



Guía

de ILUMINACIÓN EFICIENTE de MONUMENTOS



Madrid
Ahorra
con Energía

Guía de iluminación eficiente de monumentos





CONSEJERÍA DE ECONOMÍA, EMPLEO Y HACIENDA

Director General de Industria, Energía y Minas

DIRECCIÓN EDITORIAL Y COORDINACIÓN: smartLIGHTING, SL

TEXTOS: Miguel Ángel Rodríguez Loríte

EQUIPO DE REDACCIÓN: INTERVENTO

FOTOGRAFÍAS PROYECTOS INTERVENTO: Jose Luis de la Parra Pérez

DISEÑO Y MAQUETACIÓN: Ernesto Sánchez

Edita: Dirección General de Industria, Energía y Minas

Imprime: BOCM

Tirada: 1.000 ejemplares

Edición: 6/2016

Depósito Legal: M-21749-2016

GUÍA DE ILUMINACIÓN EFICIENTE DE MONUMENTOS

Miguel Ángel Rodríguez Lorite

GUÍA DE ILUMINACIÓN EFICIENTE DE MONUMENTOS

INTRODUCCIÓN pag.11

1. LA ILUMINACIÓN ORNAMENTAL: CONTEXTO HISTÓRICO pag.13

1.1 Antecedentes _____ pag.15

1.2 Arquitectura de la luz _____ pag.18

1.3 Evolución histórica _____ pag.22

1.4 Evolución histórica en imágenes _____ pag.24

World's fairs en Norteamérica

Exposiciones universales en Europa

Inicios de Architecture of the Night

Architecture of the Night

Arquitectura de la luz en los años 30

Arquitectura mediática

Arte, luz y arquitectura

Festivales de luz

2. MARCO NORMATIVO PARA LA ILUMINACIÓN DEL PATRIMONIO HISTÓRICO pag.65

2.1 Introducción _____ pag.67

2.2 Conservación del patrimonio _____ pag.69

Legislación

Recomendaciones

2.3 Eficiencia energética _____ pag.74

Legislación

Recomendaciones

2.4 Contaminación lumínica _____ pag.76

Legislación

Recomendaciones

2.5 Conclusiones _____ pag.79

3. ILUMINACIÓN EXTERIOR DE MONUMENTOS Y EDIFICIOS HISTÓRICOS **pag.83**

3.0 Introducción	pag.85
3.1 El proyecto de iluminación	pag.87
Conceptualización	
Proyecto básico	
Interlocución	
Proyecto de ejecución	
Ejecución	
Entrega	
3.2 Aspectos técnicos	pag.93
Fuentes de luz	
Parámetros	
Temperatura de color	
Índice de reproducción cromática	
Luminancia	
Métodos de cálculos	
Relux Suite 2015.1	
Dialux Evo	
Conclusiones	
3.3 Infografías	pag.104
Conclusión	

4. CLAVES PARA EL DISEÑO DE ILUMINACIÓN ORNAMENTAL **pag.113**

4.1 Cánones de representación	pag.115
4.2 Modos de iluminar	pag.120
Representación	
Gesto luminoso	
Iluminación creativa	

5. PLANES DIRECTORES **pag.129**

5.1 Introducción	pag.131
5.2 Metodología para la elaboración de un P. D.	pag.133
Configuración equipo de trabajo	
Estudios previos	
Toma de datos	
Red eléctrica	
Iluminación	
P. G. Ordenación urbana	
Documentación gráfi	

Evaluaciones

Auditoría energética
Valoración contaminación lumínica
Valoración iluminación
Documentación gráfica

5.3 Plan básico _____ pag.142

Criterios
Planteamientos técnicos
Análisis específicos
Planteamiento de la imagen nocturna
Valoración económica
Aprobación y difusión del P. D

5.4 Plan ejecutivo _____ pag. 145

6. ESCENARIOS _____ pag.147

6.1 Calentamiento global _____ pag.149

6.2 La conferencia de París _____ pag.150

6.3 La Unión Europea/Libro Verde _____ pag.152

6.4 PAAEE 2011-2020 _____ pag.153

6.6 Datos económicos. Informe McKinsey _____ pag.154

6.7 Perspectivas LED _____ pag.157

6.8 A modo de conclusión _____ pag.158

7. CASOS PRÁCTICOS _____ pag.161

7.1 Iluminación exterior de monumentos _____ pag.163

Puerta de Alcalá
Banco de España
Fundación Thyssen
Congreso de los Diputados
Reyno de Navarra
Foros imperiales. Roma
Castillo de Manzanares el Real

ANEXO I - BASES METODOLÓGICAS PARA LA ILUMINACIÓN DE CONJUNTOS HISTÓRICOS _____ pag.179

ANEXO II - DIRECCIONES DE INTERÉS SOBRE CONTAMINACIÓN LUMÍNICA _____ pag.195

INTRODUCCIÓN

La primera acepción de entre las veinticinco que se encuentran en el Diccionario de la Lengua Española cuando se busca la palabra *guía* es aquello que *dirige o encamina*. Nada más lejos de la intención de este texto que marcar las líneas maestras —siempre subjetivas en el oficio de la iluminación— que deben auspiciar las iluminaciones ornamentales o de edificios históricos de uso cultural, institucional o religioso. Nada llamaría la atención al paseante nocturno en una ciudad en que todos sus monumentos se iluminaran de la misma manera. Tampoco es del agrado de los autores la cuarta acepción: *lista impresa de datos o noticias referentes a determinada materia* porque entonces sólo podría informar el documento de elementos puramente objetivos y para nada de aquello que haga reflexionar al diseñador o enseñar a quienes se preparan para ejercer el oficio. Así pues, es más convincente la tercera acepción del Diccionario: *Tratado en que se dan preceptos para dirigir o encaminar en cosas, ya espirituales o abstractas, ya puramente mecánicas*. Se espera que el lector encuentre aquí criterios de actuación y que le sea fácil, a la vez, entender el sentido común que inspira las recomendaciones y normativas y se sienta preocupado por ellas. Pero también las ideas con vocación de futuro tendrán su espacio en armonía con las recomendaciones de índole más práctico.

El manejo de la luz en el espacio arquitectónico histórico va más allá de la estricta funcionalidad que se expresa básicamente en términos de iluminancias y uniformidad para la satisfacción de la tarea visual. Entraña los riesgos y responsabilidades derivados de la intervención sobre los elementos más valiosos y singulares de la arquitectura a los que se añade la carga del tiempo histórico. En el caso de la iluminación ornamental el reto es aún mayor porque se va a emplear la luz con una finalidad estrictamente lúdica, dado que no existe ninguna funcionalidad atribuible a tal actividad ni necesidad social objetiva. Es por ello que el diseñador de iluminación debe tener meridianamente presente este imponente reto cuando se enfrente a proyectos de esta naturaleza.

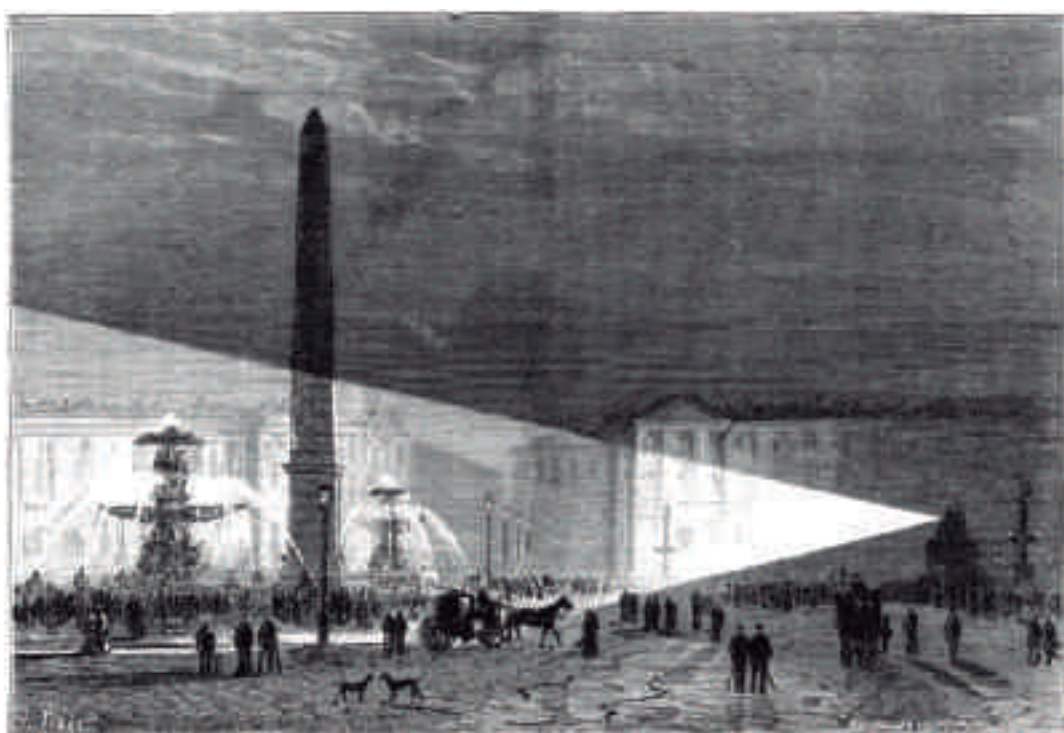
Una iluminación eficiente es aquella que logra su objetivo consumiendo los recursos estrictamente necesarios. La eficiencia no radica tanto en el empleo de aquella fuente de luz que más lúmenes por vatio provee, sino en la calidad del diseño de iluminación, en la forma de abordar los proyectos y en la metodología de trabajo. Y es justamente al desarrollo de estos aspectos a los que se dedica esencialmente esta guía.

LA ILUMINACIÓN ORNAMENTAL: CONTEXTO HISTÓRICO

ANTECEDENTES

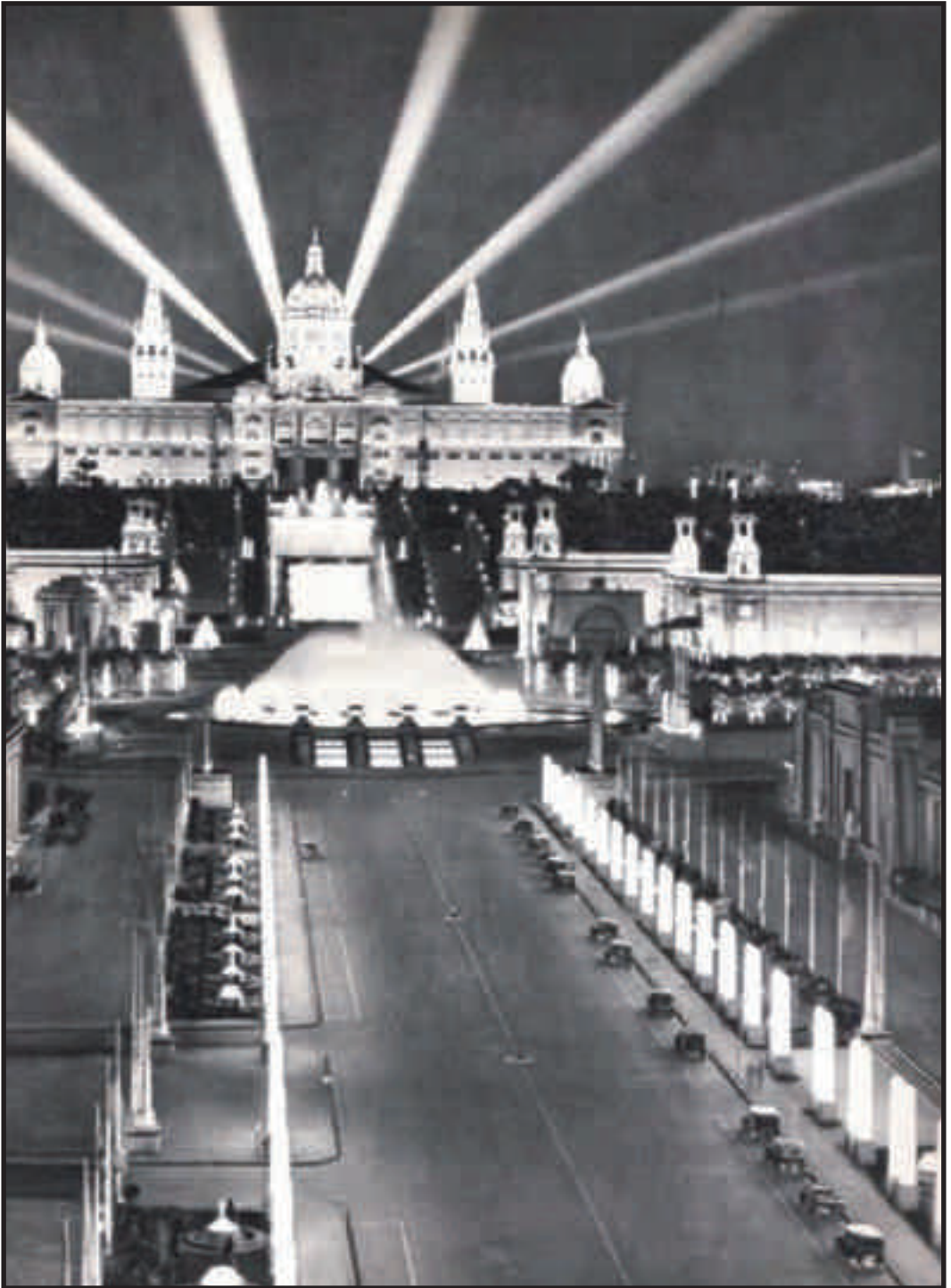
La primera vez que se empleó una lámpara eléctrica con una finalidad espectacular fue en el estreno de la ópera *El profeta* de Giacomo Meyerbeer (París, 1849).¹ Para la ocasión, Foucault construyó una luz de arco cuyo efecto era la simulación del sol naciente. A partir de ese momento se abrió un período en que la iluminación eléctrica siempre formaba parte de las escenografías.

El faro de Souht Foreland, en las cercanías de Dover, fue el primero del mundo en contar con una instalación de arco eléctrico en 1858, aunque con anterioridad Joseph Deleuil había experimentado con este sistema en la Plaza de la Concordia de París allá por 1844.



Experimento fotoeléctrico realizado por Joseph Deleuil en la Plaza de la Concorde de París, 1844.

¹ G.W. Stoer, *Historia de la luz y el alumbrado*, Philips Eindhoven Países Bajos, 1986.



Fotografía nocturna del Paseo de María Cristina de Barcelona, 1929.

A partir de 1877 las principales avenidas y plazas de esta ciudad se iluminaron con lámparas Jablochkoff, lo que al parecer originó el famoso epíteto de la Ciudad de la Luz.² En España la primera iluminación pública con fuente de arco se realizó en la Puerta del Sol madrileña en 1881. De las actuaciones hasta los años 30 del presente siglo destacó por encima de todas la realizada con motivo de la exposición de Barcelona en 1929 que en gran medida tuvo que ver con la capacidad creativa del ingeniero Carles Buigas.³

Con el alumbrado de gas o las primeras luminarias para lámpara eléctrica, en orden a la tradición, los edificios importantes no *recibían* la luz, sino que la *daban* al entorno, distribuyendo sobre sus fachadas faroles específicamente diseñados en razón de la relevancia arquitectónica o social.

La extensión de las redes eléctricas y especialmente el desarrollo del alumbrado por proyección propiciaron un cambio radical en la relación de la luz artificial con el monumento, de modo que éste pasó de ser el sujeto activo de la iluminación al objeto de la misma, transformándose en pantalla sobre la que se proyecta una luz con mayor o menor fortuna.

² G.W. Stoer, *Historia de la luz y el alumbrado*, Philips Eindhoven Países Bajos, 1986.

³ *L'Enginy de Carles Buigas (1898-1979)*, Ajuntament de Barcelona / Agbar, Barcelona, 1998.

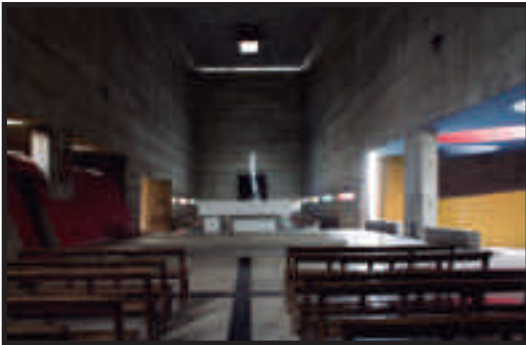
ARQUITECTURA DE LA LUZ

Según la fuente a la que se acuda encontramos distintas atribuciones de paternidad sobre el término *arquitectura de la luz*. No obstante, todo parece indicar que el primero en utilizar el término fue Joachim Teichmüller en un artículo para la revista *Licht und Lampe* en 1927: *De una parte la arquitectura y de otra la fuente de luz y sobre todo la luz misma que proviene de la lámpara, deben componer una unidad artística, íntima e inseparable, que permita hablar de una arquitectura de la luz.*⁴



Joachim Teichmüller (1866-1938).

Podemos considerar grosso modo que la luz natural es una preexistencia invariante en una configuración espacio-temporal dada, desde el punto de vista geométrico, tamizada por los fenómenos meteorológicos y la acción humana —contaminación—. Preexistencia perfectamente conocida por la arquitectura⁵ y que nos ha dejado ejemplos maravillosos de cómo es capaz de generar una atmósfera única en el espacio interior. En palabras de Campo Baeza, *si me pidieran tres recetas para destruir la Arquitectura, sugeriría que se tapara el óculo del Panteón, que se tabicara la fachada de pavés de la Maison de Verre, o que se cerraran las rajas que alumbran la capilla de la Tourette.*⁶ Por tanto la arquitectura debe saber integrar la luz —preexistencia— en el edificio a construir en un espacio dado. Es el arquitecto el iluminador de ese espacio interior y el autor de una atmósfera visual más o menos acertada que será valorada por los observadores.



Convento Sainte Marie de la Tourette, Lyon, 1957-1960.
Arquitecto: Le Corbusier.

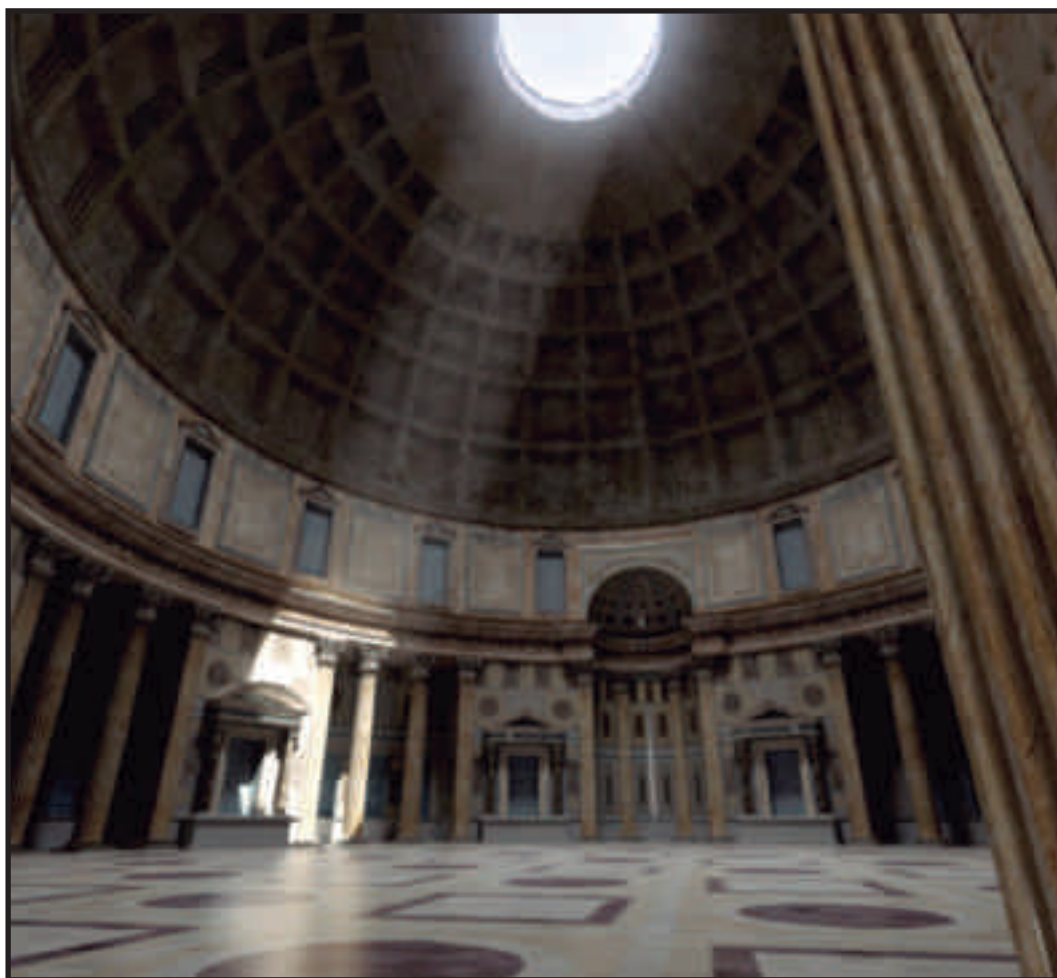


Maison de Verre, París, 1928-1932.
Arquitecto: Pierre Chareau.

⁴ Werner Oechslin, *L'architettura della luce*, Lotus 75 Electa, 1993.

⁵ Le Courbusier: *La arquitectura es el juego sabio, correcto, magnífico de los volúmenes bajo la luz.*

⁶ Lichtfest. Licht und Architektur. Inge Maisch - Herausgeberin Ed. Ingolstadt, 1992.



Panteón de Roma, 27 a.C. Construido por Agripa.

Hace menos de cien años que la arquitectura se encuentra —en los países industrializados— con una nueva herramienta, la luz artificial, y un nuevo reto, hacer a la arquitectura visible durante la noche y capaz de servir a multitud de usos sociales y económicos impensables pocos años atrás.

Raymond M. Hood, arquitecto del American Radiator Building afirmaba en 1930 que *las posibilidades de la iluminación nocturna han sido escasamente exploradas*⁷ mientras describía sus experiencias en las pruebas de iluminación del Radiator Building, que rompían los moldes tradicionales de la iluminación directa mediante proyección, al jugar con la regulación, el color, el cruce de haces o la posición de los equipos. Afirmaba que en *el presente estamos en el A, B, C de la iluminación. Si queremos ver algo, encendamos la luz.*

Es generalmente compartida la idea de que la luz —natural o artificial— es una herramienta poderosa para influir en la percepción visual y psicológica del espacio arquitectónico y sus elementos constructivos, pero la duda aparece cuando se propone que la luz —natural o artificial—, en sí misma, es capaz de crear el espacio arquitectónico, es decir, que se comporta como un material constructivo.⁸

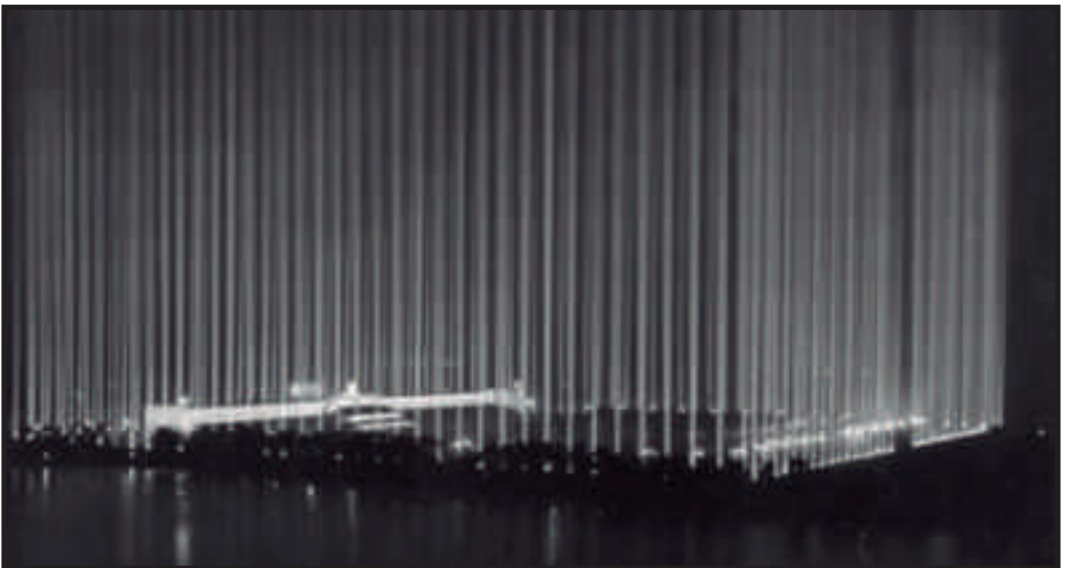
⁷ Raymond M. Hood, *Architecture of the night*, General Electric, 1930.

⁸ Nazanim Khodadad, *Columns of Light: Architecture of the immaterial*.



Raymond M. Hood (1881-1934).

Dos son los ejemplos habitualmente expuestos para sustentar esta tesis. Uno de ellos *Cathedral of lights* y otro más reciente *Tribute in Light*. Speer, arquitecto nazi, fue el autor de la puesta en escena para el juramento de adhesión al régimen de los líderes políticos en el Field Zeppelin de Nuremberg en 1934. Consciente del impacto visual de las escenografías generadas con luz artificial, Speer se prodigó con otros espectáculos como la clausura de los Juegos Olímpicos de 1936 en Berlín o el recibimiento de Hitler tras la conquista de Praga en 1939. El otro ejemplo paradigmático es la instalación concebida por Bennet, Bonaverdi, Nash, etc. para recordar la tragedia del 11-S en el espacio de las Torres Gemelas en 2004.



Cathedral of Light, Albert Speer, Nuremberg, 1936.



Tribute in Light, Nueva York, presentado por primera vez en marzo de 2002.

Ambos ejemplos ilustran a la perfección la sensación de que la luz es capaz de crear, al menos virtualmente y de modo efímero, una arquitectura. Una arquitectura que sería invisible —y por tanto no sería— si no fuera por la existencia de partículas en suspensión en la atmósfera a las que la luz hace aparecer con una geometría determinada por las características ópticas del haz emitido por los proyectores. Esa misma experiencia podría hacerse sobre cualquier otra superficie amorfa y seguramente no por ello sostendríamos que la luz crea arquitectura. Lo que diferencia el comportamiento de la luz en su interacción con la tierra que pisamos, con el agua de los océanos o con el aire de la atmósfera es el estado físico de la materia. Y de acuerdo a las características de ese estado físico la luz es absorbida, reflejada o transmitida de una manera u otra, pero nada más.

Así que, al margen de la capacidad subyugadora de la luz en su interacción con la materia, y especialmente la de la luz coloreada, parece prudente sostener el término de *arquitectura de la luz* como en su origen lo definiera Teichmüller.

EVOLUCIÓN HISTÓRICA

Las grandes ciudades de EE.UU. fueron durante decenios el centro de experimentación en iluminación arquitectónica desde que la implementación de redes eléctricas hicieran posible el funcionamiento de instalaciones de esta naturaleza.

La evolución del paisaje nocturno en las ciudades más desarrolladas de los EE.UU. vino determinada por los hechos históricos clave del siglo XX y por la evolución de la tecnología. Durante las dos primeras décadas la incandescencia irrumpía en el espacio público tanto en la iluminación comercial —rótulos y escaparates— y en la festiva —ferias internacionales y celebraciones públicas—, como en la iluminación de rascacielos. A partir de 1920, la iluminación urbana concebida para el uso peatonal comenzó a adaptarse a las exigencias del tráfico rodado a motor mientras que el neón se hacía fuerte en la iluminación comercial.

Durante la gran depresión paradójicamente se mantuvieron e incluso se incrementaron las iluminaciones ornamentales en las grandes ciudades de los EE.UU.⁹ tanto por el interés de las grandes corporaciones eléctricas como para combatir los efectos psicológicos negativos en el ánimo social derivados de las circunstancias económicas.¹⁰

En la década 1930, la aparición de fuentes de luz mucho más eficaces —vapor de sodio, vapor de mercurio y fluorescencia— llevará aparejada un cambio notable en la iluminación urbana que perdura hasta hoy. Estas nuevas lámparas, utilizadas masivamente desde la década de los cincuenta, serían de gran utilidad para facilitar el tráfico rodado, cada vez más rápido, a través de las ciudades. De tal forma que, hasta la crisis energética de los años setenta, el crecimiento imparable de la iluminación nocturna parecía hacer realidad el sueño capitalista del mundo nocturno sin sombras.¹¹

El crecimiento de la iluminación urbana en el centro de las ciudades jugaba en contra del empleo de la luz con fines comerciales u ornamentales, por lo que la estrategia usual para el realce de los edificios relevantes consistía en incrementar notablemente el flujo luminoso empleado. La técnica tradicional de *floodlighting*¹², todavía en uso, lleva asociada elementos negativos como la enorme contaminación lumínica que produce o el consumo energético que, en momentos de esplendor económico y de ignorancia del efecto nocivo en el ecosistema del consumo masivo de recursos energéticos fósiles, no eran tenidos en cuenta.

En la corta historia de la iluminación urbana ornamental dos escuelas netamente diferenciadas han dejado notables ejemplos de arquitectura de la luz. Por un lado la norteamericana y por otro la alemana que partían de consideraciones bien distintas. Mientras que la primera se centraba en resolver la iluminación de los grandes rascacielos mediante proyección, la arquitectura alemana, de otra escala, se esforzaba por hacer que la iluminación formara parte de la piel del edificio incluyendo elementos arquitectónicos luminosos. La iluminación por

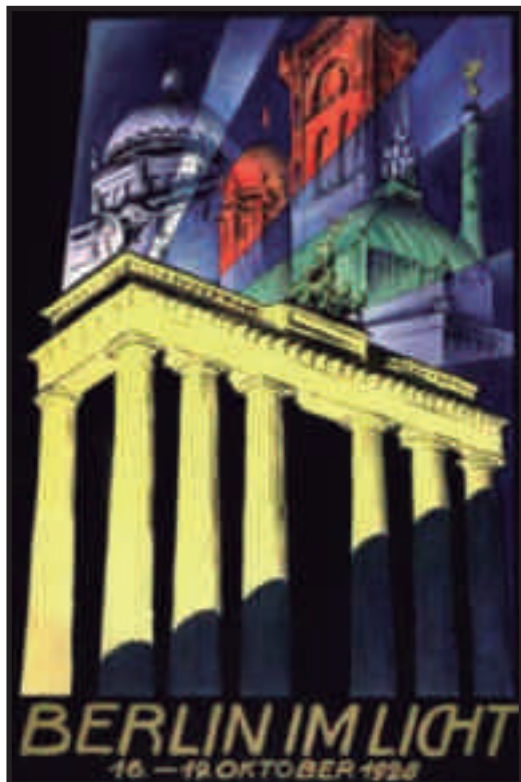
⁹ Dietrich Neumann, *Architecture of the night*, Ed. Prestel, 2002, p. 62.

¹⁰ President Hoover: *It enables our cities and towns to clothe themselves in gaiety at night, no matter how sad their appearance by day*. Dietrich Neumann, *Architecture of the night*.

¹¹ Jonathan Crary: *Un mundo sin sombras, iluminado las 24 horas, los 7 días de la semana es el espejismo capitalista de la poshistoria, del exorcismo de la alteridad que es el motor del cambio histórico*, 24/7.

¹² *A system designed for lighting a scene or object to a luminance a greater than its surroundings. It can be for utility, advertising or decorative purposes*, Lighting Handbook IESNA, 9ª edición.

tanto no se concebía como un añadido a un edificio construido, sino que formaba parte del propio diseño arquitectónico. Los materiales opales constituían un excelente instrumento para generar superficies luminosas muy eficaces tanto para el reclamo publicitario como para el realce de la arquitectura en la noche. El festival *Berlin Im Licht* celebrado en octubre de 1928 fue el ejemplo más destacado de este concepto de la iluminación arquitectónica.



Un documento realmente interesante¹³ que previó el futuro de la interacción entre la iluminación y los futuras piezas singulares de la arquitectura es el manifiesto redactado por Sert, Léger y Giedion en 1943 en cuyo punto noveno, haciendo referencia a los nuevos materiales para la arquitectura propone que *durante la noche, colores y formas pueden ser proyectados sobre grandes superficies. Pueden disponerse grandes pantallas aptas para la publicidad o la propaganda. Esos edificios pueden tener grandes superficies planas pensadas para esta finalidad, superficies que no existen en la actualidad. Grandes superficies animadas con el uso del color y el movimiento podrían ofrecer inexplorados campos para pintores murales y escultores.*

La arquitectura de la luz reaparece en la década de los 70, en algunos proyectos singulares, en los que se propone de nuevo, directa o indirectamente, la idea de

comunicación entre el edificio, su entorno urbano y los ciudadanos. En el proyecto del Centro Pompidou (R. Piano-R.Rogers, 1971) cobró un papel relevante la idea de que la piel del edificio fuera un instrumento de interacción potente con el exterior, aunque finalmente hubiera de renunciarse especialmente a los instrumentos de comunicación visual. La Torre de los Vientos en Yokohama (Toyo Ito, 1986) sin embargo es un ejemplo logrado. Entre uno y otro virtualmente en *Blade Runner* (Ridley Scott, 1982) apreciábamos efectos sobre fachadas entonces imposibles de llevar a la realidad con la tecnología disponible.

Llegados al nuevo milenio, con la entrada en escena del LED de alta potencia apto para todo tipo de aplicaciones en la iluminación, la arquitectura singular incorpora en bastantes ocasiones la luz artificial en la fachada o en una segunda piel del edificio. Esta incorporación implica soluciones formales y materiales que permitan la inclusión de los equipamientos, sin olvidar la imagen diurna de la fachada. Una iluminación dotada de unos sistemas de control y programación con los que es posible, no sólo mudar a placer la apariencia nocturna del edificio, sino también facilitar su transformación en fachada mediática.

¹³ J. L. Sert, F. Léger y S. Giedion, *Nine points on Monumentality*, 1943.

EVOLUCIÓN HISTÓRICA EN IMÁGENES

WORLD'S FAIRS EN NORTEAMÉRICA

Las exposiciones universales nacieron a mitad del siglo XIX de la mano de la revolución industrial, como escenarios de presentación de logros en el campo de la ciencia y la tecnología.

Constituyeron un escenario ideal para presentación en sociedad de los nuevos logros en el campo de la electricidad y la iluminación, con una aplicación ornamental que poco tenía que ver con el uso habitual de la iluminación nocturna en las calles.



Southern Exposition, Louisville, 1883. La primera en utilizar luz eléctrica.



Louisiana Purchase Exposition, St. Louis, 1904.



World's Columbian Exposition Chicago, 1893, en donde se emplearon 92.600 lámparas. Los *searchlights*¹⁴ utilizados consumían tres veces más que todo el alumbrado urbano de Chicago.¹⁵



Trans-Mississippi and international Exposition, 1898. Decoración del entorno de la Corte con diez mil puntos de luz.

¹⁴ *Searchlight*: proyector diseñado para producir un haz de luz paralelo de diámetro no superior a los 20 cm.

¹⁵ John A. Jakle, *City Lights*, p. 154.



Pan American Exposition, Buffalo, 1901.





Louisiana Purchase Exposition, St Louis, 1904.



Panama-Pacific International Exposition, San Francisco, 1915.



World of Tomorrow Exposition, NYC, 1939. La imagen de George Washington a contraluz.



Decoración del Edificio Chrysler durante la Century of Progress Exposition, Chicago, 1933.



World of Tomorrow Exposition, NYC, 1939.

EXPOSICIONES UNIVERSALES EN EUROPA

La tradición de las exposiciones nacionales celebradas en Francia se convierte en un fenómeno transnacional después de la exposición de París de 1844. Son relevantes de la época de la industrialización las celebradas en Londres en 1851, Barcelona 1888 o París de 1900.



La Tour de Eiffel, entrada a la Exposición Universal.



Imagen nocturna de la Tour de Eiffel, 1900.



Schaffender Volk Reichsausstellung Düsseldorf, 1937.



Exposición Universal de Barcelona, 1929, con una iluminación espectacular en la línea de las realizaciones norteamericanas de la época.



Carles Buigas (Barcelona, 1898-1979).

INICIOS DE LA ARCHITECTURE OF THE NIGHT

Sobre las primeras realizaciones de iluminación ornamental en el espacio público no relacionadas con ferias o eventos especiales no hay demasiada información. Más bien se sitúa en la década de los años 20 la iluminación de los rascacielos de nueva construcción como algo habitual.



Luna Park Coney Island, New York, 1905.

El escritor ruso Maxim Gorki fue a Coney Island en 1907 y, maravillado por las luces eléctricas y las asombrosas construcciones, escribió acerca de la *fantástica ciudad toda de fuego: Miles de chispas rojizas brillan en la oscuridad e iluminan, con una fina y delicada silueta sobre el fondo negro del cielo, las elegantes torres de castillos, palacios y templos milagrosos... Fabulosos y fuera de toda comprensión, inefablemente bello es este fiero resplandor*. Después, durante una visita de día, se quejó de lo mal hecho que estaba todo. Como dejan ver los comentarios de Gorki, la gran tecnología exhibida en Coney Island — más que la de los parques temáticos— no era más que electricidad e iluminación.¹⁶

La construcción de las formas luminosas se realizaba exclusivamente mediante guirnaldas de luz, probablemente porque la iluminación mediante proyección aún no había experimentado el suficiente desarrollo tecnológico para su utilización en esta escala.

¹⁶ Kurt Hollander, *Coney Island: Tierra de ensueños*, Letras Libres 63, septiembre 2011.



Singer Building, Nueva York, 1908.

Este rascacielos, sede de la histórica marca de máquinas de coser, fue el más alto del mundo durante un año —1909—, hasta que se inauguró el Metropolitan Life Insurance Company. El edificio sería demolido en 1968.

La iluminación por proyección desde el propio edificio y el entorno, a la que se sumaba el efecto guirnalda para el realce de la cúpula, ya ponía de manifiesto los problemas que los diseñadores de iluminación tratarían de resolver más tarde como la dificultad para el reparto de la iluminación en sentido vertical o la aparición de sombras no deseadas.



Imagen nocturna de Broadway a Times Square, Nueva York, 1908. Una iluminación a modo de faro, que de algún modo recreaba realizaciones anteriores como la de la tour de Eiffel.



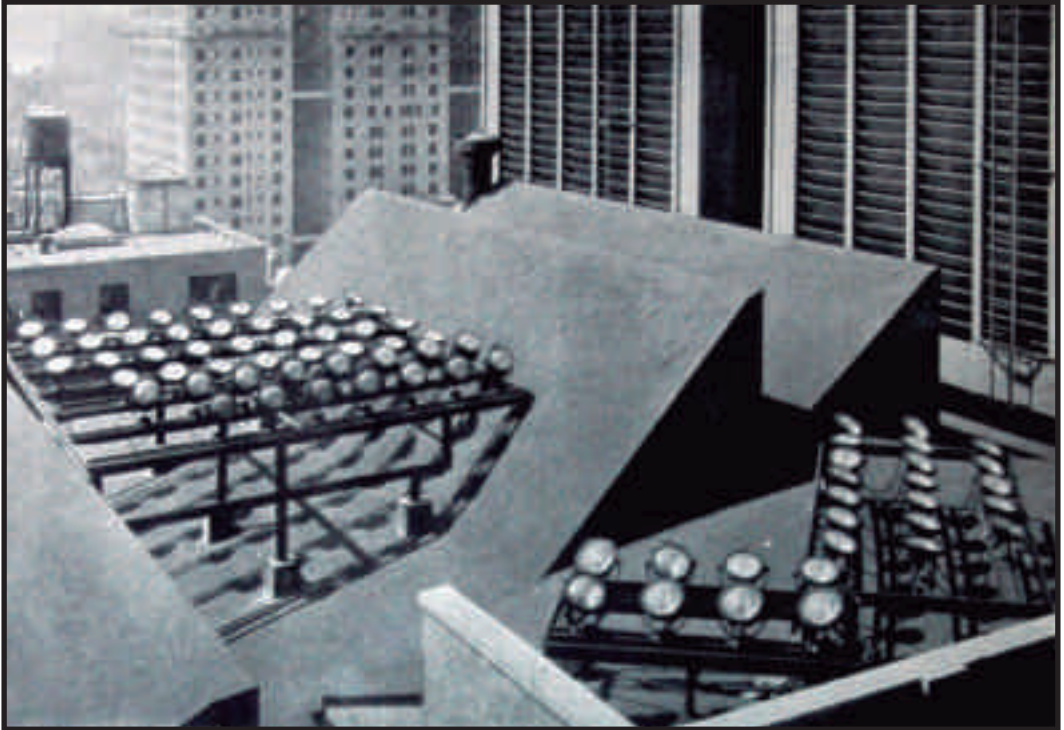
Metropolitan Life Insurance Company, Nueva York. Edificio más alto del mundo de 1909 a 1913.

El Metlife desbancó al Singer como edificio más alto desde 1909 a 1913 cuando ocuparía su lugar el Woolworth Building. En esta imagen la luz de la coronación que representa simbólicamente el slogan de la propia compañía *la luz que no se debilita nunca*, junto con la iluminación desde el interior, constituyen lo esencial del proyecto.

Estas primeras realizaciones resumen de algún modo las diferentes maneras en que desde entonces hasta ahora ha interactuado la luz artificial con la arquitectura: la determinación de la forma mediante el empleo de la luz incorporada al edificio —guirnalda—, la proyección —*floodlight*— con el mismo objetivo y el mensaje al exterior —faro/fachada mediática—.

ARCHITECTURE OF THE NIGHT

La tecnología de la que se disponía consistía esencialmente en equipamientos de tamaño y potencia considerables para lámparas incandescentes, con diversos ángulos de apertura de haz y lentes difusoras. El tamaño de los edificios a iluminar mediante la técnica *floodlighting* obligaba a disponer de lugares en donde poder ubicar las baterías de equipos. La tipología de los edificios con la existencia de terrazas en distintos niveles resultaba de gran ayuda para lograr que la luz alcanzara las partes altas.



Equipos dispuestos para producir efectos lumínicos llamativos en el Teatro Paramount, Nueva York, 1930.

Los debates que se planteaban en la época¹⁷ en relación a las posibilidades de la iluminación nocturna de la arquitectura se reflejan bien en la publicación de la General Electric, *Architecture of the Night*, que recoge una serie de entrevistas a Raymon Hood, Harvey Corbett, George Rapp y Walter Ryan en las que se tratan las posibilidades de la arquitectura de la luz, la importancia de concebir el diseño de iluminación en la fase del proyecto arquitectónico, los efectos de la iluminación coloreada o la necesidad de una más estrecha colaboración entre arquitectos y diseñadores de iluminación. En definitiva los mismos debates que aún hoy siguen planteándose con una tecnología mucho más avanzada y otros grandes condicionantes como la cuestión de la contaminación lumínica o los retos para la preservación del planeta frente al calentamiento global.

¹⁷ A.I.A. File nº 31-F-24, General Electric, *Architecture of the Night*.



Radiator Building, R Hood y A. Foulhoux, 1924. Fotografía Samuel H. Gottschro 1927.¹⁸ La iluminación en palabras de Hood: *La apariencia del edificio a la noche es una de las atracciones de la ciudad... las grandes aglomeraciones en el distrito a la noche bloquean el tráfico...* Se emplearon 56 proyectores de 1000 y 500 W con una potencia total de 47,5 kW.



Pintura de Georgia O'Keefe, 1927. Deben de existir pocas obras pictóricas cuyo motivo sea un edificio iluminado.



Radiator Building iluminado en la actualidad.

¹⁸ Dietrich Neumann, *Architecture of the Night*, Ed. Prestel, 2002, p.114.



Rockefeller Center, 1940.



Rockefeller Center, 1960.



Rockefeller Center, 1992.



Estado actual del Rockefeller Center, con la posibilidad de variación de color. Este ejemplo es quizás un paradigma de derroche de energía para un resultado poco interesante.

LA ARQUITECTURA DE LA LUZ EN LOS AÑOS 30

Si se considera como premisa para que exista arquitectura de la luz, que el diseño de la imagen nocturna del edificio forme parte del proyecto arquitectónico, entonces hay que aceptar que los mejores ejemplos se encuentran en la arquitectura europea de la época, especialmente en la escuela alemana. Es posible que esta metodología fuera una expresión de la filosofía creativa inspirada en la Bauhaus. Para M. Luckiesh, jefe de diseño en General Electric¹⁹, Berlín era la ciudad mejor iluminada de Europa, donde la iluminación moderna estaba más presente que en cualquier otro lado. Gracias a la incorporación del cristal opal en las fachadas con retro iluminación, se conseguían efectos espectaculares, tanto para la lectura del edificio en la noche como para la inclusión de anuncios o información. Según Luckiesh, Berlín era la *ciudad del cristal opal*.



Lichtburg Berlin, 1929. Rudolf Fränkel.

¹⁹ Dietrich Neumann, *Architecture of the night*, Ed. Prestel, 2002, p. 61.



Lichthaus Luz, Stuttgart, 1927.



Karsdat AG Department, Berlin, 1929. E.V. Trappen.



Imagen nocturna del Odeon Cinema, Leicester Square, London, 1937.



Southgate Underground Station, London, 1935. Adams, Holden and Pearson.



Imagen diurna del Odeon Cinema, Leicester Square, London, 1937.



La imagen nocturna actual de Southgate Underground Station es peor que la imagen original.



Simpson's Store Picadilly, Joseph Emberton.



Elektrowirtschaft, Poland, 1928.

ARQUITECTURA MEDIÁTICA

Conviene diferenciar cómo se puede producir la interacción entre la luz y el edificio en la actualidad, especialmente cuando se trata de arquitectura contemporánea. Según M.H. Haeusler²⁰ la proyección de una luz sobre una fachada puede ser considerada como iluminación arquitectónica mientras que la proyección de gráfica dinámica, texto o imagen debe ser considerada como arquitectura mediática. La diferencia entra arquitectura mediática y fachadas mediáticas es que, aún utilizando los mismos medios, la primera conlleva implicaciones culturales, sociales o económicas que relacionan el edificio con su entorno urbano, mientras que las segundas son simples herramientas de propaganda.



En el proyecto del Centro Pompidou (R. Piano-R.Rogers, 1971) cobró un papel relevante la idea de que la piel del edificio fuera un instrumento de interacción y comunicación potente con el exterior, aunque finalmente hubiera de renunciarse especialmente a los instrumentos de comunicación visual.

Entre los primeros y más relevantes ejemplos de arquitectura mediática encontramos la Mediatheque de Sendai, Egg of Winds o la Torre de los Vientos de Toyo Ito.



La piel de cristal hace de un edificio un sistema termodinámico cerrado pero ópticamente abierto que permite flujos de información, luz y color en un sentido u otro.

Mediateca de Sendai, Toyo Ito, 2001.

²⁰ H. Haeusler, *Media facades: History, Technology, Content*, Ludwigsburg: AVEdition, 2009.



Egg of Winds, Tokio, Toyo Ito, 1991.

*De día el huevo es simplemente un objeto que refleja la luz del sol, de noche exhibe videoimágenes, tanto grabadas como emitidas por televisión, sobre las pantallas interiores y sobre la superficie de planchas de aluminio parcialmente perforadas, cuando se encienden cinco unidades de proyectores de cristal líquido. El huevo, que brilla plateado de día, adquiere de noche una vaga existencia tridimensional sin sensación de realidad; como la holografía. Los viandantes miran el huevo, se detienen un momento para preguntarse qué es, y siguen su camino. Este objeto difiere en carácter de los aparatos de televisión instalados en la calle, o de la gran pantalla Jumbotron a todo color que decora la fachada de un edificio en el centro de la ciudad. Es un objeto en el que las videoimágenes pueden verse gracias al aire cargado de información que lo circunda. Es el objeto de las imágenes que van y vienen llevadas por el viento.*²¹

²¹ Marcelo Gardinetti, *Toyo Ito 1986-1995*, El Croquis 71, 1995.
Fotografías: María Carmona, Philips Jodidio y Yoshiaki Tsutsui.



La Torre de los Vientos que construí hace unos años frente a la estación de Yokohama, en Japón, encarnaba del modo más eficiente el diseño de los vientos. La torre se caracteriza por estar instalada en mitad del centro urbano iluminado con neón, en lugar de estarlo en un museo. Aunque la torre que emite luces parpadeantes -igual que otros anuncios luminosos de neón- es menos espectacular, se dice que produce la impresión de que el aire que la rodea se filtra y purifica. Puede que sea así porque lo que yo intentaba no era provocar que una sustancia lanzara luz al aire, sino que el propio aire se convirtiera en luz (Toyo Ito).²²



Torre de los Vientos, Yokohama, Toyo Ito, 1986.

²² Marcelo Gardinetti, *Toyo Ito 1986-1995*, El Croquis 71, 1995.
Fotografías: María Carmona, Philips Jodidio y Yoshiaki Tsutsui.

Son multitud los edificios cuya piel está diseñada para cambiar de *vestido*. La crítica de la arquitectura moderna se verá en la necesidad de introducir nuevos criterios para su valoración, porque especialmente a la noche, esa arquitectura mutará su imagen y establecerá un diálogo distinto con el entorno urbano, tan real como el que propone de día, pero mostrando infinidad de facetas, matices, colores y mensajes que la caracterizarán.



Harpa Reykjavik Concert Hall, 2011. Henning Larsen Architects, Lighting Designer Olafur Eliasson.



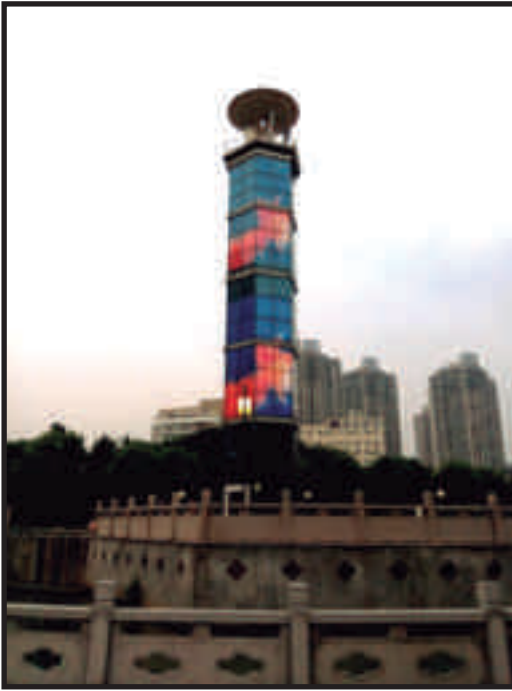
Sea Organ de Nikola Bašić con una serie de silbatos orientados al mar, cuyo movimiento, al mover el aire crea una melodía armónica, aumentando el sonido del mar.



Greeting to the Sun del arquitecto Nikola Bašić en la costa de Zadar, Croacia.



Bolshoy Ice Dome, Juegos Olímpicos de Invierno, 2014. Sic Mostovik Arquitectos.



Wuxi Tower, 2014, en Taihu Square, China. Edificio de Servicios Municipales.



Situado junto al Paseo del Prado, el edificio rehabilitado de la Serrería Belga alberga las instalaciones de Medialab-Prado desde abril de 2013. Estas antiguas serrerías constituyen uno de los pocos ejemplos de arquitectura industrial que perviven en Madrid. Proyecto de María Langarita y Víctor Navarro.

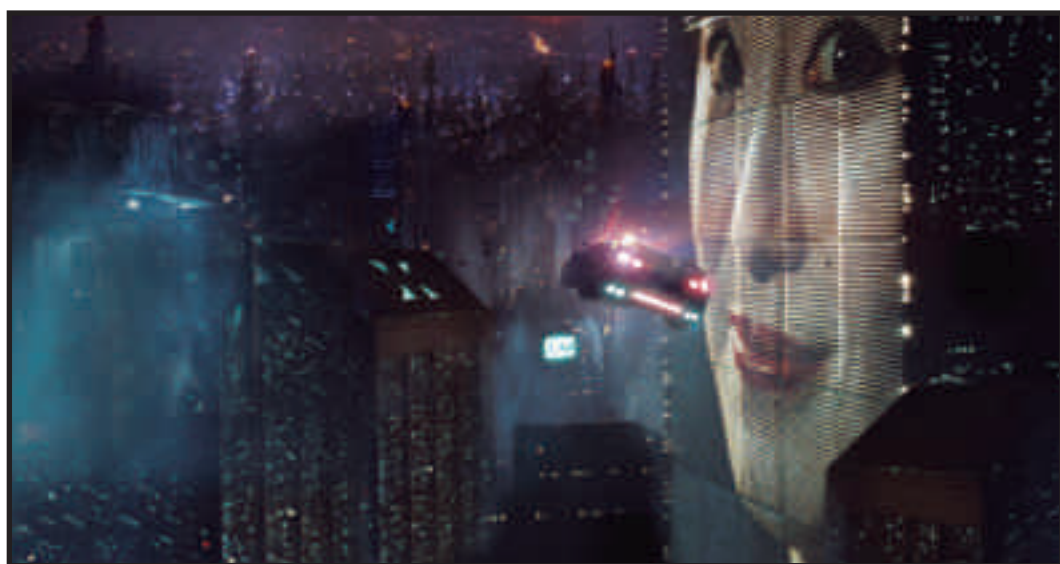
ARTE, LUZ Y ARQUITECTURA



El empleo de la arquitectura como pantalla o soporte para la creación artística con luz es algo habitual en nuestros días, pero no lo era tanto cuando el fotógrafo y profesor de la Bauhaus, Moholy-Nagy proponía instalaciones luminosas²³ futuristas sobre la arquitectura sin demasiado éxito.



También en el ámbito del cine, Fritz Lang se inspiró en la imagen nocturna de Nueva York para lograr efectos futuristas en el rodaje de *Metrópolis* como esta imagen de Times Square con doble exposición.



La gran pantalla sobre un rascacielos era tecnológicamente imposible de lograr cuando Ridley Scott rodó *Blade Runner* en 1982. Fue un anticipo de lo que hoy conocemos como fachadas mediáticas.

²³ *...I made numberless projects, but found no architect who was prepared to commission a light-fresco. A light architecture, consisting of straight or arched walls...which by turning a switch could be flooded with radiant light, fluctuating light symphonies...* citado en Dietrich Neumann, *Architecture of the Night*, Ed. Prestel, 2002.

Según Johanne Sloan²⁴ el arte urbano inevitablemente se convierte en interactivo con todos nuestros sentidos, no pudiendo quedar al margen de las influencias materiales e inmateriales de los sujetos animados o inanimados que conforman la vida en ellas. La futurista *pintura con luz* de Moholy en los años 20 , su visión urbana y nocturna, es utilizada por numerosos artistas del *light art*, contribuyendo de acuerdo Lefebvre al urbanismo, a la necesaria *regeneración de la ciudad a través de la acción diaria de sus habitantes*.



Guggenheim Museum de Nueva York, Frank Lloyd Wright, 1959.



Intervención de Dan Flavin en la fachada del museo, 1992.



Theanyspacewhatever, instalación a modo de marquesina en el Guggenheim de Nueva York, Philippe Parreno, 2008.

De una iluminación a la inauguración que es un buen ejemplo de arquitectura de la luz, a una intervención cromática que nos informa directamente de lo que sucede en el interior del museo y que constituye en sí una obra, a la marquesina de Parreno que recuerda la desaparición de este objeto-signo luminoso de cines y teatros.

²⁴ Johanne Sloan, *Experiments in Urban Luminosity*, The Senses and Society, 2015.



Crown Fountain en Millenium Park, Chicago, Jaume Plensa, 2004.



Body movies, Relational architecture, Lozano Hemmer, 2001.



All Night Convenience, Toronto Street, Rhonda Wepler y Trevor Mahowsky, 2012. Cada uno de los objetos luminosos puede ser elegido por los visitantes, de forma que el objeto se transforma en pequeñas linternas que van dispersándose por la ciudad.

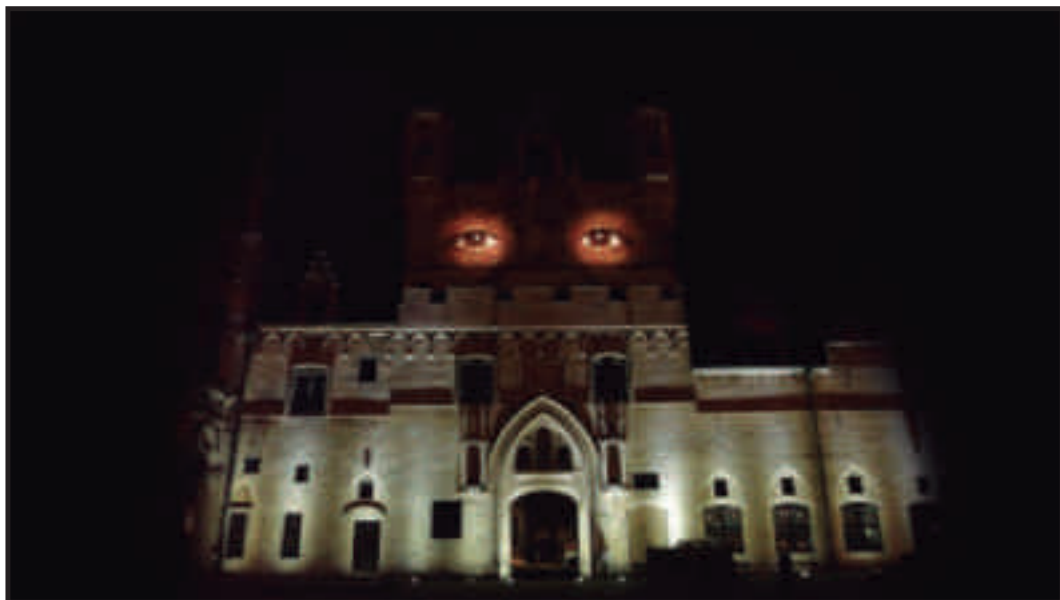
Otras intervenciones con otros contenidos más políticos o sociales:



Krzysztof Wodiczko, Arco del Triunfo, Madrid.

Usualmente el memorial está evitando o censurando la información sobre las pérdidas efectivas durante la guerra, el trauma secundario, y toda la destrucción —cultural y física— que esas guerras causaron, y todas las implicancias coloniales y demás. Entonces, la gente viene a un memorial así y mira esto, quedando hipnotizados por la belleza, la elegancia, la escala y el sublime impacto de tal memorial. Este es uno de los peores escenarios posibles, el Arco del Triunfo²⁵.

²⁵ Francisco Villarroel, *Formas de ser visible. Entrevista a Krzysztof Wodiczko*, Artishock, julio 2014.



Out/inside(rs), 2013.



El gobierno manda a la mierda la Constitución Española / The Government don't give a shit about the Spanish Constitution, instalación del colectivo Luz Interruptus, 2015.



The New York City Waterfalls, Brooklyn Bridge, Olafur Eliasson, 2008. Fotografía: Julienne Schaeer.



The magic, Pablo Valbuena, Today's Art Festival, 2006.



Pablo Valbuena. Fachada del edificio del Ayuntamiento de Murcia de Moneo.



La maîtresse de la Tour de Eiffel, Michael de Broin, 2009.



Proyección sobre la iglesia de San Pietro en Montorio, Roma, en la *Nocte in Bianco*, Daniel Canogar, 2007.



Bella (título provisional) es un proyecto de apropiación del lenguaje y de los códigos de la publicidad y la comunicación cuyo objetivo es la transmisión de valores de ciudadanía, afecto y cuidado por el entorno que habitan las personas, del colectivo Lupercales. Fotografía: Álvaro Valdecantos.



Vectorial Elevation, DF, Lozano Hemmer, 2000.

FESTIVALES DE LUZ

De los fuegos artificiales, que representaban un juego lúdico con la luz para la celebración de festividades o grandes acontecimientos, a los Festivales de Luz —Lyon, Amsterdam, Berlín, Osaka, Melbourne, Dubai...— en los que se celebra es únicamente la luz en sí misma en el entorno urbano, hay una distancia histórica y tecnológica considerable.

El éxito de estos festivales se basa por un lado en la capacidad de la iluminación coloreada para atraer la atención de la gente y por otro en la realización de efectos especiales que la tecnología permite hacer de un modo en ocasiones más simple de lo que se imagina. Los festivales de luz no presentan por lo general las mejores creaciones de *light art* o de arquitectura mediática, sino que constituyen una plataforma para la demostración de lo que la tecnología o las empresas del sector son capaces, garantizándose de paso una afluencia turística considerable.



Festival Vivid Sydney.



Fête de Lumières, Lyon.



Fête de Lumières, Lyon.



Dubai Festival of Lights.



Dubai Festival of Lights.



The Millennium Event, Berlin, Gert Hof. Esta creación, espectacular sin duda, recuerda demasiado a la metodología de Speer en las conmemoraciones nazis.

MARCO NORMATIVO PARA LA ILUMINACIÓN DEL PATRIMONIO HISTÓRICO

INTRODUCCIÓN

Partimos de la base que no existe un marco normativo específico regulador para la iluminación ornamental de edificios históricos o arquitecturas singulares, lo cual es absolutamente razonable. Cualquier iniciativa para precisar la manera en que debe ejercerse una actividad que puede llegar a alcanzar un valor creativo está condenada al fracaso en una sociedad democrática avanzada. Ahora bien, dado que la iluminación de monumentos afecta a otras esferas vitales de la sociedad, sí conviene tener presentes todas aquellas regulaciones relacionadas con la conservación del Patrimonio, la conservación energética y la conservación del paisaje nocturno.

Veremos más adelante que el único decreto en el que aparecen normas para la iluminación de monumentos²⁶ se configuró bajo una concepción antigua y tecnológicamente obsoleta de la práctica de la iluminación de monumentos.

Es obvio que instalaciones propias de nuestra época que precisan de tendidos de cable pueden provocar daños físicos en un edificio histórico, así como el anclaje de luminarias en fachadas, cornisas o cubiertas. También la aparición de aparatos sobre partes del edificio o en el entorno del mismo, modifica la visión diurna del monumento distorsionando su imagen tradicional.

De la imperiosa necesidad de controlar el consumo de energía, de hacer que éste sea eficiente y de evitar despilfarros ya nos ha advertido el acuerdo de la Conferencia de París.²⁷ Consumir energía para un fin lúdico no es un crimen pero derrocharla de forma grosera y estúpida sí. Sería educativo exigir que la energía necesaria para las iluminaciones ornamentales procediera de fuentes renovables.



²⁶ Reglamento de Eficiencia energética en Instalaciones de alumbrado exterior e instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07, RD 1890/2008.

²⁷ Convención Marco sobre el Cambio Climático, FCCC/CP2015/L.9, 12/12/2015.

Preservar, por último, el paisaje nocturno es devolver a la ciudadanía el derecho a la contemplación de la bóveda celeste. Hay que tener presente que la forma más generalizada de iluminación de monumentos es por inundación de luz, lo que significa que la mayor parte del flujo luminoso se emita hacia el hemisferio superior. Es decir, que se trata de una de las prácticas de iluminación más contaminantes.



Contaminación lumínica en la Tierra vista desde la Estación Espacial Internacional.

Vamos a tratar por tanto las normativas y recomendaciones existentes desde estos tres puntos de vista.

CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO

LEGISLACIÓN

Prácticamente la totalidad de los autores que han analizado la evolución de la legislación española en materia de patrimonio histórico coinciden en señalar las Leyes sobre Excavaciones Arqueológicas de 1911 y Monumentos Arquitectónicos-Artísticos de 1915, como la base en que se cimenta la legislación actual, que queda unificada y articulada con el RDL de 9 de agosto de 1926 y la Ley de de 13 de mayo de 1933 sobre Defensa, Conservación y Acrecentamiento del Patrimonio Histórico Español, ley que mantendrá su vigencia durante más de 50 años hasta la llegada de la Ley 16/1985 de 25 de junio de Patrimonio Histórico Español, hoy vigente.²⁸

La nueva estructura competencial del Estado que surge de la Constitución dota a las Comunidades Autónomas de la competencia básica en materia de Patrimonio Histórico, razón por la que han desarrollado sus propias Leyes. El Estado, por su parte, mantiene una serie de competencias complementarias. Por tanto, las leyes que de algún modo afectarían a la iluminación de monumentos serían todas y cada una de las legislaciones autonómicas en materia de Patrimonio Cultural, así como la Ley de ámbito estatal Ley 16/1985 de Protección del Patrimonio Histórico, cuya única mención al problema es la relacionada con las instalaciones de iluminación en conjuntos o sitios históricos o arqueológicos que se recoge en el artículo 19.3: *Queda prohibida la colocación de publicidad comercial y de cualquier clase de cables, antenas y conducciones aparentes en los Jardines Históricos y en las fachadas y cubiertas de los Monumentos declarados de interés cultural. Se prohíbe también toda construcción que altere el carácter de los inmuebles a que hace referencia este artículo o perturbe su contemplación.*

Pero hay un tercer nivel de atribuciones en materia de Patrimonio que corresponde a los poderes locales. Por un lado, los Ayuntamientos tienen una misión de vigilancia y cooperación con los organismos responsables para la aplicación de la Ley (Comunidad Autónoma y Estado) y, por otro lado, la propia Ley de Régimen Local de 1985 inscribe la competencia sobre Patrimonio Histórico entre las funciones municipales y, concretamente, la Ley de Patrimonio Histórico les atribuye la iniciativa en la realización de los planes a desarrollar en los Conjuntos Históricos. La aprobación de estos planes y sus proyectos subsiguientes correspondería a la Comisión Provincial de Patrimonio, en la que está representada la Administración Autonómica en cada caso.

En resumen

1. La única referencia tanto en la Ley 16/1985 como en los desarrollos legislativos autonómicos es lo que se recoge en el artículo 19.3 que hace referencia por un lado a la integridad física del monumento —evitar cables, antenas, etc. sobre fachadas o cubiertas...— pero también alude a la imagen del monumento cuando habla de la publicidad.
2. El instrumento más eficaz para asegurar que los proyectos de iluminación de monumentos se ajustan a lo especificado en la legislación son las Comisiones Provinciales de Patrimonio, sin cuya aprobación no debería procederse a la ejecución de ninguna obra de esta naturaleza.

²⁸ Juan Manuel Becerra García, *La legislación española sobre el Patrimonio Histórico*, 1999.

RECOMENDACIONES

*En casi todos los casos la incorporación de la iluminación supone un nuevo enfoque al monumento, notablemente distante de la situación en la que los monumentos se han mantenido durante siglos.*²⁹

El cambio de hábitos de la ciudadanía con la prolongación de la actividad más allá de las horas de luz diurna y el hecho de que la mayor parte de los monumentos de los centros históricos cuenten desde hace decenios con iluminaciones artificiales, hace necesario que éstas sean contempladas como una intervención en el Patrimonio Histórico, más aún cuando su fin es la puesta en valor del mismo.

Desde que en 1931 se redactara la Carta de Atenas hasta la fecha han sido numerosas las aportaciones de congresos y organismos internacionales, cuyo legado constituye un cuerpo teórico y metodológico fundamental en lo tocante a la preservación del patrimonio histórico y natural.



Participantes españoles en la Conferencia de Atenas de 1931, durante la visita a la Acrópolis, 25 de octubre de 1931. Archivo Sánchez Cantón, Museo de Pontevedra.

*El espíritu que ha promovido la redacción de cada uno de los Documentos Internacionales muestra el nivel de conciencia que se alcanza sobre la necesidad de medidas de protección, así como el nivel de acción práctica sobre el Patrimonio, en los diferentes momentos históricos en los cuales esos documentos se produjeron.*³⁰

²⁹ Félix Benito, *Aspectos recogidos en la Ley del Patrimonio Histórico Español*, Iluminación de Monumentos ICRBC/COAM/CEI, 1992, pp. 123-131.

³⁰ Angelique Trachana, *La evolución del concepto de Patrimonio y de los criterios de restauración a través de los documentos internacionales*, Cuadernos de Restauración Instituto Juan de Herrera, 1988.

La Carta de Atenas recomienda en el apartado VII *...la supresión de toda publicidad de toda superposición abusiva de postes e hilos telegráficos, de toda industria ruidosa y perturbadora en la proximidad de los monumentos de arte e historia*. Ochenta y dos años más tarde, en un país avanzado en materia de la preservación del Patrimonio como el nuestro, no resulta difícil encontrar fachadas y cubiertas de monumentos plagadas de tendidos eléctricos y luminarias.



Instalación de cableado e iluminación existente en los lienzos de la Muralla Romana de León. Fuente: Diario de León.

La carta del Restauero introduce el concepto de restauración urbanística, llamando la atención sobre la carga tecnológica y funcional a la que los centros históricos están sometidos³¹, y propone considerar la posibilidad de integrar el mobiliario moderno y los servicios públicos conectados a las exigencias vitales de los centros.

*Los arquitectos y los urbanistas deberían procurar que la vista de los monumentos y los conjuntos históricos, o desde ellos, no se deteriore y que dichos conjuntos se integren armoniosamente en la vida contemporánea.*³² La Carta de Nairobi Introduce en el punto 5 de sus principios generales el concepto de la *vista*, esto es de la contaminación visual que elementos externos al propio monumento puedan ejercer sobre él. Más adelante, en la medida número 30 de salvaguardia afirma: *Deberían protegerse los conjuntos históricos y su medio contra la desfiguración resultante de la instalación de soportes, cables eléctricos o telefónicos, antenas de televisión y signos publicitarios en gran escala. Cuando ya existan se tomarán las medidas adecuadas para suprimirlos. Se deberían estudiar y controlar con el mayor cuidado los carteles, la publicidad luminosa o no...*

Por hacer una última referencia, la Carta de Toledo³³, en su punto 8, habla de que la adaptación de la Ciudad Histórica a la vida contemporánea, requiere unas cuidadas instalaciones de las redes de infraestructura y equipamientos de los servicios públicos. En el apartado siguiente plantea la posibilidad de que la introducción de elementos de carácter contemporáneo, siempre que no perturben la armonía del conjunto, pueden contribuir a su enriquecimiento.

No hay ninguna referencia explícita en las cartas internacionales sobre la influencia de las iluminaciones de conjuntos históricos en su conservación o en su imagen, que puede ser positiva o negativa dependiendo de los criterios y la metodología utilizados.

En 1992 se celebraron las I Jornadas de Iluminación de Monumentos³⁴ en cuyo documento de conclusiones se hacía referencia a la necesidad de la redacción de proyectos de iluminación elaborados por equipos multidisciplinares y se hacían una serie de 8 recomendaciones dirigidas a preservar la integridad física y el entorno de los monumentos iluminados.



Imágenes de las I Jornadas de Iluminación de Monumentos, 1992.

³¹ Carta del Restauero Anejo D.

³² Conferencia General de la ONU para la Educación, Ciencia y Cultura, Nairobi, 1976.

³³ Carta Internacional para la conservación de las Ciudades Históricas, ICOMOS, Toledo, 1986.

³⁴ Organizadas por el ICRBC —hoy IPCE— en colaboración con el COAM (Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid) y el CEI (Comité Español de Iluminación).

En el año 2005 el Instituto del Patrimonio Histórico Español³⁵ hizo público un documento muy básico conteniendo 20 recomendaciones que recogían criterios de inocuidad, reversibilidad, mantenimiento, seguridad y tramitación que debían cumplir tanto las instalaciones de iluminación exterior como interior en edificios históricos.

A fines de septiembre de 2009, un grupo de profesionales de muy diversa procedencia³⁶, reunidos bajo los auspicios del Instituto Nacional de Antropología e Historia en la ciudad de Taxco de Alarcón, en el estado mexicano de Guerrero, acordaron redactar un documento que estableciera las bases conceptuales, metodológicas y prácticas para la iluminación de los monumentos y los centros históricos.

El resultado fue la Carta de Taxco 2009³⁷ que fue presentada como conclusión en el X Encuentro Internacional de Revitalización de Centros Históricos celebrado en 2011 en el Centro Cultural de España en DF.³⁸

Lo excepcional de la Carta radica, más que en su contenido, en el hecho de que —por primera vez— un organismo relevante ocupado de la protección del Patrimonio como el INAH, haya conferido importancia a este aspecto de la intervención en la puesta en valor de Bienes Culturales.

Es un reto el mejorar la carta de Taxco y habrá que ir propiciando las condiciones para que antes o después pueda hacerse realidad, pero entre tanto, en nuestro entorno, es más apremiante la implementación de Planes Directores de Iluminación en los centros históricos.

En mayo de 2014 tuvieron lugar las jornadas *Paisaje Nocturno en los Conjuntos Históricos*³⁹ cuyas conclusiones se reflejaron en el documento *Bases Metodológicas para la Iluminación de Conjuntos Históricos* cuyo contenido se reproduce como **anexo al final de esta guía**.



Fotografía del Acto de Inauguración de las jornadas *Paisaje Nocturno en los Conjuntos Históricos*, 2014.

³⁵ Juan Antonio Herráez, Normas de conservación preventiva para la implantación de sistemas de iluminación en Monumentos y Edificios Históricos, IPCE.

³⁶ Los participantes españoles fueron Alfonso Jiménez —arquitecto de la catedral de Sevilla— y Miguel Ángel Rodríguez Lorite de la firma Intervento.

³⁷ Publicada por el INAH, la Junta de Andalucía, Fundación Sevillana Endesa, Fundación Caja Madrid y Catedral de Sevilla en enero de 2012.

³⁸ El encuentro se titulaba *Luces y sombras en los centros históricos*.

³⁹ Celebradas los días 19 y 20 de mayo en la ETSAM (Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid), promovidas por el IPCE (Instituto del Patrimonio Cultural Español) y apoyadas por el GCPH (Grupo de Ciudades Patrimonio de la Humanidad).

LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

LEGISLACIÓN

El Reglamento de Eficiencia Energética en instalaciones de alumbrado exterior e Instrucciones Técnicas EA-01-07 (RD 1890/2008) es el documento de referencia en este terreno. Trata específicamente la cuestión de la iluminación ornamental, aunque de un modo superficial. Desde el punto de vista legislativo es importante por cuanto que da las pautas para la ordenación del alumbrado exterior, obliga a unos ratios de eficiencia energética y asume las recomendaciones expresadas por los organismos internacionales en cuanto al control de la contaminación lumínica. Ahora bien presenta una serie de limitaciones que a continuación se detallan:

1. En 2008 ya había evidencias incuestionables de que las fuentes de LED iban a irrumpir con una fuerza sin precedentes en el mundo de la luminotecnia; sin embargo el RD, así como las instrucciones técnicas desconocen la existencia de esta fuente de luz, lo cual hace que el RD nazca prácticamente obsoleto tecnológicamente.
2. En cuanto a la aplicación que nos ocupa parte de un concepto, como mínimo sesgado, en la medida que únicamente propone la iluminación por inundación (*floodlighting*) de los monumentos, método que está cuestionado desde hace bastante tiempo por numerosos diseñadores de iluminación y que además difícilmente encaja con la arquitectura de nueva planta que, en caso de estar iluminada, lleva incorporados los sistemas de iluminación en la piel del edificio (arquitectura mediática).
3. Propone para la iluminación ornamental, con objeto de no entrar en contradicción con las instrucciones para evitar la contaminación lumínica, que en todo caso las proyecciones se orienten desde arriba hacia abajo. Esto último contraviene las recomendaciones para la conservación de los edificios ya que obliga a anclar equipamientos en fachada que además serían visible durante el día contaminando la imagen del monumento.

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se proponen no están avaladas por ningún organismo o colectivo profesional, son producto únicamente de la experiencia en este campo de la iluminación de los autores de la guía.

1. Considerar que la iluminación ornamental no es socialmente imprescindible por lo que el gasto, tanto de implantación como de mantenimiento, debe ser siempre medido, de acuerdo a imperativos de preservación del ecosistema.
2. El cumplimiento del RD 1890/2008 afecta únicamente a las instalaciones de más de 1 kW en potencia instalada. Sin rebasar esta potencia es posible iluminar edificios históricos que no sean de grandes dimensiones, siempre y cuando se utilice tecnología LED, se incorporen sistemas de regulación y control y se proyecte evitando la tecnología floodlight.
3. Cuando se trata de instalaciones menores de 5 kW, éstas estarán sometidas a una verificación inicial, como todas, pero no será preceptiva la inspección. La mayor parte de los monumentos se pueden iluminar sin dificultad con este límite de potencia.
4. Considerar otros modos de iluminación no tradicionales que atiendan más al gesto que a la representación formal, mediante proyectos que se orienten más a la interacción del edificio con el entorno que a dejar éste como sujeto pasivo que recibe luz. En el caso de intervenciones que busquen la representación formal del edificio, lograr esta mediante la suma de realces de detalles contando que se sumen a la contribución del alumbrado público existente.

LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

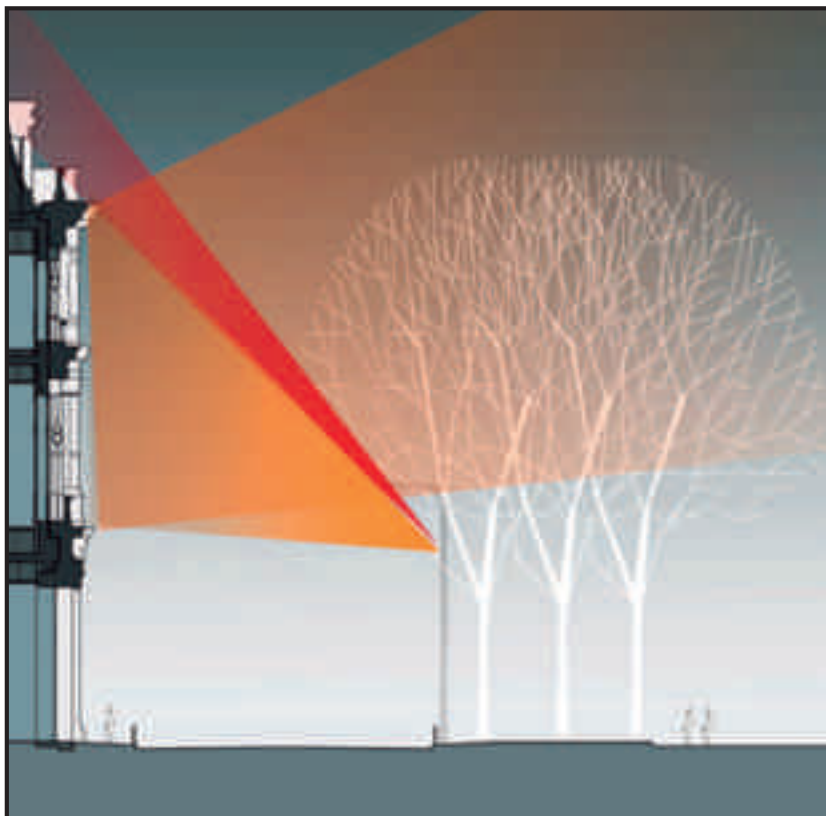
LEGISLACIÓN

El cuerpo legislativo vigente a escala estatal lo componen dos leyes que reflejan la creciente preocupación política, social y especialmente económica por las consecuencias de la contaminación lumínica. La primera de ellas, la Ley 31/1988 de Protección de calidad astronómica de los observatorios del instituto de Astrofísica de Canarias tuvo, como puede apreciarse en el enunciado, una finalidad exclusivamente científica. Esta Ley, desarrollada a través del RD 243/1992, hace en su artículo 12 una mención explícita a la cuestión que nos ocupa: *El alumbrado ornamental de edificios públicos monumentos y jardines podrá realizarse con cualquier tipo de lámparas, siempre que permanezca apagado después de las doce de la noche. Se procurará que la luz vaya siempre dirigida de arriba hacia abajo.*

La segunda es la Ley 34/2007 de calidad del aire y protección de la atmósfera en la que se define con claridad el concepto de contaminación lumínica como *El resplandor luminoso nocturno o brillo producido por la difusión y reflexión de la luz en los gases, aerosoles y partículas en suspensión en la atmósfera, que altera las condiciones naturales de las horas nocturnas y dificultan las observaciones astronómicas de los objetos celestes, debiendo distinguirse el brillo natural, atribuible a la radiación de fuentes u objetos celestes y a la luminiscencia de las capas altas de la atmósfera, del resplandor luminoso debido a las fuentes de luz instaladas en el alumbrado exterior.*

En su disposición adicional cuarta habilita a las Administraciones públicas que, en el ámbito de sus competencias, promoverán la prevención y reducción de la contaminación lumínica, con la finalidad de conseguir los siguientes objetivos:

- a) Promover un uso eficiente del alumbrado exterior, sin menoscabo de la seguridad que debe proporcionar a los peatones, los vehículos y las propiedades.
- b) Preservar al máximo posible las condiciones naturales de las horas nocturnas en beneficio de la fauna, la flora y los ecosistemas en general.
- c) Prevenir, minimizar y corregir los efectos de la contaminación lumínica en el cielo nocturno, y, en particular en el entorno de los observatorios astronómicos que trabajan dentro del espectro visible.
- d) Reducir la intrusión lumínica en zonas distintas a las que se pretende iluminar, principalmente en entornos naturales e interior de edificios.



Esquema de reflexión de la luz artificial hacia la bóveda celeste.

Junto a las anteriores encontramos desarrollos legislativos autonómicos en las comunidades de Cataluña, Islas Baleares, Navarra, Cantabria y Andalucía, así como ordenanzas municipales en Burgos, Santander, Sevilla, Córdoba, Tárrega, Castro Urdiales y Valencia. Un estudio comprado de estos desarrollos legislativos forma parte del documento final del GT-Luz Conama 09.⁴⁰

El decreto más reciente es el 190/2015 de 25 de agosto de ordenación ambiental del alumbrado urbano para la protección del medio nocturno de la Generalitat de Cataluña en el que se permite, como excepción, la iluminación por encima de la línea de horizonte para el alumbrado ornamental. También se hace referencia a la radiación permitida por debajo de los 400 nm.⁴¹

⁴⁰ Juan Carlos Contreras González, *Valoración comparativa de la normativa desarrollada en España para la protección del medio nocturno frente a la contaminación lumínica*.

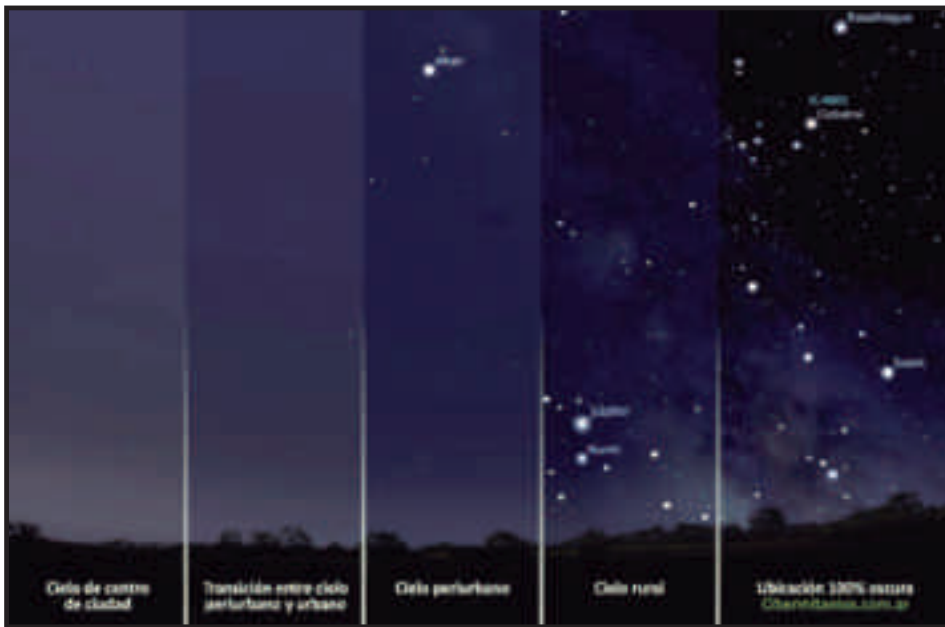
⁴¹ En caso de disponer de la distribución espectral de la fuente de luz se admite el uso de lámparas con temperaturas de color en cualquier caso inferiores a los 4200 K.

RECOMENDACIONES

La preocupación real por los efectos de la contaminación lumínica son relativamente recientes. De hecho en la Guía para alumbrado con proyectores⁴² de hace dos décadas, especialmente redactada para la aplicación que nos ocupa, no hacía referencia en ningún apartado sobre esta cuestión.

La publicación CIE 126 de 1997⁴³ sin embargo parte de la consideración de que la luz puede tener un efecto contaminante que produzca riesgos para la seguridad, perturbaciones ecológicas, molestias visuales y medioambientales, además de representar un desperdicio de energía. Aparte de establecer la clasificación zonal en orden a establecer restricciones lumínicas —E1 áreas intrínsecamente oscuras como los Parques Naturales a E4 áreas de alta luminosidad como los centros comerciales de las grandes ciudades— recomienda valores de FHS_{inst}⁴⁴ para cada una de ellas. Por último se hace eco de las recomendaciones de la ILE 1994.⁴⁵

La Declaración de La Palma Startlight 2007⁴⁶ afirma en su primer punto que: *El derecho a un cielo nocturno no contaminado que permita disfrutar de la contemplación del firmamento, debe considerarse como un derecho inalienable de la Humanidad.*



Contaminación lumínica en el cielo nocturno. Fuente: cibermitanios.com

En el anexo II se ofrece información adicional sobre legislación, normativas, bibliografía, así como instituciones cuyo eje de actividad se centra en la sensibilización sobre los efectos de la contaminación lumínica.

⁴² Comisión Internacional de Alumbrado, *Informe Técnico CIE 94*, 1ª Ed., 1993.

⁴³ Informe técnico *Directrices para la minimización del brillo del cielo*.

⁴⁴ La proporción de luz emitida hacia arriba instalada expresada como porcentaje del flujo luminoso de la luminaria.

⁴⁵ *Guidance notes for the reduction of the light pollution*, ILE (Institution of Lighting Engineers), 1994.

⁴⁶ Conferencia internacional en defensa de la calidad del cielo nocturno y el derecho a observar las estrellas.

CONCLUSIONES

En términos generales las medidas que resultarían más eficaces para lograr que la iluminación ornamental fuera coherente con los objetivos de la Declaración de París de diciembre de 2015, con la declaración de Start Light y con la conservación del patrimonio arquitectónico, serían las siguientes:

1. Un consumo de energía limitado en esta aplicación, que erradique definitivamente del panorama de nuestras ciudades la imagen de un monumento *bombardado por luz que lo descontextualiza de su entorno y lo hace aparecer como un ectoplasma que surge del vacío...*⁴⁷ No perder de vista que en nuestro país 1 kWh equivale a la emisión de 430 g de CO₂ a la atmósfera.⁴⁸ Así pues, una instalación pequeña de unos 5 kW funcionando unas 1000 horas anuales, ¡representaría una emisión a la atmósfera de algo más de 2 toneladas!



Imagen de la iluminación de la Plaza del Cardenal Belluga de Murcia y de su Catedral y Torre, antes de la renovación de la iluminación.

Potencia consumida en la Torre:
47.000 W



Imagen de la iluminación de la Plaza del Cardenal Belluga de Murcia y de su Catedral y Torre, después de la renovación de la iluminación realizada el año 2014. Intervento.

Potencia consumida en la Torre:
4.400 W

2. Un consumo eficiente fundamentado en el empleo de tecnología LED, con las luminarias y ópticas adecuadas y sistemas de control correctamente programados.

⁴⁷ Armando Ginesi, *Por una teoría de la iluminación de Bienes Culturales*, Ed. Domus, p. 48.

⁴⁸ Ramon San Martin Páramo, *Costos de implantación y mantenimiento de instalaciones de alumbrado exterior*, CONAMA 09.

3. Empleo de temperaturas de color cálidas. En el caso de iluminación dinámica coloreada en tonos fríos utilizarla únicamente de forma esporádica.
4. Asumir que a la iluminación ornamental no se le pueden aplicar las reglas de la iluminación urbana y por tanto puede emitir flujo hacia el hemisferio superior, siempre y cuando se respeten toques de queda estrictos.
5. Garantizar que cualquier equipamiento colocado sobre el edificio cumple dos condiciones: que la instalación sea reversible y que de día quede oculto a la visión.

Una política sectorial sobre este asunto debería contemplar:

1. La realización de un diagnóstico sobre alumbrado ornamental existente en el que se detallara la instalación de cada monumento y además se recogiera infografía sobre el resultado lumínico.
2. La constitución de una comisión multidisciplinar compuesta por personas expertas en arquitectura, urbanismo, historia del arte, gestión, ingeniería y diseño de iluminación capaces de trazar las líneas maestras del paisaje nocturno en las ciudades.
3. La realización de Planes directores de iluminación que resuelvan simultáneamente la iluminación urbana, ornamental y comercial.

ILUMINACIÓN EXTERIOR DE MONUMENTOS

INTRODUCCIÓN

Cabría preguntarse si la iluminación ornamental en nuestro país a lo largo del siglo xx ha tenido alguna relación con las escuelas norteamericana o alemana, cuyo origen y evolución se ha ilustrado en el primer capítulo de esta guía. No es temerario aventurar que los países en donde se estaba desarrollando la tecnología de la iluminación artificial, fueran también los más avanzados en sus aplicaciones más sofisticadas como la arquitectura de la luz. Por otro lado los hechos históricos descabalaron a nuestro país de la evolución del mundo desarrollado durante decenios, razón por la que hasta avanzada la década de los años 60, coincidiendo con el desarrollismo y la política turística, las iluminaciones ornamentales brillaran por su ausencia. La crisis energética de principios de los 70 pondría fuera de uso gran parte de las iluminaciones realizadas en el periodo anterior. El salto a la modernidad en España hizo que, a partir de los años 80 y hasta la reciente crisis económica, el país se viera sumido en la *luminomanía*, de modo que cualquier edificio antiguo, al margen de su valor arquitectónico o histórico, fue considerado merecedor del realce nocturno. Por otro lado, llamaba la atención el exceso de luz en el centro de las ciudades y por ende, la de los monumentos que debían resaltar sobre la iluminación urbana. La crisis económica —más que los preocupantes efectos del calentamiento global— ha puesto fin a unas décadas de dislate, de modo que disponemos ahora de una envidiable oportunidad para replantear el paisaje nocturno en los centros urbanos.



Gran Vía de Madrid 1935 y 1950.



Gran Vía de Madrid sin fecha y actualmente.





Iluminación del Banco de España a mediados del siglo xx.⁴⁹

Cultura de la luz en España hay poca. Cuando el sector comienza a desarrollarse lo hace la mano de las empresas fabricantes, que ofrecen los servicios gratuitos de prescripción y proyecto, realizados por sus departamentos técnicos en los que prestaban sus servicios esencialmente ingenieros eléctricos o personal comercial preparado por la propia empresa. Prácticamente hasta finales de los años 80 no existe en nuestro país la figura que hoy conocemos como *lighting designer*⁵⁰, lo que da una idea del atraso profesional en este campo. Hasta hace un decenio ninguna universidad contaba con un título propio en esta materia, de tal suerte que es ahora cuando las primeras promociones empiezan a ocupar un espacio profesional relevante. Por desgracia todavía no hay más allá de una media docena de estudios profesionales independientes en nuestro país que puedan ser considerados viables económicamente. El escollo para el desarrollo de la profesión es que tanto las administraciones, como los grandes clientes y los arquitectos se han acostumbrado a que los *proyectos*⁵¹ de iluminación sean *gratuitos*.

La cultura de la luz avanzará hacia el nivel de los países más avanzados cuando los poderes públicos descubran el valor y la rentabilidad económica del proyecto de iluminación elaborado por diseñadores cualificados, en teoría sin mayor interés comercial en la promoción de tal o cual producto, y capaces de elegir entre las mejores luminarias del mercado o diseñar aquellas que se adapten mejor al espacio arquitectónico.

⁴⁹ Archivo Ragel, cortesía de María Santoyo.

⁵⁰ Se pone a propósito el término en inglés, básicamente para llamar la atención y por tratarse en última instancia de una profesión importada, dada la ausencia histórica de escuela profesional en nuestro país.

⁵¹ Se diferencia *proyectos* y *gratuitos* porque los primeros se limitaban a unos planos de planta genéricos, información técnica, cálculos y presupuesto y en modo alguno eran gratuitos porque habitualmente se procuraba, por interés comercial, prescribir más equipamiento del que realmente hacía falta.

EL PROYECTO DE ILUMINACIÓN

Una distribución juiciosa de la luz sirve para prestar unidad y orden no sólo a la forma de los objetos aislados, sino igualmente a la de una composición entera.

Rudolf Arnheim

El proyecto de iluminación es un proceso, no un acto profesional unívoco.

CONCEPTUALIZACIÓN

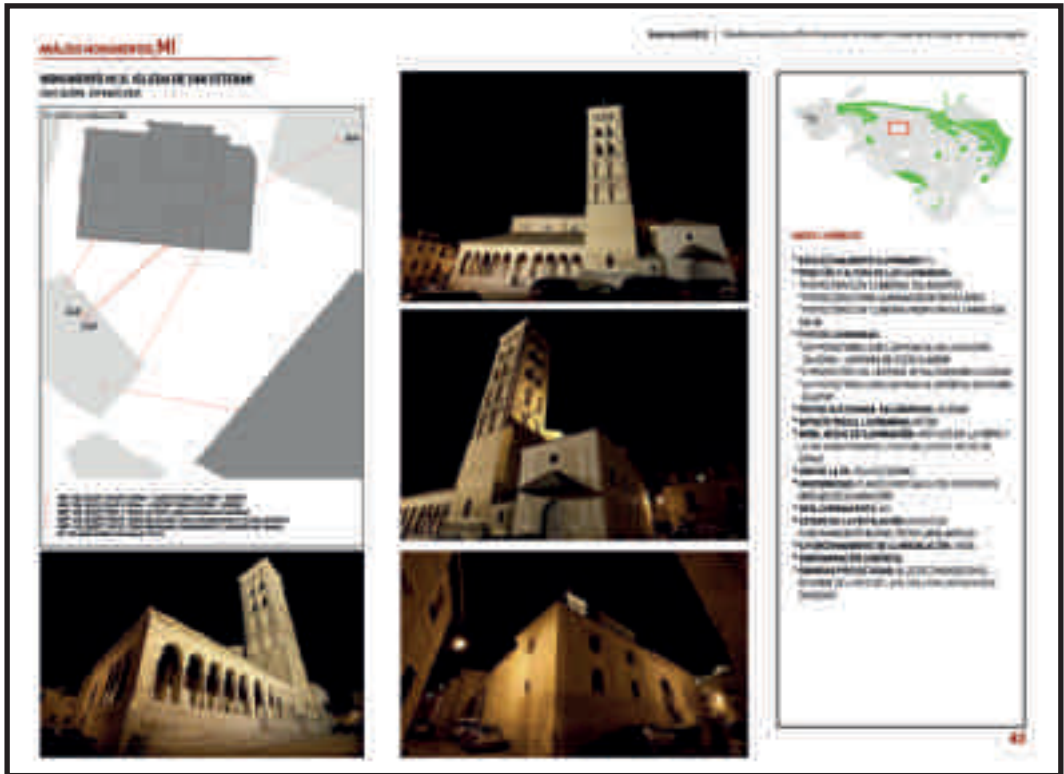
Como cualquier otro proyecto debe construirse de lo general a lo concreto. Como el objeto del proyecto es la intervención sobre algo existente, en este caso un monumento, un yacimiento arqueológico, una fuente o una escultura, puede parecer que el proceso de conceptualización no sea necesario, cuando en realidad es imprescindible.

En primer término convendrá acercarse a la realidad del objeto a iluminar. A su realidad física y a la que emana de su historia en un contexto funcional y urbano determinado.

Es condición necesaria conocer a grandes rasgos la historia, el estilo arquitectónico y la morfología del objeto del proyecto. Un primer acercamiento resulta sencillo gracias a las herramientas de la tecnología de la información de las que disponemos, pero es imprescindible visitarlo, pasear por el entorno, verlo de día y de noche y sacar un buen reportaje fotográfico que será necesario para la infografía del proyecto. Este estudio preliminar nos informará de los condicionantes objetivos existentes para poder realizar el trabajo.



Ficha análisis general de monumento.



Ficha análisis lumínico de monumento.

Por otro lado existen otros condicionantes de los que la entidad promotora informará y que tienen que ver con el porqué se acomete ese proyecto y que plazos y disponibilidades económicas existen.

A partir de ahí debe comenzar el proceso de conceptualización para el que conviene olvidar experiencias similares y recursos de los que se dispone y empezar a pensar desde cero. Cada monumento es único y requiere ser tratado como tal.

Esta conceptualización tendrá presente además condicionantes y criterios de índole general: sostenibilidad medioambiental y conservación del monumento, cánones de percepción —tratamiento de sombras y volúmenes—, composición de la escena, etc.

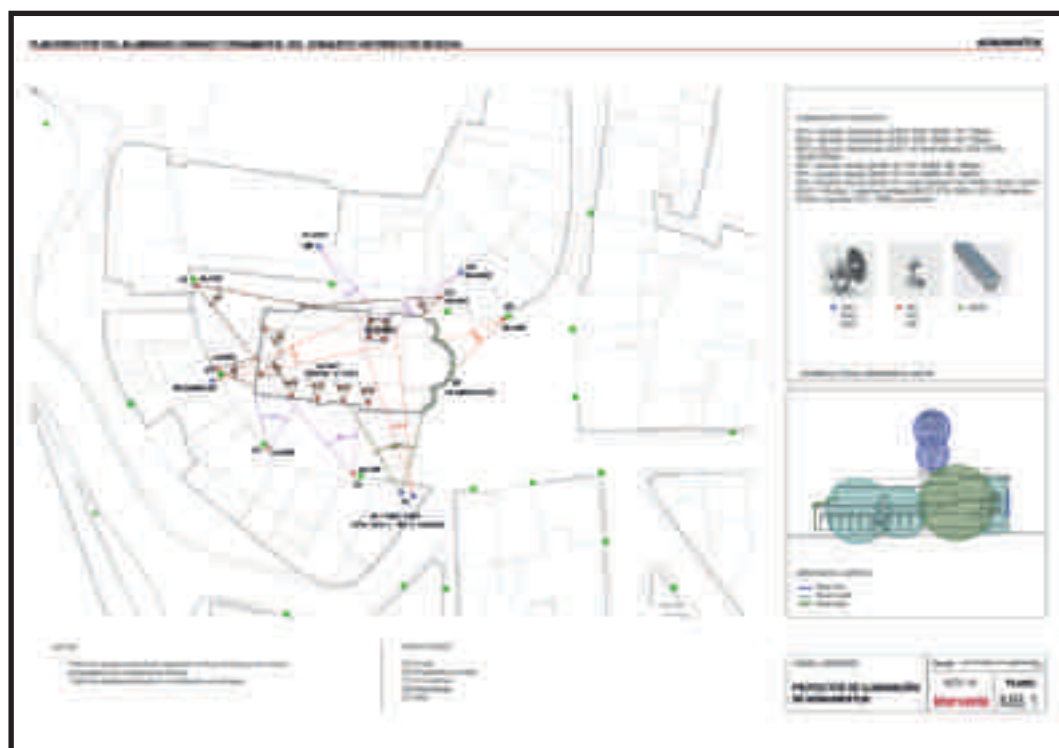
Una vez que está clara la intención es preciso verbalizarla y dibujarla. Así pues, tanto la memoria escrita como las representaciones virtuales de lo que se pretende son imprescindibles para que un proyecto sea considerado como tal.

De hecho estos documentos son lo esencial del proyecto de iluminación. Probablemente a muchos les parecerá exagerada, o equivocada incluso, la anterior afirmación. A lo largo de tres décadas de oficio el autor ha podido comprobar que la inmensa mayoría de los profesionales que se consideran a sí mismos proyectistas son incapaces de imaginar el resultado de su instalación, lo cual no deja de ser sorprendente. Es por ello que el cliente, no experto en este campo, debe exigir una imagen del resultado esperado como garantía de que el equipo de diseño es competente en su cometido.

EL PROYECTO BÁSICO

Una vez que se tiene claro cómo ha de ser iluminado el monumento, las decisiones comienzan a fluir: qué fuentes de luz se emplearán, qué temperatura de color es la elegida, qué características han de tener las luminarias, cómo han de distribuirse, etc.

En este punto las dudas se han disipado y el proyecto se desarrolla por sí mismo: planimetría, diseño de luminarias en su caso, elección de luminarias de serie, detalles constructivos, informaciones técnicas, cálculos y el presupuesto estimativo.



Planimetría del proyecto básico de iluminación de la iglesia de San Lorenzo en Segovia.

INTERLOCUCIÓN

En la aplicación que nos ocupa por norma general son los representantes de la administración pública, directa o indirectamente, los interlocutores.

El proyecto básico ofrece una lectura del objeto a iluminar que ha de ser compartida y aceptada, por lo que la explicación del proyecto a los responsables de la gestión del monumento y el intercambio de pareceres son esenciales. En este equipo hay perfiles profesionales no expertos en luminotecnia por lo que la posibilidad de comunicación real radica en la memoria escrita y en las imágenes virtuales del resultado final esperado, en el marco lógicamente de una estimación presupuestaria. En ocasiones convendrá realizar algunas pruebas in situ para que la propiedad compruebe determinados efectos, la calidad o calidez de la luz, etc.

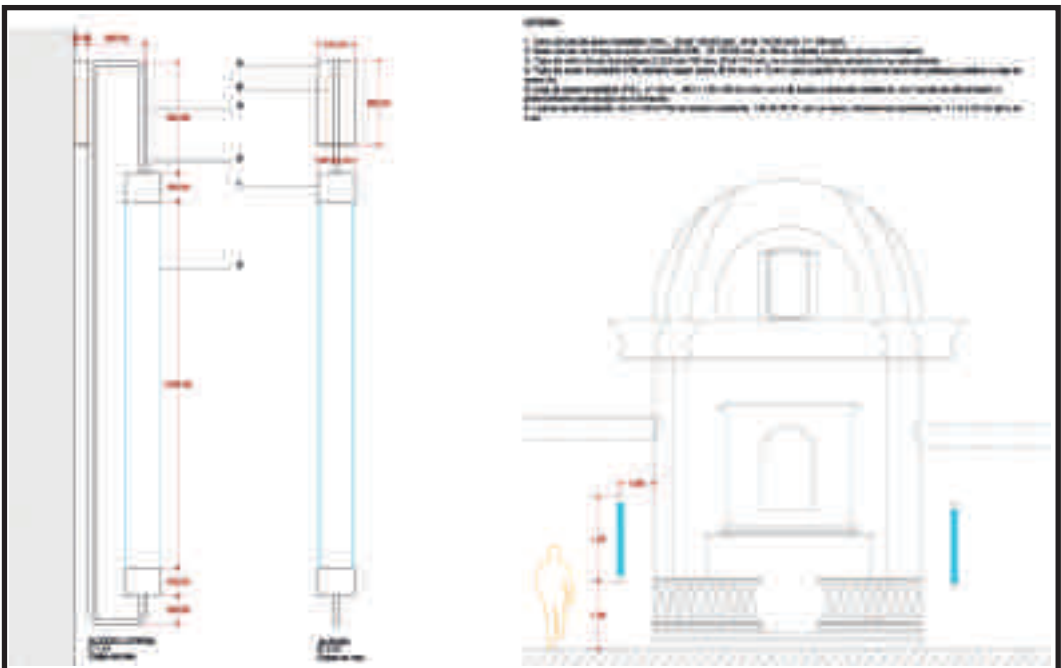
Este proceso de intercambio puede resolverse en una sesión de trabajo o puede requerir otras consultas y modificaciones hasta que el acuerdo entre las partes quede sellado.



Charla con asociaciones vecinales sobre el Plan Director de iluminación de Segovia.

PROYECTO DE EJECUCIÓN

Una vez que lo anterior está perfectamente definido es el momento de realizar el proyecto de ejecución que incluirá además del proyecto de iluminación definitivo, el proyecto eléctrico correspondiente, el pliego de condiciones técnicas, el plan de evaluación de riesgos laborales y el presupuesto de ejecución material.



Plano proyecto de ejecución Iglesia San José de Puerto Rico.

EJECUCIÓN

Es sin lugar a dudas la prueba de fuego del proceso. Hasta el momento todo es un ejercicio que no deja de ser teórico, en tanto que el papel y las imágenes soportan cualquier cosa.

El equipo de diseño tiene que asegurarse tener al menos voz en el proceso de adjudicación de las obras. La mayoría de ellas se van a tramitar a través del Real Decreto que recoge el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público. A poco que la obra tenga cierta envergadura el proceso será mediante concurso público.



Pruebas de iluminación de equipos durante la ejecución de los proyectos.

El primer paso por tanto es la elaboración del Pliego de Condiciones Técnicas que ha de estar lo más desarrollado posible a fin de evitar confusiones posteriores. En el Pliego de Condiciones Administrativas poco puede influir el equipo de diseño, aunque es fundamental evitar que el proceso se transforme en una simple subasta. Hay razones de peso para minorar en lo posible la influencia en la valoración final de la oferta económica.

1. Se trata de una intervención sobre el Patrimonio Histórico por lo que los procedimientos de trabajo e instalación tienen unas reglas muy específicas que exigen determinadas condiciones a las empresas y al equipo humano que haya de ejecutar la obra.
2. Se trata de iluminaciones sujetas a numerosas pruebas y posibles modificaciones.

Es por lo anterior que deben alcanzar una puntuación lo más próxima al 50% otros elementos de valoración, que han de ser cuantificables, algunos de los cuales se citan:

1. Experiencia en obras de la misma naturaleza.
2. Cualificación del equipo de trabajo y de su dirección.
3. Número de horas ofertadas para la realización de pruebas nocturnas.
4. Cronograma y planificación de la obra.
5. Adaptación a las prescripciones del proyecto.
6. Mejoras.

Durante los últimos años las puntuaciones relacionadas con la calidad de la empresa y su buen hacer han ido perdiendo peso, de forma que en muchas circunstancias el elemento determinante es el precio, lo que sin lugar a dudas es un criterio antieconómico. Es evidente que una baja excesiva va a repercutir ineluctablemente en la calidad de la obra, pero además premia a las empresas de peor calidad, con personal peor pagado y en consecuencia, menos cualificado. Las empresas modernas, que cuidan su capital humano, que cuidan la salud laboral, que tienen planes de igualdad y de formación, que investigan, que invierten en medios de trabajo, etc., quedan en franca desventaja frente a la clásica empresa no competitiva tan inserta en el ADN empresarial de nuestro país.

Para el equipo de diseño de iluminación y para llegar a un final que satisfaga a todas las partes, la calidad de la empresa responsable de la ejecución es clave.

ENTREGA

Los documentos que deben acompañar al final de la obra son los siguientes:

1. Planos *as built*.
2. Reportaje fotográfico profesional.
3. Plan de mantenimiento.
4. Documentos exigibles de acuerdo al RD 1890/2008.

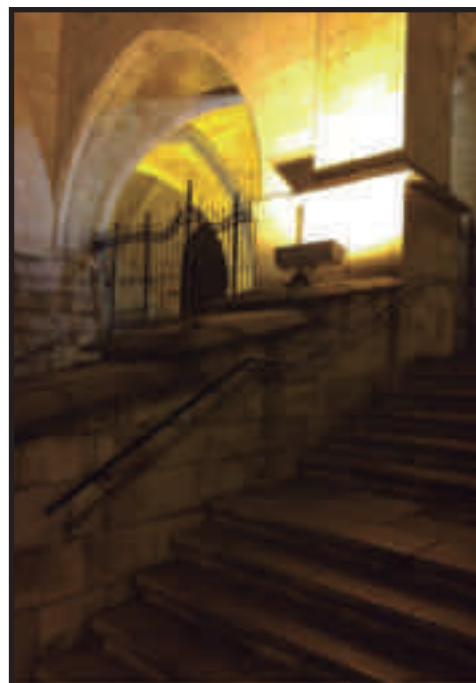
ASPECTOS TÉCNICOS

FUENTES DE LUZ

Se ha cerrado un capítulo en la historia de las fuentes de luz. Ya nadie se plantea una instalación de iluminación ornamental con fuentes de luz tradicionales como el vapor de sodio a alta presión o el vapor de mercurio con halogenuros metálicos. En esta guía no vamos a adentrarnos en la descripción de la tecnología LED en la medida de que ya existe documentación suficientemente desarrollada⁵² de fácil acceso a cualquier usuario, sino más bien en las posibilidades que ofrece y las maneras en que conviene utilizarla.

En la iluminación de monumentos nos encontrábamos las siguientes limitaciones derivadas esencialmente de la naturaleza de las fuentes de luz tradicionales:

1. Imposibilidad de regulación en continuo.
2. Temperaturas de color limitadas y relacionadas de modo estanco con la temperatura de color de las fuentes. Por ejemplo, si se deseaba una temperatura de color de 5000 K sólo podía conseguirse con vapor de mercurio de 1000 W.
3. Índice de reproducción cromático deficiente en potencias usuales.
4. Tamaños excesivos de fuentes y por tanto de equipos.
5. Escasa variedad de ópticas.



Equipos usados para la iluminación de la catedral de Santander.

⁵² Consultar *Guía sobre tecnología LED en el alumbrado*, FENERCOM.

Pues bien, todo eso queda resuelto con la tecnología LED que además incorpora algunas otras posibilidades que abren horizontes nuevos a interacción de la luz y la arquitectura:

1. Elección entre luz blanca o coloreada sin alteración de tamaños de luminarias.
2. Temperaturas de color de 2500 a 8500 K.
3. Adaptación de la óptica que se desee a cada punto de luz de cada luminaria. De este modo se puede llegar a construir prácticamente la curva de distribución de flujo luminoso que se desee.
4. Posibilidad de diseño y construcción de la luminaria a la medida dado que la unidad luminosa es puntual.
5. Regulación y control con los medios tecnológicos más avanzados.

Antes de la tecnología LED las posibilidades para la iluminación arquitectónica eran escasas. Poco se podía hacer más allá de la inundación de luz del monumento combinada con el realce de determinados elementos del mismo. La contaminación lumínica, el exceso de iluminación sobre el monumento y la lectura gruesa del mismo eran prácticamente inevitables.

Ahora disponemos de una herramienta que nos permite otras muchas posibilidades y por tanto estamos frente a un momento de cambio, en el que podrán verse realizadas de modo inocuo, eficaz y amable con el medioambiente iluminaciones mucho más sutiles y gráficas, lo que supondrá un reto sin precedentes a la profesionalidad y creatividad de los diseñadores.

PARÁMETROS

En este apartado procuraremos evitar fórmulas y definiciones científicas, así como lo que se da habitualmente por sabido y que puede consultarse en cualquier tratado de lumino-tecnia básica.

Temperatura de color

La información que tenemos que manejar partiendo siempre de que ya sólo hablamos de las fuentes de LED es la siguiente:

1. Las temperaturas de color que podemos manejar oscilan entre los 2500 K —muy cálida— a los 8500 K —extremadamente fría, percepción azulada—.
2. La temperatura de color del LED no varía con la regulación de flujo —como por ejemplo sí sucede con la incandescencia—.
3. Las fuentes de LED con temperaturas de color superiores a los 3000 K emiten radiación en la parte fría del espectro por lo que pueden contribuir en mayor medida a la contaminación lumínica.

Hay algunas recomendaciones que provienen de la antigua escuela que conviene poner en cuestión:

1. Utilizar diferente temperatura de color para realzar elementos singulares de los edificios —por ejemplo en una iglesia iluminar la torre con luz más fría—. La mezcla de temperaturas de color es algo que no sucede en la naturaleza y por tanto el efecto es bastante artificial. Asimismo, tiende a dificultar una lectura unitaria del edificio iluminado.
2. El empleo de una temperatura de color u otra dependiendo de la configuración material de las fachadas —por ejemplo si es granito, emplearemos luz fría, si es ladrillo más cálida—. Esto obviamente redundaría en una mayor eficacia visual dado que el ladrillo reflejará más luz si lo que recibe es luz cálida que emite más radiación en los tonos cálidos del espectro visible, pero un parámetro tan importante como éste no ha de ser elegido por razones de eficacia sino por el ambiente que se pretenda generar. Por otro lado aceptar esto como un principio significaría mezclar temperaturas de color en fachadas de granito y ladrillo.



Iglesia de la Vera Cruz de Segovia.



Catedral de Toledo.

La temperatura de color es uno de los parámetros más importantes del proyecto de iluminación. La elección debe ser tomada siguiendo los siguientes criterios:

1. El edificio a iluminar en el entorno. El alumbrado urbano va a tener influencia en la decisión. Como veremos más adelante lo ideal es planificar conjuntamente alumbrado urbano, ornamental y comercial, pero la realidad es que esto no sucede en la mayor parte de las circunstancias.
2. No olvidar la relación que existe entre la temperatura de color y la iluminancia.⁵³ En general con los niveles de iluminación nocturna, y si se pretende una iluminación moderada del edificio, convendrá moverse en temperaturas de color en el entorno de los 3000 K. No obstante, y si no se trata de una iluminación por inundación, se pueden generar propuestas muy interesantes con otras temperaturas de color.
3. En caso de utilizar contraluz —interior de campanarios, o soportales, etc.— la iluminación que provenga del interior no podrá ser más fría que la empleada para el exterior.



Iluminación de la Puerta de Santiago de Segovia. Intervento.

La modificación in situ de la temperatura de color sólo puede hacerse por dos procedimientos:

1. Si hemos empleado un equipamiento que permite específicamente esa posibilidad, que nos da un juego de temperaturas de color entre 3000 y 4000 K.
2. Si se emplea RGB y se calibra la luz blanca, aunque la calidad de luz blanca con este sistema es bastante deficiente.

⁵³ Diagrama de Kruthoff que indica que la comodidad visual exige mucha luz si esta es fría y poca si es cálida.



Iluminación fachada del Palacio Villa Hermosa, actual Museo Thyssen Bornemisza. Intervento.

Índice de reproducción cromática

Este parámetro que nos da idea de la fiabilidad en la reproducción de los colores bajo un iluminante artificial, y que es tan importante en la iluminación de obras de arte, no es relevante en esta aplicación.

En el caso del LED, si se emplea luz blanca, convendrá que el IRC > 80, aunque utilizar uno de mayor calidad no representa un coste adicional relevante, en los rangos de coste de las luminarias o los equipos de control.

Luminancia

Es el parámetro más complejo en su formulación física, pero también el más importante en el diseño de iluminación. De hecho es el único que relaciona a los tres sujetos del proceso perceptivo: la luz, el objeto y el observador.

La fuente de luz y la luminaria tienen mayor o menor luminancia dependiendo de su tipología —un tubo fluorescente 7500 cd/m^2 , un filamento incandescente 500.000 cd/m^2 —. Las superficies en función de su naturaleza y acabado presentan luminancias distintas —papel blanco 120 cd/m^2 , papel gris 25 cd/m^2 — y el observador percibe estas relaciones a través del contraste que es una variable que mide la diferencia de luminancias relativa entre un objeto y su fondo. Así pues, cuando el contraste es muy elevado o mínimo el proceso de visión se resiente. En el primer caso se producen deslumbramientos que pueden alcanzar distintos niveles y en el segundo el objeto puede pasar desapercibido.

Las precauciones básicas que han de tenerse presentes en todas las circunstancias son:

1. Evitar la percepción directa de ninguna fuente de luz o superficie emisora de luz de la luminaria. Cuando se realizan proyecciones a distancia lo más frecuente es que esto suceda en posiciones de observación normales o que puedan generarse deslumbramientos al vecindario colindante.
2. Calibrar según la luminancia aproximada de la superficie a iluminar el flujo luminoso que será necesario para obtener el resultado deseable.
3. No olvidar que los gradientes de luminancia son el mejor instrumento para la representación formal de un volumen.

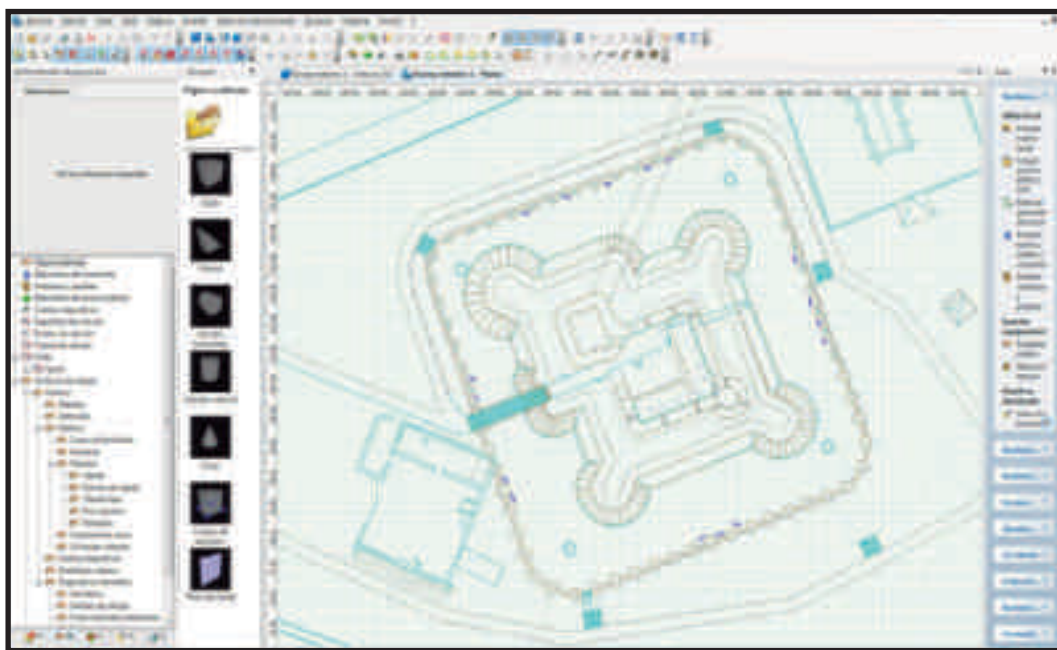


Iluminación de la Casa de la Moneda, Segovia. Intervento.

MÉTODOS DE CÁLCULO

Existen varios programas de cálculo por ordenador que son de gran utilidad cuando se trata de calcular iluminancias y distribución de la luz en un espacio determinado. Muchos fabricantes disponen también de *software* más adaptado a las características de las luminarias que fabrican. Ahora bien, estos programas son más fiables cuando los espacios sobre los que se desarrollan los cálculos presentan geometrías habituales y simétricas. En el caso de la iluminación de monumentos las utilidades son limitadas pero sirven correctamente para la evaluación de niveles de iluminancia y distribución de flujo sobre las distintas superficies. El equipo de diseño debe emplearlos como herramienta de comprobación para saber si se alcanzan los niveles de iluminancia deseados —en caso de sobrepasarlos, se dispone de la regulación— y para asegurar que los valores de uniformidad sobre la superficie a iluminar son los adecuados.

Actualmente estas herramientas están avanzando en la realización de visualizaciones foto realistas de los espacios, por lo que también se emplean para contar de una manera más visual el proyecto, como un complemento al resto de documentación gráfica del proyecto de iluminación.



Cálculos proyecto iluminación del Castillo de la Alameda en Madrid (Dialux).

Los principales *software* profesionales para el diseño de iluminación son Relux y Dialux. Los aportes de los miembros que promocionan el desarrollo de los programas de cálculo lumínico, permite que los diseñadores dispongan de esta herramienta de forma gratuita. Estos programas constituyen un nexo entre fabricantes y diseñadores, que permite a los usuarios estar al día de las características de los nuevos productos.

Estas herramientas de cálculo son de manejo intuitivo, permiten una visualización realista de los espacios en los que se trabaja, un acceso eficiente a los datos actualizados de los fabricantes de luminarias, detectores y medios luminosos y se obtienen cálculos precisos.

Existen otros programas de cálculo de iluminación menos utilizados y conocidos, algunos de ellos son desarrollados por los propios fabricantes de manera exclusiva para sus productos, como pueden ser Daisalux, Litestar 4D, CALCULUX o AIDOLux entre muchos otros.

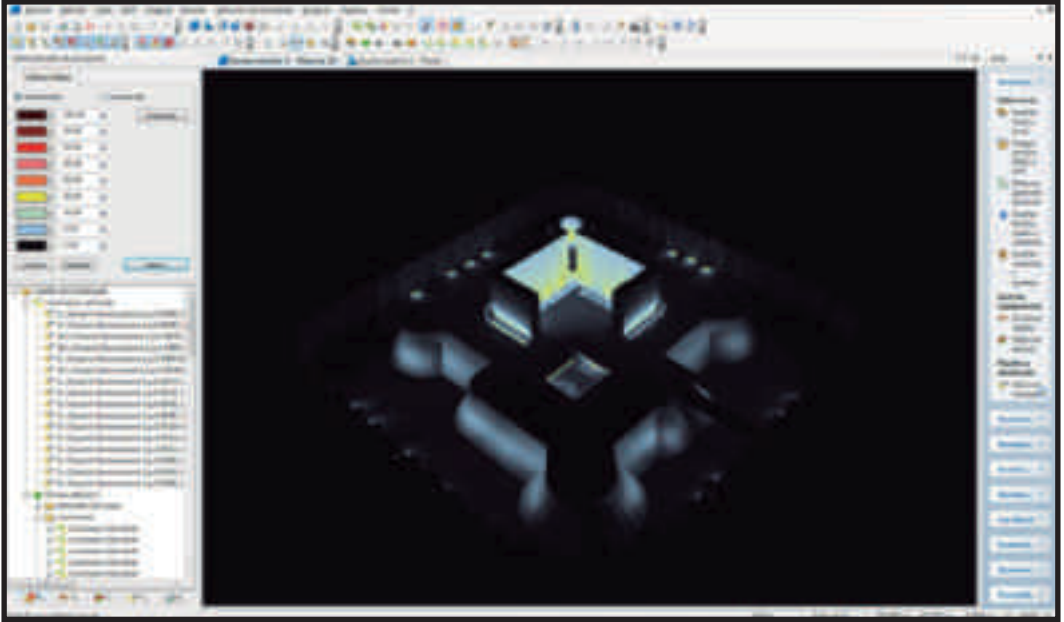


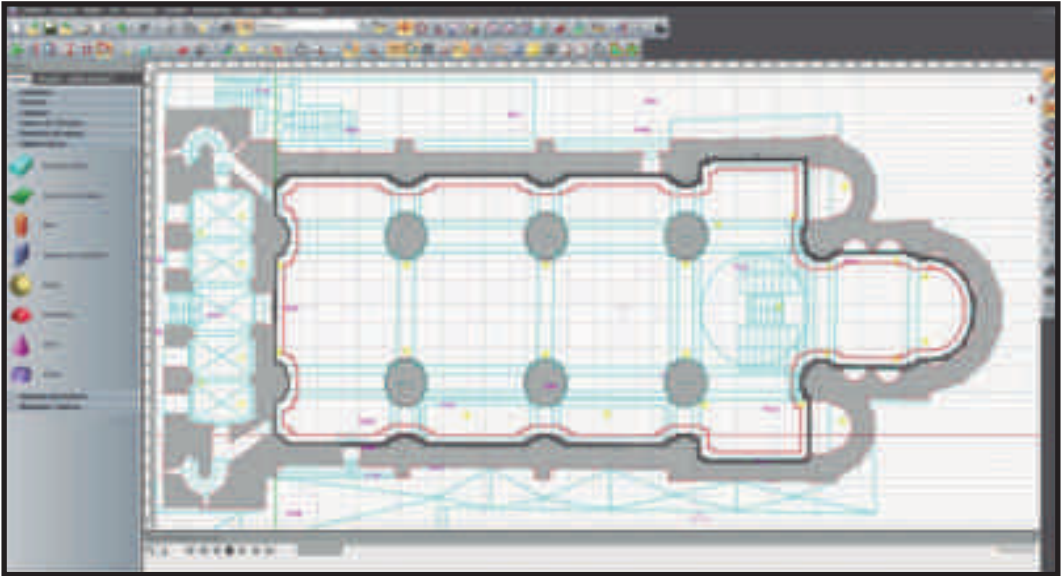
Imagen Castillo de la Alameda en Madrid (Dialux).

Relux Suite 2015.1

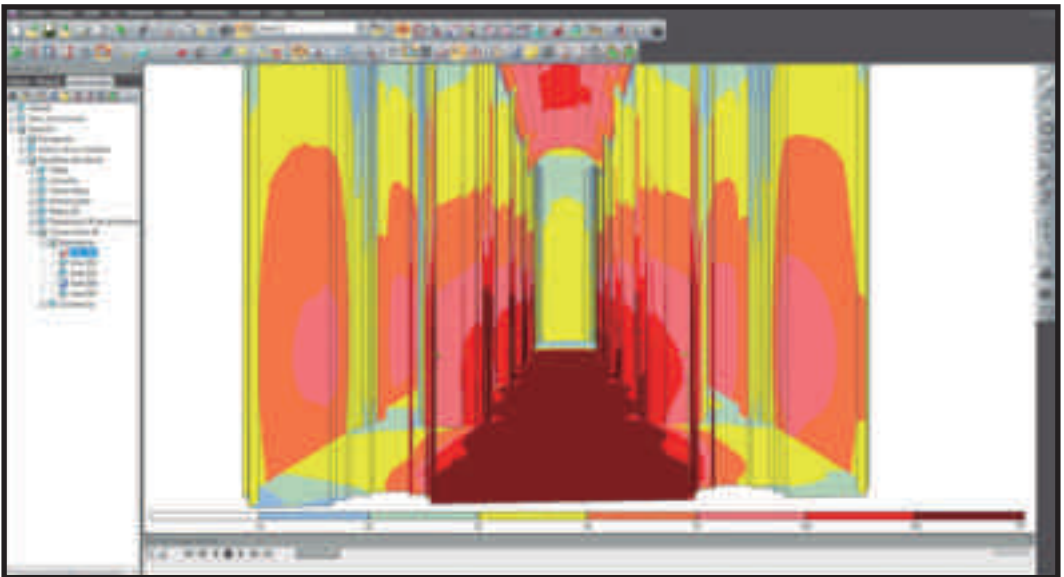
Es la última versión de este programa de cálculo luminotécnico que está formado por un conjunto de módulos de *software* con los siguientes componentes: ReluxPro —incluye el módulo de animación ReluxMovie—, ReluxVivaldi, ReluxTunnel, ReluxRaytracing Cálculo, ReluxEnergy, ReluxOffer, ReluxCad, ReluxTools, ReluxAdmin, ReluxLum, ReluxPickIt, Relux-Update, ReluxUninstall.

El módulo principal del programa es ReluxPro, que permite la configuración del modelo o el espacio que se pretende calcular, bien mediante la creación del mismo con las herramientas de dibujo en 2D y 3D que ofrece el propio programa o mediante la importación de formatos Green Building XML (gbXML) que abarca programas CAD y herramientas de ingeniería soportadas por BIM 3D. Una vez completa la configuración del espacio se realiza la visualización con Relux Raytracer a través del gestor de cálculo.

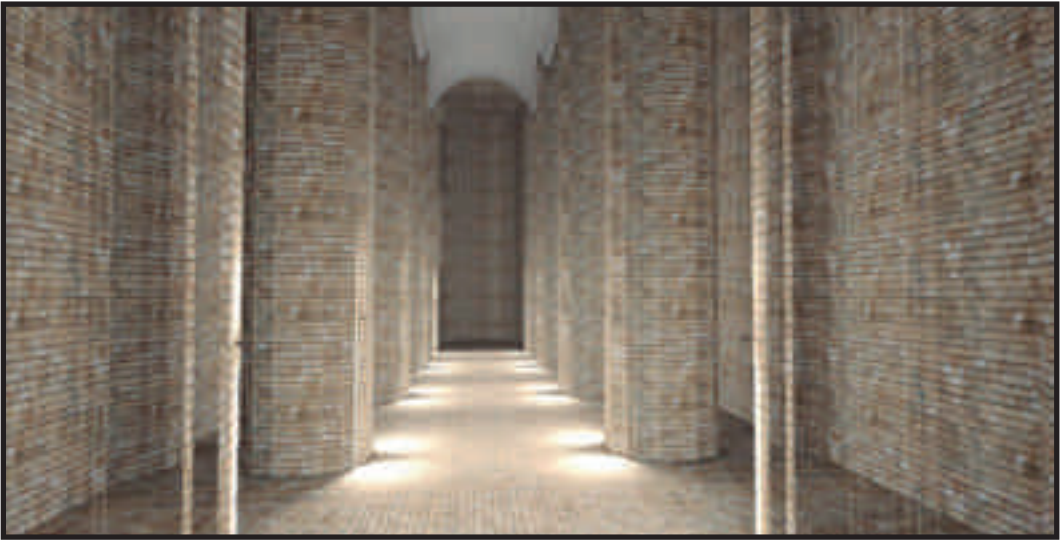
Relux permite los siguientes tipos de cálculo: luz artificial —el cálculo sólo incluye luminarias como fuentes de luz—; luz natural —se considera en el cálculo la luz que incide a través de ventanas y tragaluces—; luz artificial y luz natural —se tienen en cuenta para el cálculo todas las fuentes de luz artificiales y la luz diurna—. Estos se realizan con el motor de iluminación Raytracing que es una versión mejorada de Radiance.



Proyecto de la Iglesia del Monasterio de Cardona (Relux).



Iglesia de Cardona. Distribución de iluminancias en 3D (Relux).



Simulación Iglesia Monasterio de Cardona (Relux).

El nuevo módulo ReluxVivaldi está específicamente diseñado para simulaciones dinámicas de luz, incluyendo la información energética en los cálculos, pudiendo determinar el consumo energético y emisiones de CO₂ de una instalación de iluminación.

Dialux Evo

Es la última versión del otro gran programa de cálculo de iluminación, el de uso más extendido entre fabricantes y diseñadores, llegando a estar presente en 189 países.

Esta nueva versión es una evolución más potente que permite un uso más intuitivo de las herramientas que ofrece. Comprende diversos modos que definen su concepto de trabajo: el *modo construcción* ofrece todas las herramientas necesarias para la creación de la geometría por medio de la importación de un archivo dwg y su retoque, permite también trabajar con formatos gbXML; en el *modo luz* el proyectista puede seleccionar los equipos que quiere incorporar al proyecto, para lo que también dispone del buscador de luminarias LUMsearch; el *modo calcular* permite realizar los cálculos luminotécnicos, creación de escenas de luz, e interpretación de los resultados, obteniéndose en el *modo documentación* los resultados y la documentación necesaria para justificar los cálculos realizados.

Entre las novedades más destacables de esta nueva versión es la presencia del concepto de edificio dentro de un contexto urbano, por lo que puede tenerse en cuenta la contaminación lumínica que pueda producirse, por ejemplo, en la iluminación exterior de un edificio por las instalaciones de alumbrado ornamental o público cercanas.

Es posible obtener el consumo energético, pudiéndose realizar estimaciones energéticas y costes de producción.

Dialux easy permite la selección de herramientas básicas que se reducen a las funciones básicas para facilitar el uso del programa a proyectistas no especialistas.

Los algoritmos de cálculo han sido desarrollados con un nuevo concepto que consiste en calcular el edificio contextualizado en el entorno urbanístico en el que se encuentra buscando exactitud y rapidez.



Simulación Castillo de la Alameda en Madrid (Dialux).

Conclusión

Las prestaciones de los dos programas son muy parecidas y ambas están actualizándose continuamente; aun así, existen pequeñas diferencias que permiten que un programa pueda ser más efectivo que otro dependiendo del tipo de cálculo que queramos desarrollar. Por ejemplo, si lo que queremos es hacer un cálculo rápido para probar un equipo la mejor opción es Relux, sin embargo, si lo que queremos es obtener cálculos muy específicos debemos usar Dialux ya que permite mejor precisión a la hora de modelar el espacio asemejándose de forma más precisa a la realidad. El uso de Dialux es más generalizado entre fabricantes por lo que es muy fácil conseguir las curvas fotométricas de casi cualquier luminaria compatible con este programa, éste además permite generar superficies de cálculo que se adapten mejor a la geometría de las estancias que se quiere calcular, por lo que los resultados que se obtienen son más fidedignos y exactos.

INFOGRAFÍAS

El rol de la infografía en el proyecto de iluminación es esencial. Sin embargo, quizás por estar dominado el medio por perfiles profesionales tecnológicos, durante mucho tiempo no se le ha dado la importancia que realmente tiene.

Las facilidades existentes para la creación de imágenes virtuales por ordenador permiten una aproximación a lo que será el resultado final una vez que la instalación de iluminación esté realizada. Obviamente el dibujo tradicional también ponía a disposición del proyectista esta posibilidad, habitual en el caso de la escenografía teatral, pero infrecuente en campo de la iluminación no creativa. Las acuarelas de Buigas son un magnífico ejemplo de ello y explican por sí solas la idea.



La Nau, proyecto concebido como *barco-embajada* del país por Carles Buigas.

Con los medios de los que se dispone actualmente es inaceptable un proyecto de iluminación ornamental sin imágenes que expresen la intención del proyecto. El soporte inicial ha de ser una fotografía profesional tomada desde la dirección de observación que el proyectista considere que ofrece la mejor perspectiva. A partir de ahí el diseñador, sabiendo que desea, debe lograr una imagen que se ajuste del modo más fiable posible al resultado final esperado.



Imagen contenida en el proyecto básico para la iluminación del Palacio de Villahermosa sede del Museo Thyssen.



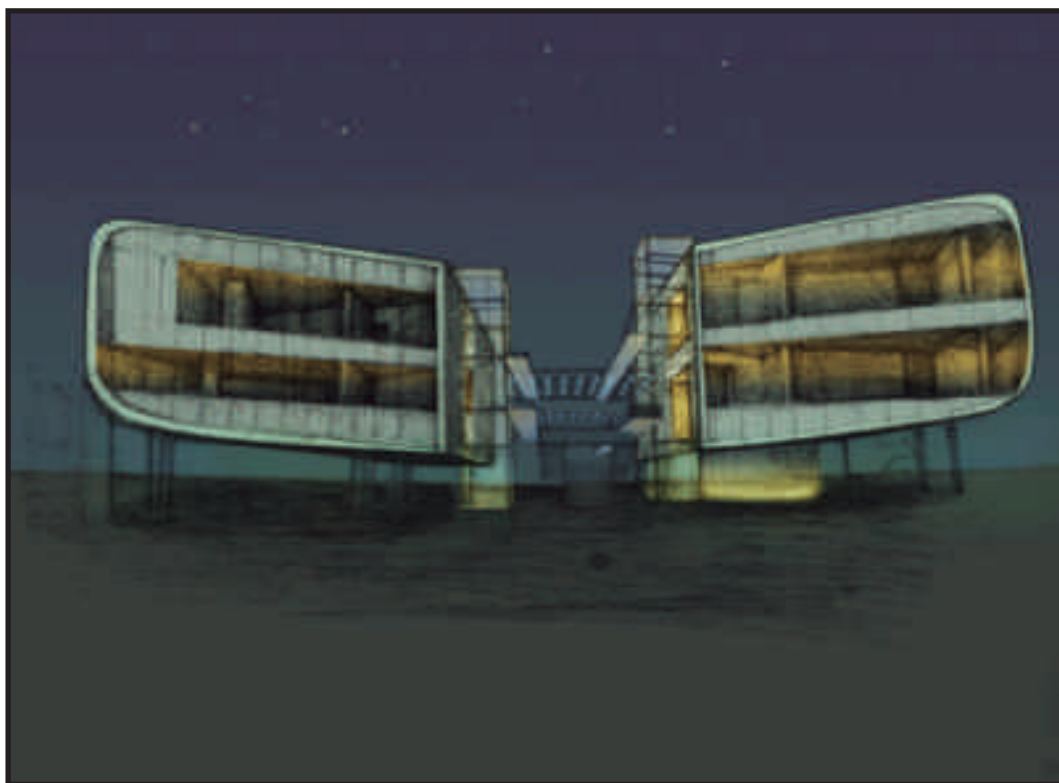
Imagen del resultado final. Las variaciones más evidentes son la temperatura de color de la fuente de luz —proyectada en 3000 K y ejecutada en 8500 K por deseo expreso del cliente—, la conexión visual del edificio con el pavimento adyacente y el realce una manera más precisa de los relieves de la fachada. En el proyecto básico se contemplaba también la reforma de la iluminación del edificio de ampliación ubicado a fondo que finalmente no se realizó.



Detalle del proyecto de la Casa de la Moneda de Segovia. En general se tiene la tendencia en esta fase a incorporar el efecto luz de luna que hace de fondo.



Resultado final. Se aprecia que todos los elementos en fase de diseño están implementados a excepción de la iluminación interior de las ventanas.



Simulación realizada sobre boceto para la sede de la Fundación Botín en Santander. Estas imágenes expresan más la ambientación que el proyecto ha de buscar que la realidad que puede lograrse mediante el proyecto.



Boceto conceptual para el proyecto del Jardín Histórico de la Casa de la Moneda en Segovia recientemente rehabilitado.



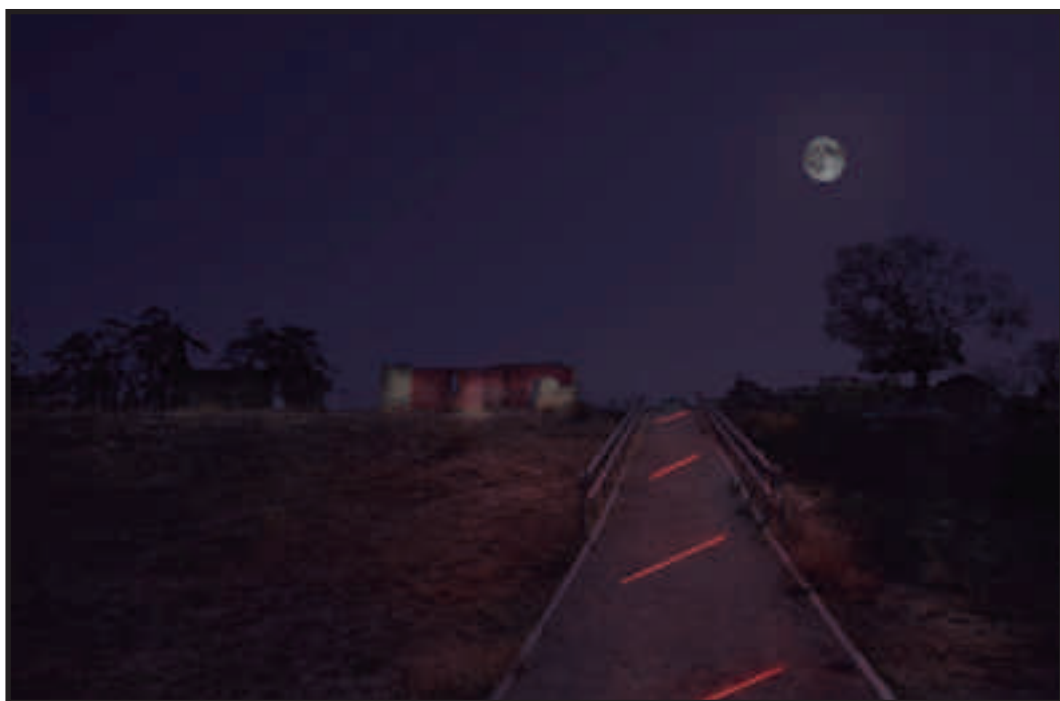
Propuesta de intervención de iluminación creativa para el Plan Director de la ciudad de Segovia. Una iluminación de fondo en este tramo de la muralla sobre la que se proyectan los logos históricos de los canteros que contribuyeron a la construcción de la ciudad.



Simulación edificio Moneo iluminado con la escena *tierra* e imagen del resultado final.



Infografía para el proyecto de iluminación del Castillo de la Alameda en Madrid, vista del foso y de los restos del castillo.



Infografía para el proyecto de iluminación del Castillo de la Alameda en Madrid, vista del acceso.



Infografía para el proyecto de la catedral de Murcia con un tratamiento de imagen excesivamente teatral que acentúa las diferencias de luminancias entre los distintos planos dando una idea de relieve superior a la real.



Resultado final, en donde la diferencia entre la iluminación general y la de realce de las piezas escultóricas se ha relativizado.

CONCLUSIÓN

Las conclusiones que podemos extraer de los ejemplos traídos a colación son las siguientes:

1. La infografía es esencial en el proyecto de iluminación.
2. Cuando se realiza sobre dibujo tiende más a expresar la ambientación o la intención en el manejo de la luz y por tanto es un recurso esencialmente conceptual. Cuando se realiza sobre fotografía hay que estar relativamente seguro de que es posible aproximarse a esa realidad virtual.
3. El salto de la teoría a la práctica es abismal. El proceso que conduce a la materialización de un proyecto de iluminación está mediatizado por multitud de factores que van a influir mucho en la imagen final. No obstante si la infografía y la foto final transmiten en esencial el mismo mensaje, se puede afirmar que el proyecto se ejecutado satisfactoriamente.

CLAVES PARA EL DISEÑO DE ILUMINACIÓN ORNAMENTAL

CÁNONES PARA LA REPRESENTACIÓN

Alrededor de la sombra

Una de las mayores dificultades que entraña la iluminación de monumentos radica en la comprensión del fenómeno de la sombra y su interrelación con la luz.

Que sin luz es imposible percibir un objeto es obvio. Pero una vez que éste está iluminado, la percepción del mismo, tal y como es, o de forma parecida a como podemos apreciarlo bajo la luz natural, depende esencialmente de la sombra. Luz y sombra no son, por tanto, conceptos antitéticos, en la medida que la sombra no es la ausencia total de luz.

Podemos clasificar las sombras como propias o esbatimentadas.⁵⁴ Las primeras se encuentran sobre los objetos por su configuración formal en relación a un modo normal de iluminación. Las esbatimentadas las produce un cuerpo sobre otro si intercepta la luz.

*Físicamente las dos clases de sombras son de la misma naturaleza: se producen en aquellas zonas del conjunto donde hay poca luz. Perceptivamente son muy distintas. La sombra propia forma parte integral del objeto, hasta el punto que en la experiencia práctica no se puede reparar en ella, sirviendo simplemente para definir el volumen. En cambio la sombra esbatimentada es una imposición de un objeto sobre otro, una interferencia en la integridad del que la recibe.*⁵⁵



Monasterio de la Santa Cruz y Alcázar de Segovia iluminados.

⁵⁴ Rudolf Arheim, *Arte y percepción visual*.

⁵⁵ Idem.

En la iluminación de monumentos hemos de tener presente, por un lado, que no puede aceptarse casi en ninguna circunstancia la sombra esbatimentada de unas partes del edificio contra otras, por cuanto que se modifica esencialmente la percepción; y por otro, que las sombras propias, si la iluminación no respeta los principios básicos aprehendidos —vg: la luz no viene de abajo, no se cruzan haces de luz, etc.—, puede producir efectos tan negativos como la anterior.

Así pues la visión de una estatua bajo luz natural en un ángulo de unos 45° con el horizonte, en un día claro, que reciba la sombra de un árbol próximo, no tiene por qué estar distorsionada. Esta sombra no influirá sobre las sombras propias, ni minorará la comodidad visual, en la medida que estas sombras esbatimentadas son perfectamente reconocibles: se entiende que la sombra no pertenece al objeto sobre el que aparece y que sí está relacionada con un objeto integrado en el entorno.

En el caso de un monumento será más grave la sombra invertida de una cornisa o balconada sobre la fachada, que la del edificio contiguo sobre alguno de sus paramentos, caso de que éste interfiriera el haz de luz de algunos proyectores.

La sombra esbatimentada puede ser positiva cuando se conexas al objeto que la produce. La sombra de una escultura se une a ella por el basamento, y ayuda a su reconocimiento espacial, cuando la dirección de la iluminación es la adecuada.

En definitiva *el sólido y su sombra funcionan como un solo objeto, al cual se aplican las normas que rigen la apariencia espacial de los objetos.*⁵⁶

El aspecto de un monumento durante el día, por las distintas combinaciones de sombras propias y esbatimentadas, varía notablemente. Son numerosas las imágenes que desde un punto de observación determinado pueden obtenerse de un objeto bajo la luz natural. Y si desde el punto de vista perceptivo todas ellas son reales y aceptables, no ocurre lo mismo si empleamos claves de valoración estéticas. Habitualmente se considera que bajo una atmósfera limpia, con la bóveda celeste de un azul mas bien saturado —épocas del año con mayor concentración de partículas capaces de dispersar radiaciones de longitud de onda cortas—, y con el sol a unos 45° grados sobre el horizonte —la sombra esbatimentada no distorsiona las proporciones—, la imagen que se obtiene incorpora las cualidades más interesantes del monumento.

Esto no significa que en otras circunstancias que posibiliten lecturas incluso relativamente distorsionadas de la formalidad del objeto, no obtengamos imágenes capaces de impresionarnos favorablemente.

Cuando nos planteamos iluminar artificialmente un monumento, es del todo imposible reproducir el equilibrio de sombras que produce la iluminación natural. En el mejor de los casos —esculturas, monumentos de muy pequeño tamaño o aquellos con entornos edificados de mayor altura— podremos optar por una iluminación que respete en lo esencial el modo de iluminación natural, al menos en lo que respecta a la dirección de la iluminación. Es conocido el efecto de la percepción inversa de los relieves cuando, bajo una iluminación rasante en el plano vertical, se invierte el sentido de la luz.

⁵⁶ Rudolf Arheim, *Arte y percepción visual*.

Una cornisa, un entablado moldurado, una hornacina, una columna, un capitel, una ventana o una escultura, tienen una percepción distinta y un sentido diferente si se observan iluminados naturalmente o por la noche, con proyectores situados por debajo de la línea del horizonte, como es lo habitual. Estas iluminaciones, al cambiar el sentido de las sombras, cambian también el sentido de la gravedad, del aplomo con que estamos habituados a contemplar los objetos, los edificios o los monumentos. Por ello, algunas veces, tenemos la sensación de ser espectadores de arquitecturas fantasmales, ágrafas, difícilmente identificables con las hermosas arquitecturas de nuestros estilos históricos.⁵⁷

La percepción del volumen

Todos los gradientes poseen la virtud de crear profundidad, y los de la luminosidad se cuentan entre los más eficaces para ello...⁵⁸

El experimento de Gehrcke y Lau lo demuestra de una manera sencilla. Con un cono blanco a una cierta distancia iluminado de forma homogénea, si la altura de la visión coincide con el vértice, solo se aprecia un disco. Si la iluminación es lateral, se percibe plenamente el cono.



Figura A / Figura B

En la percepción se agrupan las unidades de luminosidad similar; así, un agrupamiento por semejanza de luminosidad produce indirectamente un agrupamiento por semejanza de orientación espacial. En consecuencia, dos superficies en ángulo iluminadas uniformemente son percibidas como un único plano.

Extraemos pues, dos conclusiones: la primera que un valor de uniformidad alto en términos de iluminancia, si la luminancia del material iluminado es la misma, no es conveniente; y la segunda que la iluminación frontal, especialmente de grandes superficies, tampoco. El pronunciamiento del relieve determinará el ángulo de incidencia de la luz, con el fin de evitar sombras de esbatimiento importantes.

Ahora bien, esa deseable variación de uniformidad, debe responder a un gradiente constante, de modo que el aumento o disminución de la profundidad también lo sea, para que exista un orden lógico en la composición.

⁵⁷ Dionisio Hernández-Gil, *Discurso de apertura de las I Jornadas de Iluminación de Monumentos*, I.C.R.B.C.

⁵⁸ Rudolf Arheim, *Arte y percepción visual*.



Iluminación patio inferior de la Casa de la Moneda. Intervento.



Iluminación muralla de Segovia. Intervento.

Conviene señalar que en el planteamiento de una iluminación siempre habrá que definir, a priori, cuál o cuáles van a ser las direcciones principales de observación.

Los saltos de luminosidad ayudan a marcar los planos superpuestos. De la misma manera que en una escena un objeto grande colocado en primer plano, hace que el fondo parezca más distante, en iluminación sucede algo parecido si entre un plano y otro hay fuerte diferencia de luminancia. Esta es otra de las reglas que usualmente se contraviene. En las iglesias que presentan una cúpula sobre el crucero, ésta suele iluminarse con más fuerza, por lo que se acerca al plano de la fachada, perdiéndose el efecto de profundidad, y ganándose en sensación de altura. De este modo se produce una distorsión del volumen al favorecer una dimensión en contra de otras dos.



Imagen nocturna actual de la Catedral de Segovia.

MODOS DE ILUMINAR

La interacción de la iluminación artificial con el edificio admite varias posibilidades, aunque inicialmente se piense en la iluminación tradicional por inundación.

REPRESENTACIÓN

El objetivo es iluminar el objeto de modo que la imagen que nos es devuelta se parezca lo más posible a la realidad que se contempla bajo la luz natural. Las posibilidades son: proyección en distancia, iluminación incorporada al edificio —únicamente cuando es posible ocultarla a la vista— o una mezcla de ambas. Los inconvenientes son:

1. Iluminar desde arriba hacia abajo es materialmente imposible en muchos edificios si se quieren respetar las normas de conservación.
2. La iluminación por proyección desde la línea de horizonte necesita una distancia considerable al monumento para evitar la aparición de sombras invertidas de los relieves de la fachada. En los monumentos insertos en cascos históricos en general no se dispone de esta posibilidad.
3. La experiencia dice que no se ilumina desde donde se consideraría adecuado sino desde donde es posible colocar los equipamientos.
4. La contaminación lumínica es difícil de controlar en cualquier caso.



Iluminación Casa de los Picos y Muralla de Segovia.

Cuando se opte por una opción de este tipo, el control de los efectos negativos a efectos de contaminación lumínica pueden mitigarse si se emplea la tecnología adecuada, los niveles de iluminancia son moderados y se controlan las horas de encendido.

La conservación del edificio se asegurará, en caso de que los equipos se ubiquen en huecos o balcones de fachada o cubiertas, si se utilizan sistemas de apoyo auto portantes y se mimetizan para que pasen desapercibidos durante el día.

En cuanto a la lectura del edificio, los resultados dependerán de la calidad del proyecto. Hay que tener en cuenta que para que se reconozca correctamente la morfología de una arquitectura, es más importante saber leerla que el método que se emplee para su iluminación.

Un edificio histórico inmerso en un medio urbano goza de iluminación suficiente proveniente del alumbrado funcional. Si este está correctamente planificado y distribuye la luz de un modo uniforme y sin estridencias, la lectura del edificio histórico será adecuada. Las partes altas del mismo o elementos significativos de la fachada necesitarán un realce específico que puede ser el eje del proyecto.

GESTO LUMINOSO

Otra posibilidad, nada habitual por cierto, consiste en lo que podríamos denominar gesto luminoso. Como es natural tiene un carácter esencialmente subjetivo y abre la posibilidad a una lectura creativa de un edificio histórico. No obstante tiene que tener un sentido que haga que el paseante nocturno se pregunte la razón de dicha actuación. Por ejemplo la imagen de la muralla de Segovia cuya infografía se ha expuesto más arriba es un buen ejemplo de este tipo de actuaciones.



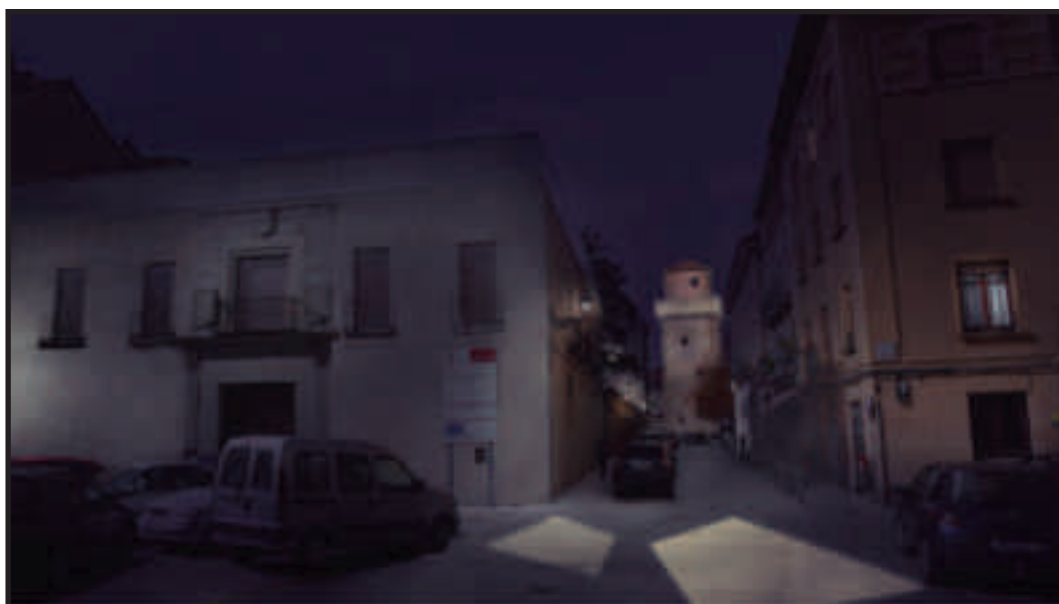
Ingenio de la Casa de la Moneda. La iluminación de la fachada procede del agua del canal. La escena se ilumina con la suma de detalles luminosos. Intervento.



Casa de la Moneda, Segovia. Un rótulo de neón con una frase de Juan de Herrera es el iluminante general del espacio. Intervento.



Contrasta la intervención discreta del primer plano en la Casa de la Moneda con la iluminación tradicional del monasterio del Parral al fondo. Intervento.

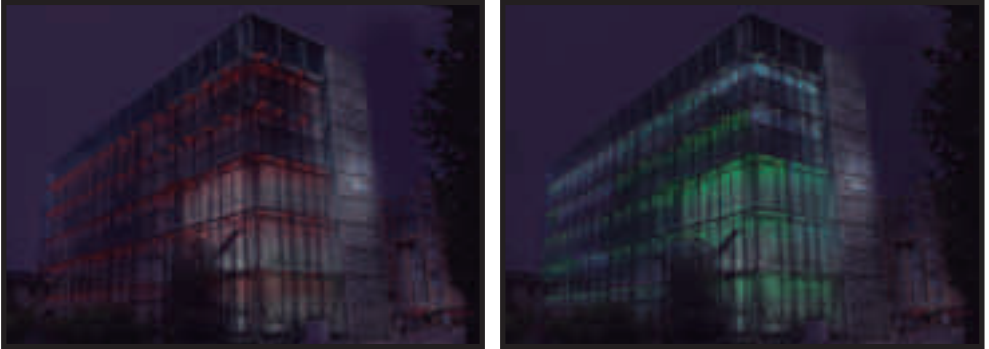


Simulación de la propuesta de iluminación de una plaza de Segovia, contenida en el Plan Director del Alumbrado de dicha ciudad. Intervento.

FACHADA MEDIÁTICA

La iluminación coloreada permite de un modo sencillo e inmediato la transformación de la fachada de un edificio representativo en fachada mediática. Ahora bien, con objeto de evitar los lamentables espectáculos de color que cada vez contaminan más el paisaje nocturno de las ciudades, convendrá tener presentes las siguientes recomendaciones:

1. Desde hace unos años es habitual utilizar el color sobre los edificios para llamar la atención sobre determinada fecha. Los días mundiales del medioambiente, la infancia, etc. son recordados a la ciudadanía de forma eficaz a través de este medio. Pero en general conviene que se haga desde los edificios institucionales de la sociedad civil.
2. Aunque a priori parezca sencillo programar un color verde para el día mundial del medioambiente, hay que recordar que hay muchos matices y saturaciones en este tono por lo que no es tan sencillo atinar con el color exacto sin el concurso de profesionales solventes.



Propuesta de iluminación dinámica para la fachada del edificio EREN de León.

3. La capacidad de la luz coloreada para hacer *luz de gas* es notable por lo que su empleo de manera aleatoria podría conculcar el derecho de imagen de una arquitectura histórica.
4. Las mezclas y secuencias de la iluminación de color sobre un edificio deben responder a una intención conceptual y estética que aporte valor, que sea gráfica y por tanto capaz de transmitir un mensaje.



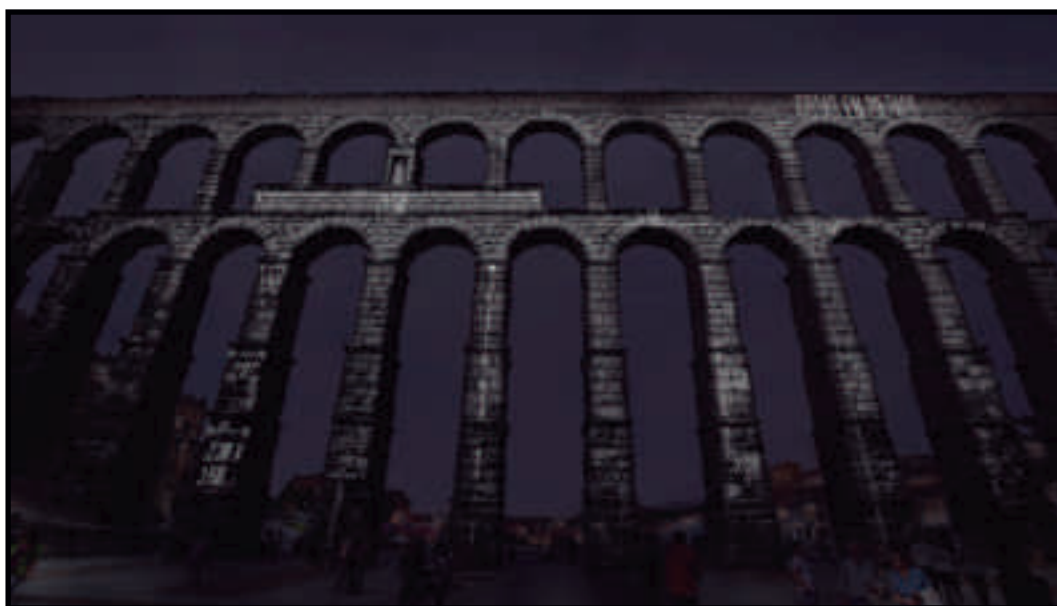
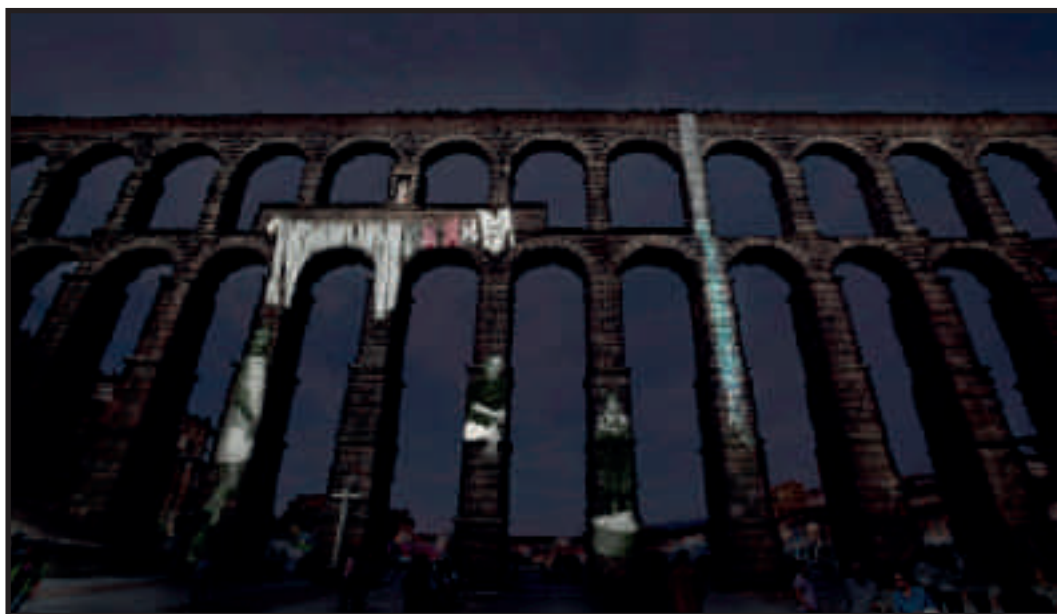
Iluminación dinámica para la fachada del Ayuntamiento de Murcia. Intervento.



Propuesta de iluminación dinámica para la fachada del Ayuntamiento de Santander.

ILUMINACIÓN CREATIVA

La fachada de un edificio histórico puede ser un magnífico lienzo para una intervención artística que utilice la luz como material de creación. Este tipo de propuestas se realizan habitualmente mediante *mapping*⁵⁹ y como es natural no son instalaciones permanentes.



Propuesta de *mapping* sobre el acueducto de Segovia.

⁵⁹ En arte, *mapping*, es una técnica que consiste en crear imágenes o videos que se proyectan sobre objetos tridimensionales, construcciones arquitectónicas, obras de ingeniería, y casi cualquier superficie, convirtiéndola en una pantalla de video dinámica, con un acompañamiento sonoro —música o sonidos—. Sirve como medio para permitir la exploración de las posibilidades que hoy en día se encuentran en el amplio escenario del arte contemporáneo y los medios electrónicos, como una de las funciones que pueden asumir las TIC en el ámbito del arte y la educación artística. Fuente: Wikipedia.

PLANES DIRECTORES

INTRODUCCIÓN

Un plan director de iluminación no es una auditoría energética, a la que se suman multitud de cálculos de costes y se cifran iluminancias en servicio, que se remata con las fichas técnicas de los nuevos productos a instalar y sus sistemas de control. Si se trabaja en esta línea puede ocurrir, como sucederá en la mayor parte de las renovaciones integrales de iluminación que se están acometiendo en muchas ciudades, que se cambie la tecnología para no cambiar nada o incluso empeorar la imagen de las mismas. Puede ocurrir que paradójicamente se incremente la contaminación lumínica —por la reflexión sobre los pavimentos— o se multipliquen los deslumbramientos.

Un plan director de iluminación para una ciudad es una actuación de urbanística. Sin restar importancia a la influencia del LED en el ahorro energético, hay que decir que, hasta en este aspecto, un plan director cabalmente redactado puede ser más eficiente energéticamente con tecnología de iluminación clásica que un mal proyecto con LED. No se trata de sustituir un equipo por otro más eficiente. Se trata de pensar en cómo se usa.

No hablamos por casualidad del *urbanismo de la luz*, sino que elegimos el término porque otorga un significado distinto a esta actividad. En un Plan director de iluminación la ingeniería es decisiva, pero en su globalidad ha de ser concebido desde los ámbitos de la arquitectura y del urbanismo, de la historia del arte y de la conservación del Patrimonio. En orden a su promoción, financiación y gestión creemos que no debe concernir a una concejalía de un gobierno municipal dado, sino al consistorio en su conjunto.



Presentación del PD de Segovia en el Congreso de Iluminación Inteligente y Emocional de Ciudades —Córdoba, 2014— a cargo de Ana Martín Romero y Paloma Maroto.



Simulación de vista general del Plan Director de Segovia.



Propuesta de iluminación general del Plan Director de Segovia.

METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DIRECTOR DE ILUMINACIÓN

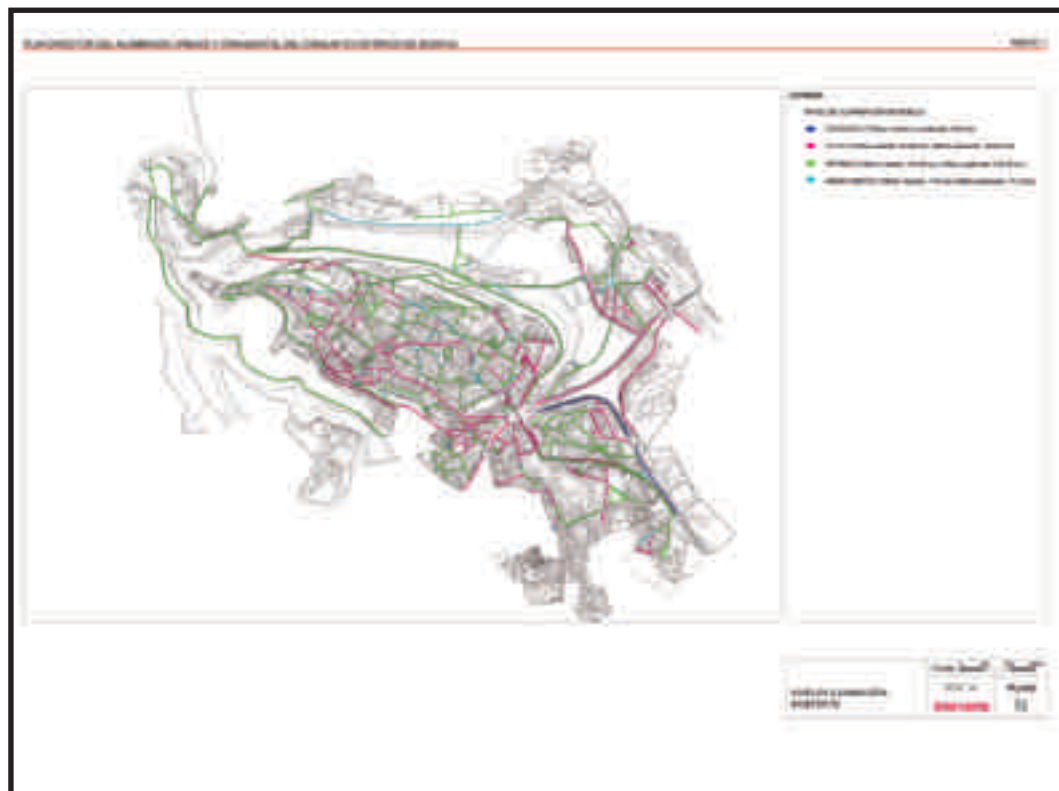
CONFIGURACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO

Cuando se decide abordar una tarea de esta naturaleza es imprescindible configurar un equipo de trabajo que se apoye en los equipos técnicos del consistorio en cuestión. Si no se cuenta con esta colaboración, lo más probable es que, o bien finalmente el proyecto quede en agua de borrajas o bien contenga errores de difícil subsanación en fase de ejecución. El equipo externo aporta conocimientos específicos para el desarrollo del proyecto y una visión no condicionada por la cotidianidad de la vida en la ciudad que es de gran utilidad a la hora de percibir aquello que impresiona al visitante ocasional.

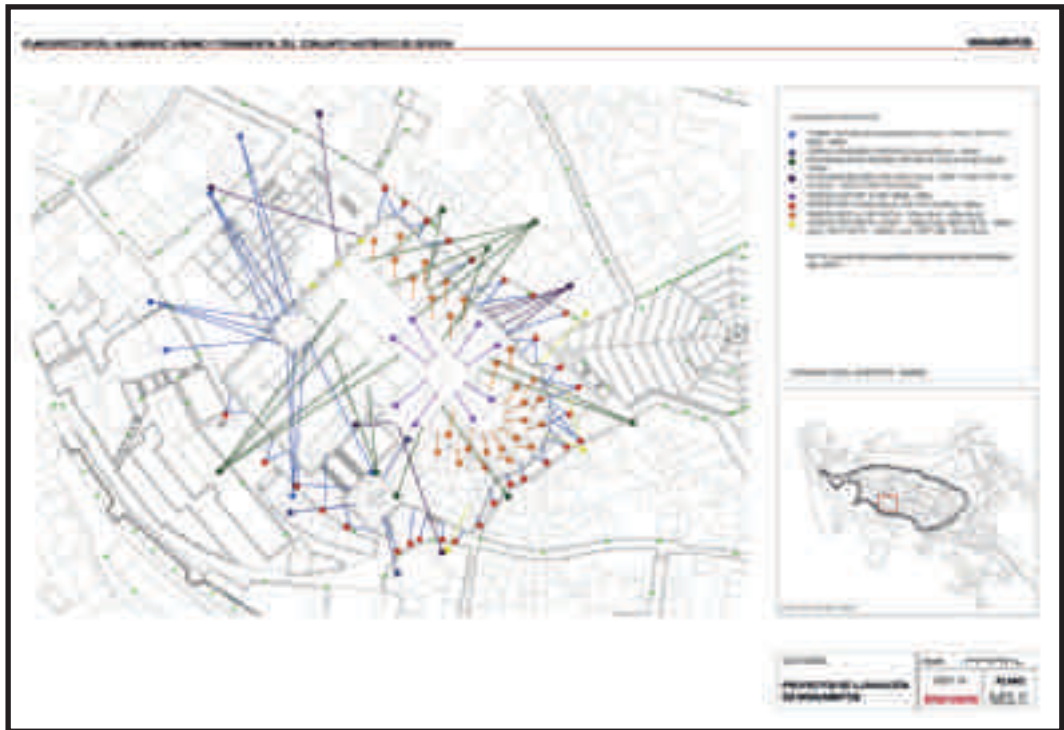
ESTUDIOS PREVIOS

Toma de datos

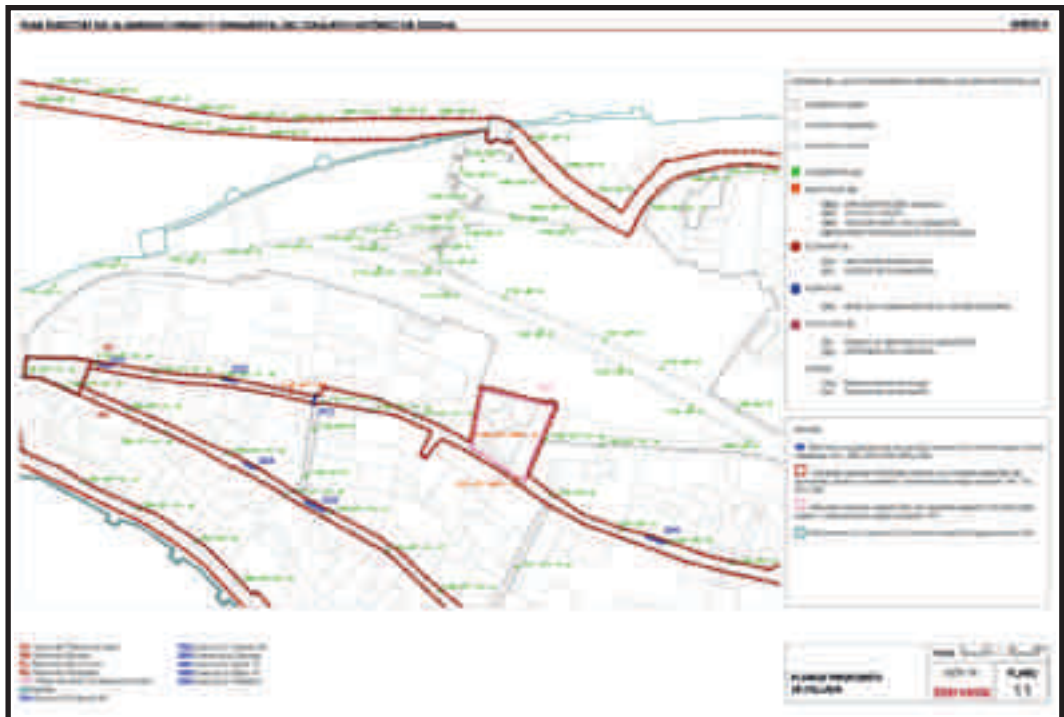
Se trata de recabar el máximo de información acerca de la instalación existente en la ciudad. Cuanto más exhaustiva sea esta fase menos errores se cometerán en el proceso.



Plano del estudio de niveles de iluminación existentes recogido en el Proyecto del Plan Director del Alumbrado de Segovia.



Plano de iluminación existente de la Catedral de Segovia.



Plano de propuesta que integra el alumbrado urbano y ornamental del PD de Segovia.

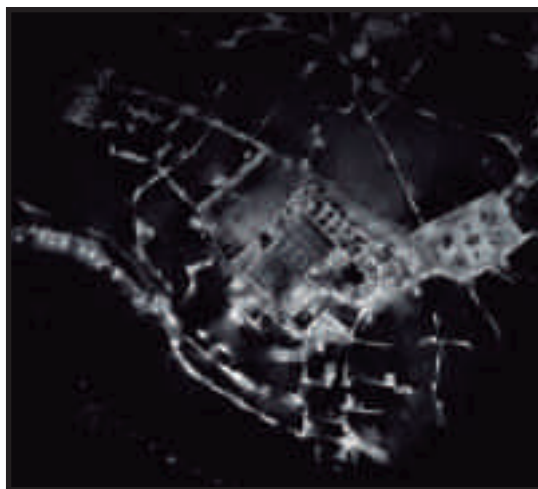
Planes generales de ordenación urbana

El nivel de definición de la planimetría que contienen, en lo concerniente a las infraestructuras eléctricas, alcanza hasta las subestaciones y centros de transformación. En el caso de las CPH tiene que haber planes especiales con información exhaustiva acerca del grado de protección de los edificios que componen el área protegida. Cotejar la información de la planimetría del departamento de alumbrado con ésta, es la primera actuación que hay que realizar; posteriormente convendrá realizar el pertinente chequeo in situ.

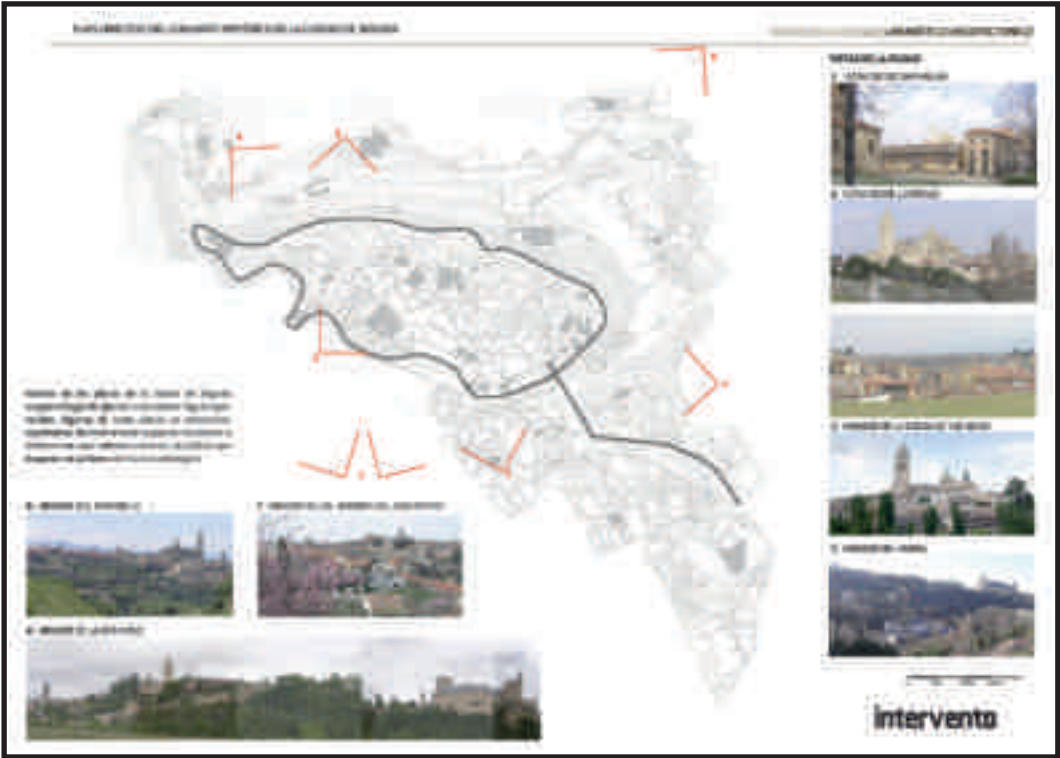
Documentación gráfica

La documentación fotográfica debe planificarse sobre planos y utilizando herramientas de gran utilidad disponibles en la red. En general convendrá realizar sesiones de aproximación desde las distintas vías de acceso o perspectivas panorámicas existentes. Finalmente se acabará con el monumento y sus detalles.

Otra herramienta de gran utilidad es el empleo de fotografía aérea nocturna. Para ello lo más útil es el empleo de drones. Con las imágenes que obtenemos podemos elaborar un mapa de luminancias que permite correlacionar éstas con la contaminación lumínica que producen los sistemas de iluminación.



Dron que se usó para realizar las fotografías aéreas nocturnas de Segovia.



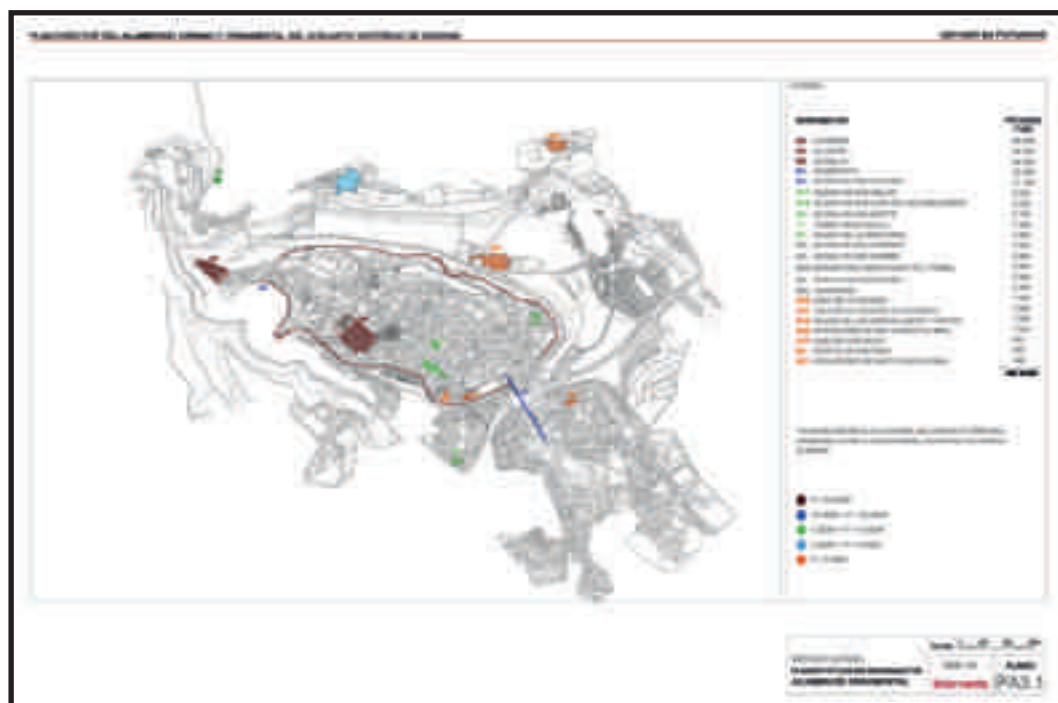
Plano con análisis de las vistas panorámicas del PD de Segovia.

Evaluaciones

Se trata de valorar la instalación existente en sus aspectos esenciales.

Auditoría energética

Está esencialmente dirigida al estudio del consumo eléctrico y a la eficiencia del conjunto de la instalación. Existe una metodología precisa para su realización.⁶⁰ Las conclusiones de la auditoría serán esenciales para diseñar la planificación de implementación del Plan Director.



Plano con estudio de potencias del PD de Segovia.

Valoración de la contaminación lumínica

Deslindando qué parte corresponde a los alumbrados funcionales y cuál al ornamental. Esta valoración se realiza en dos vertientes. En primer término la contaminación lumínica de la bóveda celeste que podrá hacerse con mayor o menor precisión dependiendo de los instrumentos de medida de los que se disponga. Por otro lado está la contaminación de la instalación en el entorno urbano, que tendrá en cuenta deslumbramientos, brillos molestos, mezclas de fuentes de luz, tipología de báculos y luminarias, índice de limpieza visual de los edificios catalogados, etc.

⁶⁰ Protocolo de Auditoría Energética de las Instalaciones de Alumbrado Exterior, IDAE/CEI, 2008.



Disposición de proyectores directamente hacia la bóveda celeste.

Valoración de la iluminación

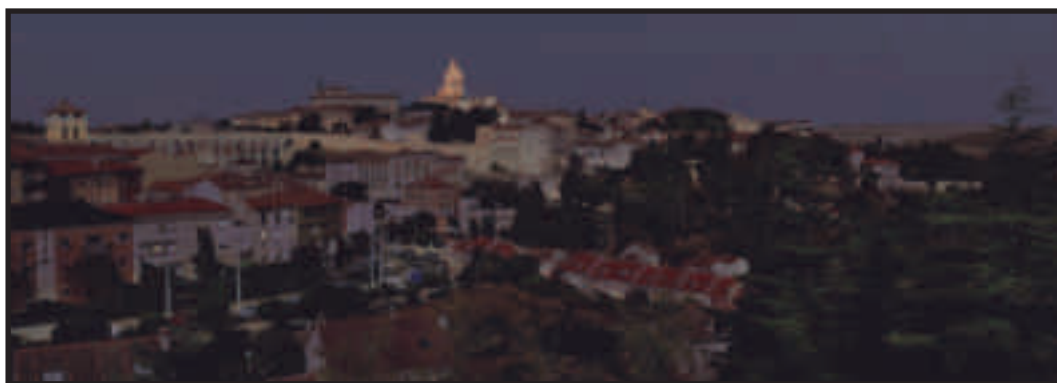
Atenderá básicamente a lo siguiente:

1. Orden visual.
2. Contaminación.
3. Ambientación.

Estos aspectos atienden respectivamente a las demandas de un urbanismo de la luz en armonía con el desarrollo sostenible de las ciudades y la calidad de vida de la ciudadanía.



Vista panorámica nocturna actual.



Simulación de la propuesta de iluminación de conjunto de Segovia.

PLAN BÁSICO

CRITERIOS

Los criterios generales son los mismos que se emplean para la valoración de la iluminación existente en orden a conseguir los mejores resultados. Sumados a los factores contingentes, constituirán el elenco de criterios concretos sobre los que se desarrollará un plan específico.

PLANTEAMIENTOS TÉCNICOS

Las decisiones a tomar se agrupan en:

1. Parámetros luminotécnicos: iluminancias medias, luminancias medias, uniformidad, temperaturas de color, etc.
2. Elección de fuentes de luz y luminarias.
3. Sistemas de control y gestión.

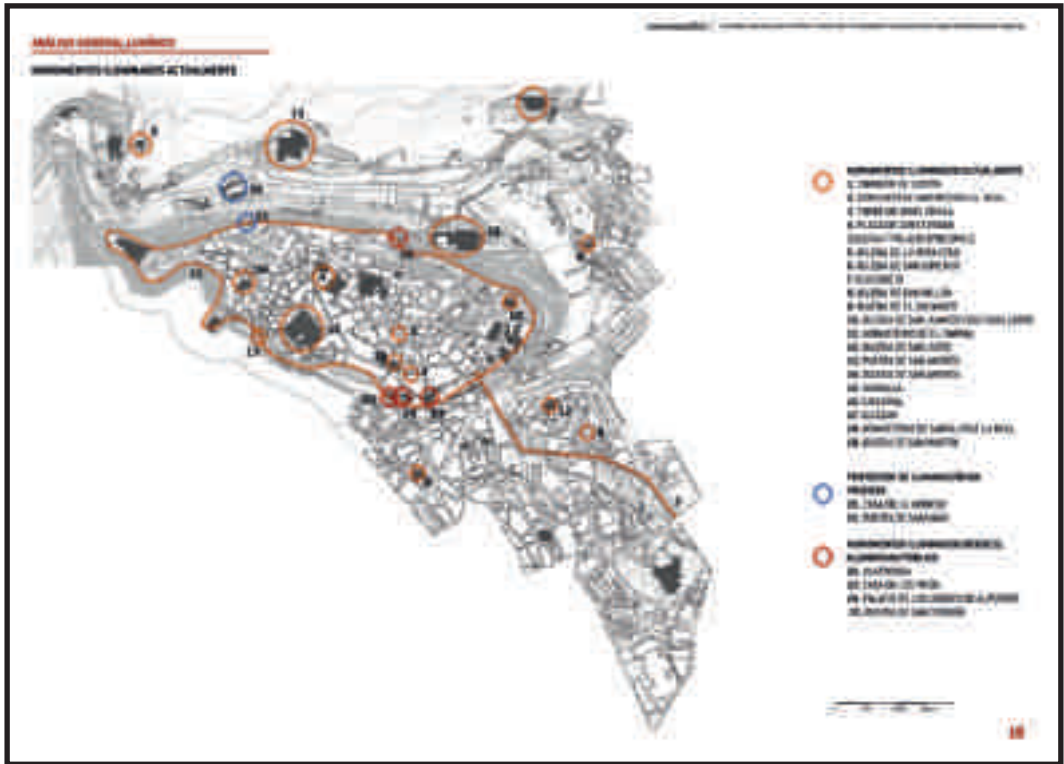
ANÁLISIS ESPECÍFICOS

Que determinarán en relación a la iluminación ornamental los siguientes elementos:

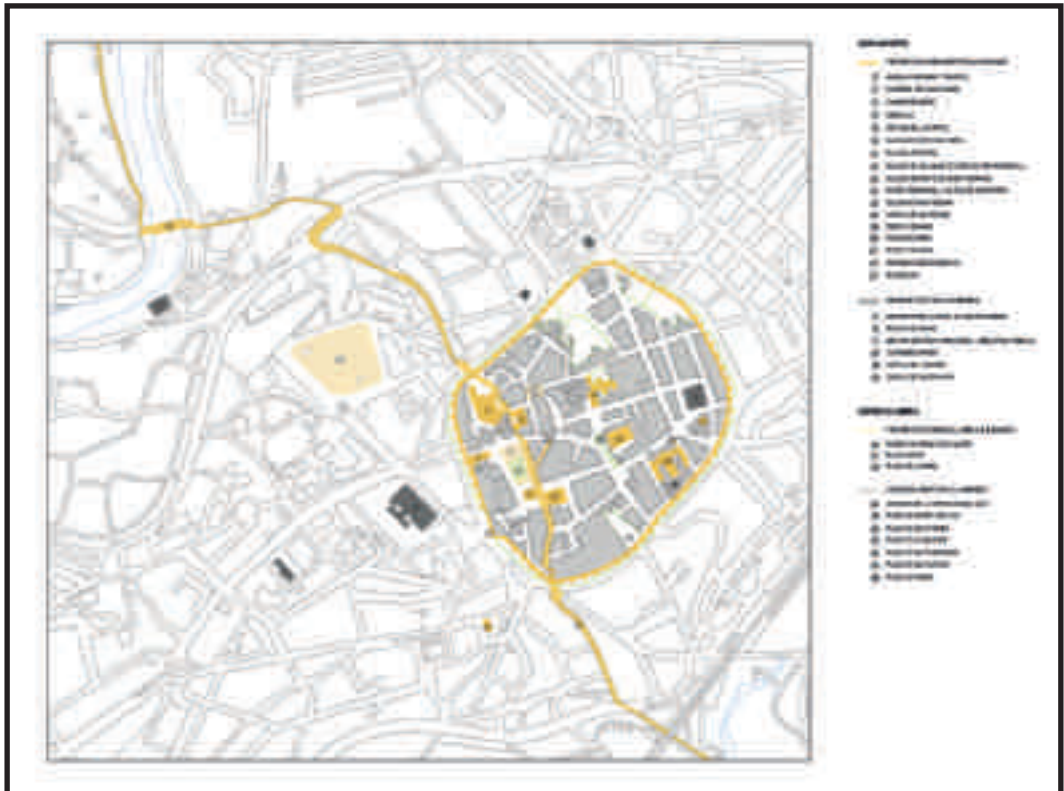
1. Vistas panorámicas.
2. Circuitos nocturnos.
3. Hitos.
4. Monumentos a iluminar.



Propuesta de la iluminación del recorrido *madre del agua* de Segovia.



Plano de hitos de la ciudad de Segovia.

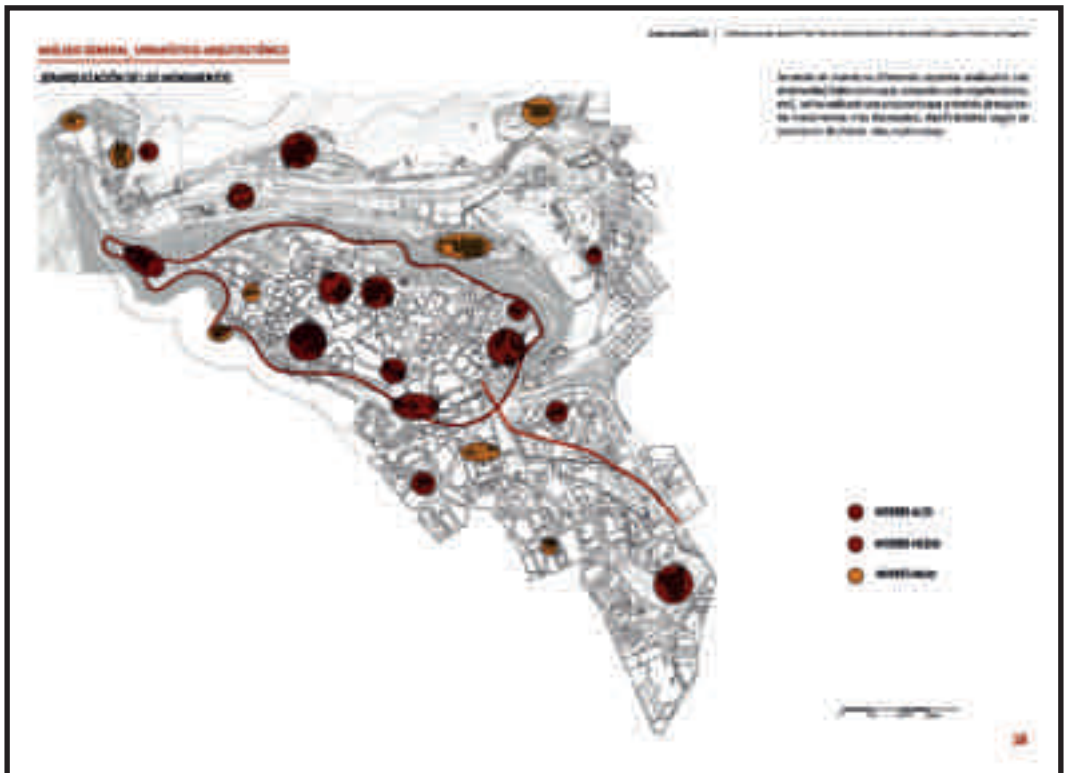


Plano de propuesta de iluminación ornamental de Lugo.

PLANTEAMIENTO DE LA IMAGEN NOCTURNA

En la iluminación cada caso es un pequeño mundo, pero en líneas generales el plan debe contemplar:

1. Una propuesta razonada y coherente de integración de iluminación urbana y ornamental.
2. Un plan de integración de infraestructuras eléctricas y de iluminación en el casco histórico.
3. Diseño de soportes y luminarias en su caso.
4. Establecimiento de circuitos para el paseo nocturno.
5. Jerarquización de hitos y monumentos relevantes
6. Proyectos específicos para cada uno de los elementos significativos.



Plano de jerarquización de monumentos de los estudios previos del PD de Segovia.

VALORACIÓN ECONÓMICA

Hasta este punto todo es un ejercicio teórico. El alcance económico de la operación propuesta es un elemento clave para valorar la viabilidad. Sobre todo porque es lo que permite aportar datos aproximados sobre la amortización de las inversiones necesarias. Si la operación no se puede llevar adelante en una programación de un máximo de 4 años, considerando todos los factores económicos, es el momento de replantearla y ajustarla a las posibilidades reales.

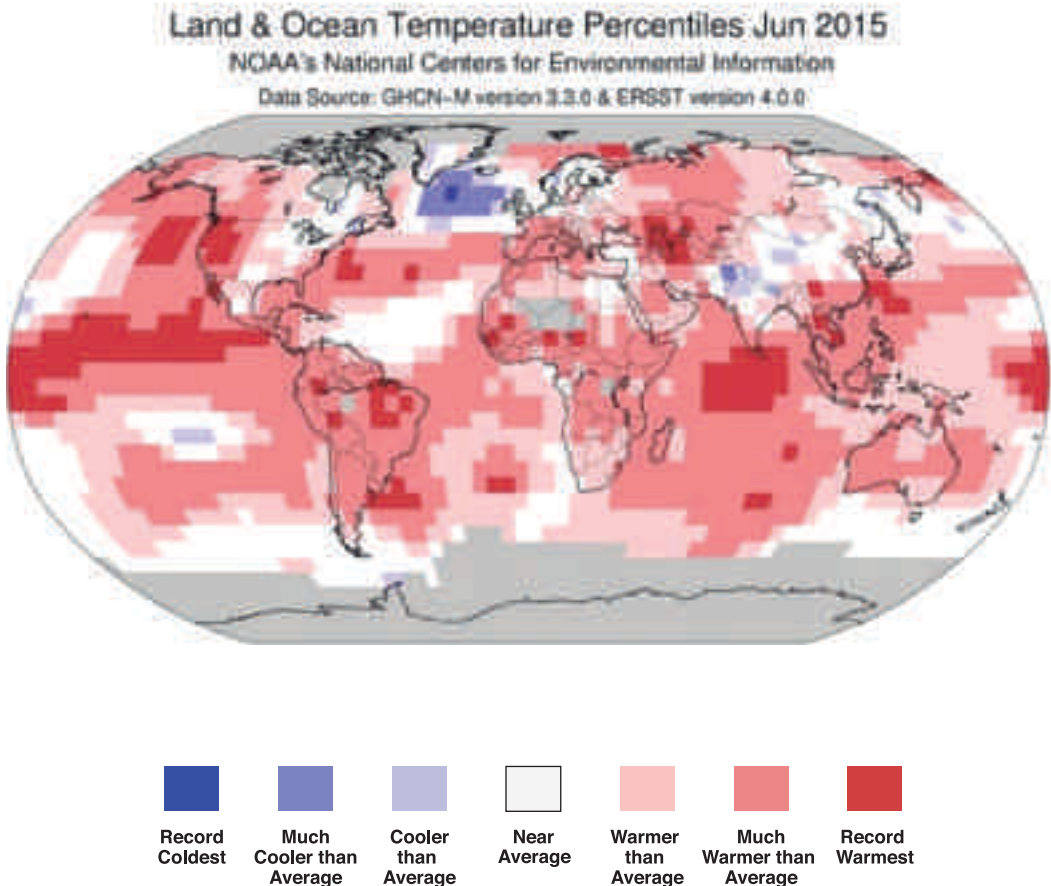
ESCENARIOS

CALENTAMIENTO GLOBAL

Los datos publicados por la NASA y la Administración para el Océano y la Atmósfera de EE.UU. NOAA, (por sus siglas en inglés) junto con la agencia meteorológica británica —Met Office—, ponen de manifiesto que 2015 fue el año más caluroso desde que se comenzaron a tomar registros globales en 1880, superando la media del pasado siglo en 0,74 °C.

En 2014 ya se confirmó la tendencia de calentamiento en la que nueve de los 10 años más cálidos de la serie histórica habían ocurrido después del inicio del siglo XXI. El nuevo récord sitúa los 15 primeros años de este milenio entre los 16 más calurosos de la lista.

Los científicos señalan que, aunque la tendencia se aprecia desde el comienzo de la industrialización, la mayor parte del calentamiento ha ocurrido en los últimos 35 años.



CONFERENCIA DE PARÍS⁶¹

La conclusión esencial es que, partiendo de que la subida de temperatura global alcanza 1 °C en la actualidad y si ésta supera 1,5 °C sobre los valores medios preindustriales, quedará fuera del alcance de la tecnología y de la acción de los gobiernos la reversión del proceso, y las consecuencias serán nefastas para la vida humana en el planeta.



Laurent Fabius clausurando la conferencia del clima de París.



Imagen de manifestantes durante la Conferencia de París.

⁶¹ Convención Marco sobre el Cambio Climático, Naciones Unidas, FCCC/CO/2015/L.9, 12/12/2015.

El acuerdo, es muy positivo por cuanto que pone punto final de una vez por todas a la apología de la negación del cambio climático por parte de los sectores políticos y económicos mas regresivos de la sociedad⁶², pero también presenta indefiniciones y ausencia de compromisos concretos⁶³ de reducción de emisión de gases a medio plazo o medidas para el control del transporte marítimo y la aviación que representan el 10% del total enviado a la atmósfera.

*En resumen, creo que París representa un gran paso adelante y un considerable éxito diplomático. Sin embargo son muchos los interrogantes que persisten y solo seremos capaces de ver los efectos de este acuerdo dentro de unos años, a partir de sus desarrollos en futuros procesos de negociación internacional y, sobre todo, de la aplicación de políticas climáticas nacionales para el cumplimiento de los objetivos voluntarios establecidos.*⁶⁴

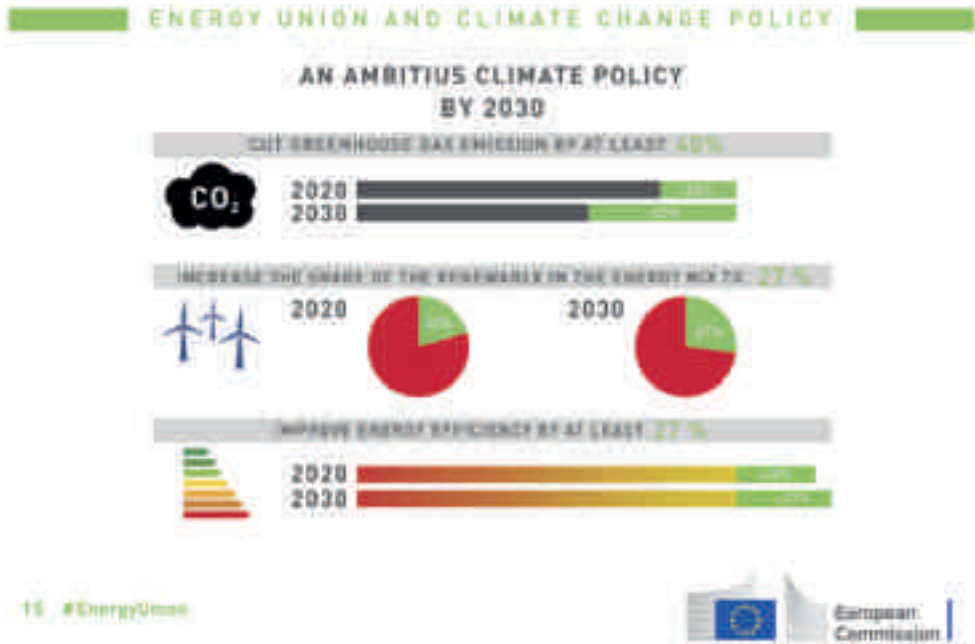
⁶² Hemos ganado el discurso y el corazón. El cambio climático, esta gran lucha del siglo XXI, ya no solo marca la agenda internacional sino también el imaginario social. Si bien es cierto que es necesario pasar de las palabras a los hechos, al mismo tiempo para pasar a los hechos es imprescindible tener primero una palabra fuerte. Ya la tenemos, París le ha dado legitimidad planetaria, Floren Marceselli, portavoz de EQUO en el Parlamento Europeo. Fuente: EFEverde.

⁶³ George Monbiot escritor y activista, declaró en The Guardian: En comparación con lo que podría haber sido, es un milagro. Y en comparación con lo que debería haber sido, es un desastre.

⁶⁴ Xavier Labandeira, Economics for Energy Blog.

UNIÓN EUROPEA/LIBRO VERDE⁶⁵

La Unión Europea cuenta con la directiva correspondiente para hacer frente al reto del cambio climático⁶⁶ que se expresa a través de los objetivos que se detallan en el gráfico.



Es un documento que da una idea bastante precisa de la forma en que la tecnología de iluminación de estado sólido —SSL— y en particular el LED se ha ido introduciendo como sistema de iluminación eficiente y las principales dificultades para su plena inserción en el mercado: *Son caros, no han logrado todavía la confianza de los usuarios ni que éstos se familiaricen con su uso, están sujetos a rápidos procesos de innovación y no hay aún para ellos normativas que los regulen.* Llama la atención sobre los aspectos vanguardistas de esta tecnología, no solo en lo relativo a la eficiencia energética, sino también sobre la posibilidades que ofrece para mejorar la calidad de la luz artificial y sus aplicaciones: *La tecnología OLED en particular, va a abrir el camino a la aparición de aplicaciones de iluminación completamente nuevas y a desempeñar un papel fundamental en el desarrollo de paneles luminosos delgados y altamente eficientes que harán posible una flexibilidad de diseño máxima.*

Sobre el rol que pueda ocupar el sector SSL europeo en el mercado mundial, teniendo en cuenta que China controla el 95% del suministro de tierras raras y ha adoptado medidas drásticas para restringir su exportación, sugiere el documento que los esfuerzos han de centrarse tanto en promover la formación de profesionales como en aprovechar que *Europa encabeza hoy la competencia internacional en el campo de los sistemas de control y de los servicios de iluminación de edificios y puede aprovechar la experiencia de un amplio, dinámico y reputado colectivo de arquitectos y diseñadores de iluminación.*

⁶⁵ Iluminemos el futuro, Bruselas, COM(21001)889 final, 15/12/2011.

⁶⁶ Directiva de Eficiencia Energética 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, 25/12/2012.

PAAEE 2011-2020⁶⁷

El plan da continuidad a los realizados en el marco de la estrategia de ahorro y eficiencia energética en España con anterioridad.

De acuerdo a los datos contenidos, y teniendo en cuenta que el alumbrado exterior representa el 43% del consumo de energía en el sector de servicios públicos⁶⁸, que a su vez representa el 0,8% del consumo de energía final en España —764 ktep⁶⁹—, resulta que finalmente el consumo atribuible a las instalaciones de alumbrado exterior —de las cuales el 95% es de titularidad pública— sería el **0,34% del consumo energético total del país.**

Llama la atención el dato por cuanto que para el ciudadano común la idea de consumo de energía se relaciona de forma muy directa con la iluminación artificial —la iluminación representa el 14% del gasto de energía en la UE— Esto probablemente tenga su origen en el valor que atribuimos a la luz y en la importancia histórica del coste energético doméstico en los presupuestos de la familia media.

No hay estudios que determinen que porcentaje de ese 0,34% podría atribuirse a la iluminación ornamental pero lo cierto es que es mencionada como parte del gasto en alumbrado en el PAEE aunque el consumo relativo sea insignificante en términos macro energéticos. En cualquier caso, al tratarse como hemos mencionado en otras partes de este documento de un gasto lúdico de energía, convendría que las administraciones fueran tremendamente cuidadosas en el control de las instalaciones de alumbrado ornamental.

⁶⁷ Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020 aprobado por Consejo de Ministros 29/07/2011 elaborado por IDAE.

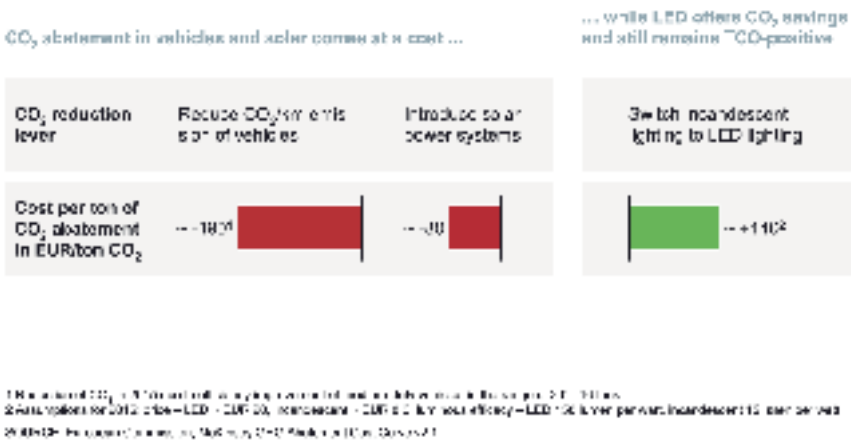
⁶⁸ Grosso modo el gasto de energía de un ayuntamiento se divide entre el alumbrado exterior, el abastecimiento y depuración de agua y la desalación.

⁶⁹ La Agencia Internacional de la Energía, dada la importancia del petróleo como fuente de energía, utiliza su capacidad para producir trabajo como unidad, de modo que $1 \text{ kWh} = 0,86 \times 10^{-4} \text{ tep}$.

DATOS ECONÓMICOS⁷⁰

La influencia de la tecnología LED en la economía es superior a lo que cabría esperar de una fuente de luz que únicamente fuera más eficiente. El hecho de que se trate de la fuente menos contaminante en términos globales y además manifieste una tendencia de mejora tecnológica en este aspecto a medio plazo tiene una incidencia económica real. Si además se tiene en cuenta su naturaleza —fuente puntual, regulación en continuo, amplia gama de temperaturas de color, reproducción cromática elevada, etc.— y el desarrollo de los sistemas de control, se abre un nuevo abanico de aplicaciones —especialmente la iluminación en la arquitectura— que va a ampliar el mercado de la iluminación.

Switching to LED lighting is economically more attractive than other means of CO₂ abatement, but not yet in focus



La reducción de emisiones de CO₂ tiene un coste elevado cuando se trata de la implantación de captación de la energía solar o de vehículos menos contaminantes, justo lo contrario de lo que ocurre con el cambio de incandescencia a LED. No obstante hay que considerar la influencia relativa del consumo energético debido al transporte y el que es atribuible a la iluminación —en el caso del gráfico, residencial—. Hay que tener en cuenta que en la UE la iluminación representa el 14% del consumo energético. Lo que se pone de manifiesto es que una aceleración de la implantación de la tecnología LED ayudaría notablemente, y sin fricciones políticas y económicas de otra naturaleza, a la consecución de los objetivos de emisiones en 2020.

⁷⁰ McKinsey, *Lighting the way: perspectives on the global lighting market*, 2012.

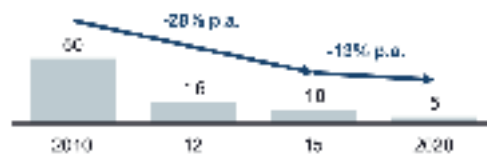
Exhibit 7

LED manufacturing roadmap in 2011



LED lighting price/cost target (USD per kilolumen basis)
2010 - 20E

OEM lamp price



Package price Warm color¹



Package price Cool color²



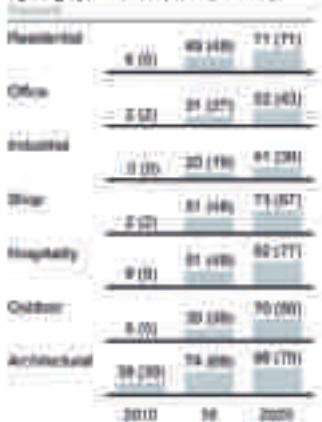
¹ Warm color: 2700K-3000K
² Cool color: 4000K-6500K

SOURCE: Solid State Lighting Manufacturing Roadmap 2010, Department of Energy

El ritmo de implantación se verá favorecido por la disminución de precios sumado al incremento de la eficiencia energética.

Architectural is the early LED adopter, with residential moving slowly, but significantly

LED lighting value-based market share¹ by general lighting application (incl. lighting system control components)



LED lighting market share² by general lighting application (incl. lighting system control components)



CAGR Forecast

Application	2010-15	2015-20
Residential	46	15
Office	38	23
Industrial	14	25
Store	52	12
Hospitality	45	15
Outdoor	34	17
Architectural	17	9

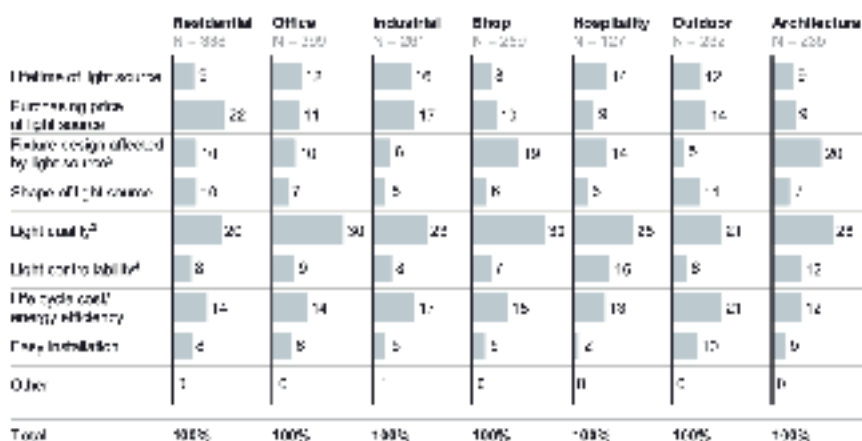
¹ Total general lighting market (incl. fixture installation market with light source and light fixture (hardware) market)
² Total general lighting market (incl. fixture installation market with light source and lighting system control components) (includes main and light source)
SOURCE: Solid State Lighting Market Model, Solid State Lighting Professionals & User Survey

Es significativo el ritmo de implementación del LED en la iluminación arquitectónica en relación a otras aplicaciones. Esto tiene que ver con la versatilidad del LED para la iluminación de edificios y para su inclusión en las fachadas mediáticas de las arquitecturas de nueva planta.

Decision criteria for fixture installation in new buildings/structures

What are the most important criteria when deciding on the type of light source technology in a new fixture installation?

Respondents were asked to select the response with the greatest number of



1. Includes color rendering, glare, uniformity, etc.

2. Dim, energy, dimming

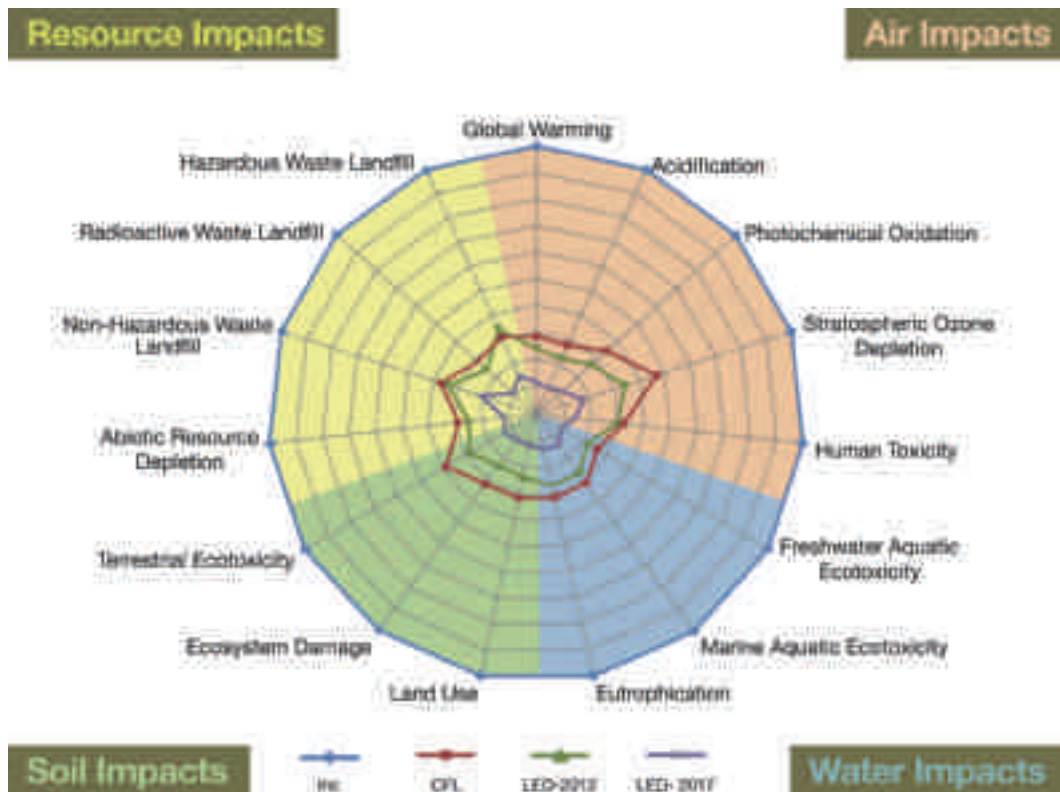
3. CRI, color temperature, color consistency, and light distribution

4. Not applicable, other, etc.

SOURCE: McKinsey Global Lighting Professionals & Consumer Survey

PERSPECTIVAS DEL LED

El estudio publicado en 2012 por el departamento de energía de los Estados Unidos de Norteamérica⁷¹ comparando el impacto global en el ecosistema de las fuentes incandescentes, fluorescencia compacta y LED se ilustra de una manera muy clara en el siguiente diagrama:



La perspectiva de mejora en el escenario del LED a corto plazo deja fuera de toda duda su posición de privilegio como la fuente de iluminación menos contaminante.

⁷¹ Life-Cycle Assessment of Energy and Environmental impacts of LED Lighting products, June 2012 y Consejo 25/12/2012.

A MODO DE CONCLUSIÓN

Ya se dijo en la introducción que la intención de esta guía era recoger una serie de preceptos que permitieran dar una visión global acerca de lo que debería ser la iluminación de conjuntos históricos o monumentos. Aunque nunca se afirmó que existiera una visión objetiva sobre algo cuyo resultado está dirigido a impresionar los sentidos. Como cualquier tratado parte de realidades contrastadas, pero el hilo conductor refleja inevitablemente una manera de entender el oficio de diseñador de iluminación en la sociedad en que vivimos.

Para mejorar el paisaje nocturno en las ciudades se podrían hacer muchas recomendaciones pero conviene sintetizar. Si una iluminación es deplorable —por las razones que sea— sólo hay dos culpables: quien la encarga y quien la diseña.

El fomento de la cultura de la luz sugiere poner el acento por un lado en el cambio de procedimientos por parte de las administraciones públicas a la hora de abordar estos proyectos y, por otro, desarrollar y apoyar programas formativos reglados en distintos ámbitos del sistema educativo.

Dado que habitualmente son instituciones públicas quienes deciden emprender este tipo de actuaciones, bastaría con que se considerara preceptiva la realización de planes directores o en su caso proyectos de iluminación, y que para la redacción de los mismos se convocara un concurso público.

La convocatoria de concurso rompería la práctica poco ortodoxa del proyecto *gratuito* a cargo de las empresas fabricantes y fomentaría la participación de diseñadores independientes; de este modo, se pondrían las bases para la creación de un tejido de estudios de diseño que nos equiparara a medio plazo con los países desarrollados de nuestro entorno.

Por otro lado el fomento de la formación de diseñadores de iluminación en el ámbito universitario apoyando y desarrollando las iniciativas existentes⁷², proveería al mercado de profesionales debidamente cualificados. Cabe resaltar que con el importe que destinan las fundaciones de las grandes compañías eléctrica para la iluminación de un solo monumento, se podrían conceder las suficientes de becas para atender las necesidades de la demanda existente en todo un año.

⁷² Master de diseño de iluminación arquitectónica de la ETSAM (UPM), máster en iluminación arquitectónica de la UPC, máster diseño iluminación IED.

CASOS PRÁCTICOS

ILUMINACIÓN EXTERIOR DE MONUMENTOS

Los ejemplos que a continuación se exponen han sido realizados por diversas compañías fabricantes o por estudios de diseño. No se trata de una muestra exhaustiva de posibles modos de iluminar edificios y tampoco el hecho de que sean recogidos en la guía significa que se trate de intervenciones paradigmáticas. Son simplemente ejemplos realizados con proyectos de iluminación que pueden ser considerados como tales. El equipo de redacción se ha permitido la licencia de presentar todos con el mismo criterio añadiendo una pequeña descripción de cada uno de ellos.

PUERTA DE ALCALÁ. MADRID

La Puerta de Alcalá, de estilo neoclásico y declarado Bien de Interés Cultural, es una de las cinco antiguas puertas reales que daban acceso a la ciudad de Madrid. Fue construida entre 1769 y 1778 por el arquitecto Francesco Sabatini. Se divide en tres cuerpos, los dos laterales de menor altura que el central. Entre sus tres cuerpos se reparten cinco vanos con arco de medio punto y adintelados, todo ello adornado con varios motivos decorativos y esculturas.

Previo a la reforma de la iluminación realizada en el año 2014 el edificio contaba con iluminación por proyección combinando lámparas de halogenuro metálico y vapor de sodio con un consumo total de 41.470 W y la consecuente emisión desmesurada de CO₂.

El proyecto realizado responde a la necesidad de una iluminación dinámica del monumento debido a las distintas actividades que se desarrollan en la plaza. Por esta razón, la iluminación se divide en dos instalaciones, una primera con una escena de iluminación cotidiana en temperatura de color en torno a los 3000 K y una segunda instalación con proyectores RGB programados mediante DMX consiguiendo escenas con distintos colores según el evento que se realice.

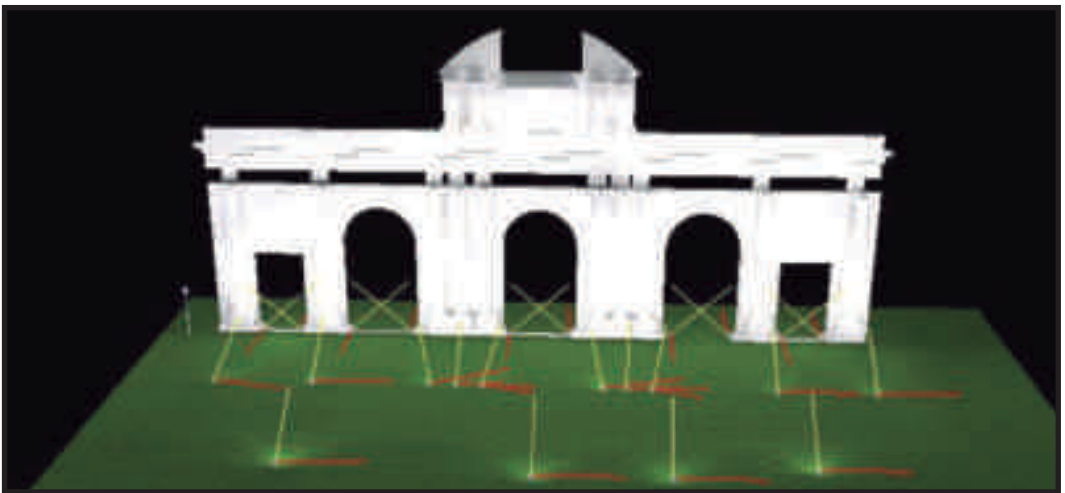
La iluminación ahora es más eficiente, duradera, versátil y programable. Es de tecnología LED y permite una reducción de consumo de energía alrededor del 90% —4.660 W—.

FICHA TÉCNICA

Cliente: Ayuntamiento de Madrid

Empresa de iluminación: IGUZZINI

Fecha realización: 2014



Simulación de la instalación realizada mediante programa de cálculo.



Escena de iluminación cotidiana.



Escena de iluminación en color.

BANCO DE ESPAÑA. MADRID

El Banco de España se ubica en la plaza de Cibeles, en pleno corazón de la ciudad, y es uno de los exponentes de la arquitectura histórica madrileña de finales del XIX. Proyectado por el arquitecto Adaro, fue inaugurado en 1891 y desde entonces se han realizado dos importantes transformaciones.

El edificio tenía una iluminación tradicional por proyección desde báculos de alumbrado público con fuentes de halogenuros metálicos. Esta instalación cayó en desuso al eliminar el ayuntamiento los proyectores existentes en el Paseo del Prado.

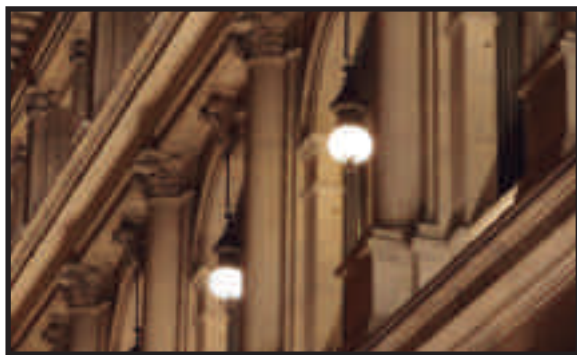
En 2007 el Banco invita a tres estudios de iluminación a un concurso restringido con los siguientes condicionantes: utilización de tecnología moderna tanto en lo relativo a fuentes de luz como sistemas de control, mínima emisión de flujo luminoso a la bóveda celeste, integración de la iluminación en el edificio de la forma más integrada posible, aplicación de criterios de conservación del edificio y representación formal acorde con la naturaleza de la institución.

La propuesta parte de rescatar y poner en primer término la iluminación original del edificio consistente en unas luminarias suspendidas en las balconadas de la planta principal, procediendo a su restauración e incluyendo en su interior fuentes fluorescentes compactas y equipos electrónico para posibilitar la regulación de flujo.

En definitiva se parte del concepto originario de la relación entre la luz artificial y el edificio emblemático en la medida en que, con anterioridad a las redes de alumbrado público y a la progresiva implementación de la iluminación por proyección, eran los edificios significativos los que irradiaban la luz al entorno.

El proyecto añade a esto el realce de las líneas de imposta con una franja de luz continua sobre la cara inferior de las cornisas —que nos permiten a su vez evitar dosis elevadas de emisión de flujo al hemisferio superior— y el recorte de las aperturas de luz del edificio. En definitiva una iluminación basada esencialmente en la simetría del edificio.

No se olvida destacar la coronación del edificio, tanto los elementos escultóricos como las barandillas de forja y lucernario, así como la emblemática bola de oro sobre el reloj.



Luminarias existentes restauradas.

FICHA TÉCNICA

Proyecto y dirección técnica:

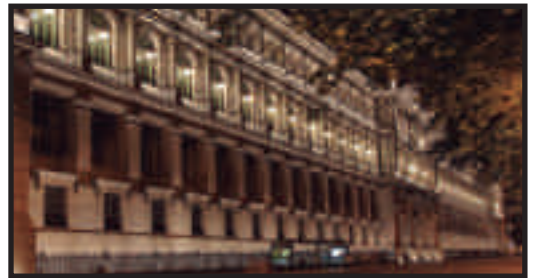
Miguel A. Rodríguez Lorite y Pablo Barone. Intervento

Colaboraciones: Macarena Risso, María Gil de Montes, Cynthia González y Javier Ruiz de Arcaute

Empresa de iluminación: Iguzzini

Fotografías: Tomás Antelo y José Luis de la Parra

Fecha realización: 2008



Imágenes finales de la iluminación del edificio.

MUSEO THYSSEN BORNEMISZA. MADRID

El Palacio de Villahermosa construido en 1805 por el arquitecto Antonio López Aguado es un ejemplo de la arquitectura palaciega del XIX. El edificio ofrece una imagen austera y regular de granito y ladrillo con un pequeño pórtico dórico en la fachada a la carrera de San Jerónimo. La fachada más relevante del edificio es la norte en donde se ubica la entrada actual al recinto.

El palacio contaba con una instalación con luminarias para lámparas de xenón de alto consumo y muy baja eficiencia ubicadas en el interior de los balcones del primer y segundo piso.

La propuesta ha consistido en marcar una línea de luz sobre todos los elementos de granito, evitando la iluminación por proyección. De esta forma se distinguen nítidamente los huecos de ventana, las franjas verticales de pilares y las cornisas coincidentes con las líneas de imposta y arranque de cubiertas. Sin que los paramentos de ladrillo reciban más luz que la existente del alumbrado urbano y la contaminación lumínica de la ciudad, se logra que el edificio se reconozca formalmente sin rupturas. Paralelamente se ha implementado iluminación para los elementos infográficos y el patio de entrada. Para este último se han diseñado unos báculos específicos que soportan la iluminación general del acceso al edificio y las banderolas.

Dado que el palacio se ubica en una zona del centro de la ciudad donde todos los edificios son representativos y además están iluminados por la noche, la idea para realzarlo en el entorno consistió no en competir en cantidad de luz, sino en utilizar fuentes de muy alta temperatura de color —8500 K—, que lo hace destacar visualmente. El efecto que se consigue es singular, delicado y a costa de un escaso consumo de energía. Todas las luminarias colocadas en el interior de balcones y ventanas se han instalado sobre unas pletinas autoportantes, de modo que el sistema es reversible y no provoca daño alguno en el edificio.

La elección de las ópticas de las luminarias ha permitido, pese a que la mayor parte de las luminarias iluminan hacia arriba, que los haces de luz reflejen íntegramente sobre las superficies de las cornisas, de modo que la contaminación lumínica a la bóveda celeste sea prácticamente nula.

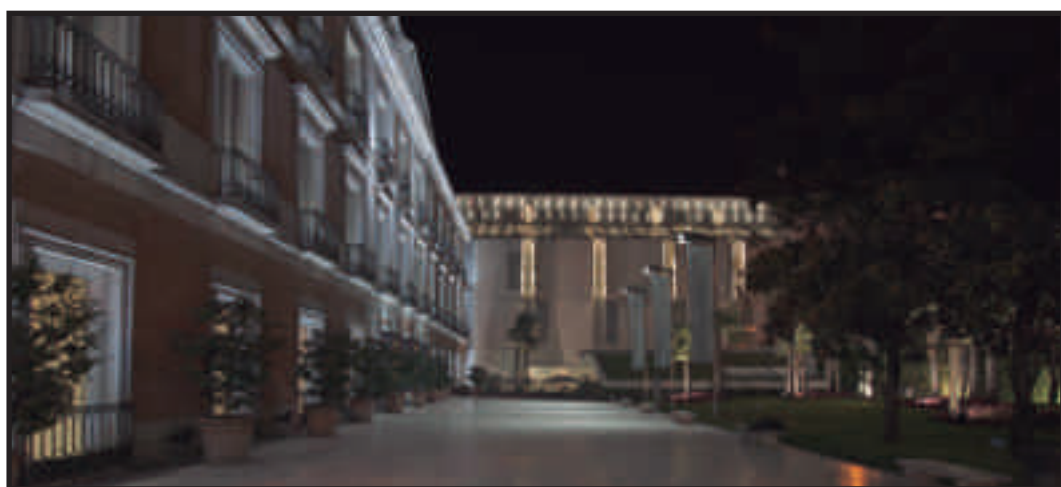
En definitiva es un proyecto que conjuga un consumo mínimo y eficiente de energía con una lectura singular del monumento, atendiendo paralelamente a necesidades visuales básicas que antes no se cubrían.



Iluminación por proyección en el patio de entrada.

FICHA TÉCNICA

Proyecto: Pablo Barone,
Macarena Risso, María Gil de Montes. Intervento
Dirección: Miguel A. Lorite
Empresa de iluminación: Intervento
Fotografías: José Luis de la Parra
Patrocinio: Fundación Endesa
Fecha realización: 2011



Imágenes finales de la iluminación del edificio.

PALACIO DE CONGRESO DE LOS DIPUTADOS. MADRID

El Congreso de los Diputados, es un edificio de estilo neoclásico ubicado en la Carrera de San Jerónimo. El proyecto fue elaborado y ejecutado por el arquitecto Pascual Colomer en 1843 , su fachada principal está concebida como un palacio del renacimiento italiano, con almohadillado y pilastras jónicas, realizado por una escalinata flanqueada por dos esculturas en bronce de leones que simbólicamente protegen la entrada, sobre su entablamento, se dispone un magnífico frontón clásico con relieves alegóricos.

El objetivo de la intervención es resaltar la imagen nocturna del Palacio dentro del entorno de la Plaza de las Cortes, a través de una iluminación suave que pusiera en valor todos los elementos arquitectónicos que lo componen.

El proyecto lumínico se concibió desde el principio con la idea de crear volúmenes y dotar de profundidad al edificio, para ello se usaron temperaturas de color diferentes en las distintas zonas de la fachada, utilizando blancos fríos y blancos cálidos con tecnología LED.

Además era muy importante la ubicación de los proyectores, ya que no se quería realizar un proyecto lumínico por inundación desde la distancia. Es por ello que se trató de ubicar los equipos sobre la fachada, o lo más cerca posible, minimizando así la potencia instalada, utilizando principalmente la gama de producto Sculp de Schreder.

Se dividió la fachada en 3 zonas, las columnas del pórtico y los casetones interiores, el plano de la fachada y el tímpano, buscando el objetivo marcado en cada una de sus partes. Además se iluminaron detalles como la bandera Española y los leones haciendolo visible desde la fuente de Neptuno. La totalidad del proyecto fue realizado con un consumo de 1,4 kW.



FICHA TÉCNICA

Proyecto: DirDam 36

Patrocinio: Fundación IBERDROLA

Empresa de iluminación: SCHREDER-SOCELEC

Fecha realización: 2015



Imágenes finales de la iluminación del edificio.

PABELLÓN REYNO DE NAVARRA ARENA. NAVARRA

El pabellón Reyno de Navarra Arena es un espacio multifuncional de 11.000 m² creado para albergar más de 10.000 espectadores a cubierto. Esta caracterizado por la versatilidad de su uso gracias a una gran grada que puede ocultarse en el suelo generando un gran espacio o en el caso de desplegarse, dos espacios totalmente independientes.

La fachada es el elemento que define e identifica el edificio. Consiste en una matriz de módulos sobresalientes translúcidos que se alternan con espacios ciegos metálicos y una serie de profundas grietas horizontales.

Los módulos translucidos son los protagonistas de la fachada por la noche. Están formados por una estructura de hierro zincado y policarbonato opal termoconformado. La iluminación se resuelve a base de unas luminarias estancas de diseño específico para el pabellón con lámparas fluorescentes.

La iluminación de la fachada es regulable mediante protocolo DALI que considera cada cubo como una unidad independiente. Gracias a esto, se pueden conseguir efectos luminosos no uniformes, dinámicos y vibrantes a lo largo de toda la superficie dando la sensación de movimiento.

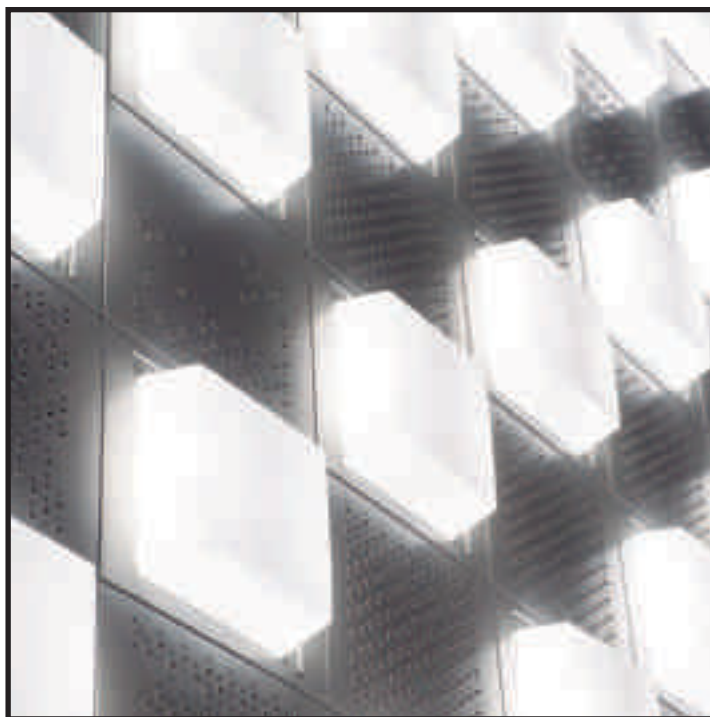


Imagen de los módulos translucidos iluminados.

FICHA TÉCNICA

Arquitecto: TYM Asociados,
Carmelo Fernández Militino

Lighting designer: ALS

Promotor: Gobierno de Navarra

Constructora: UTE FCC Obenasa

Empresa de iluminación: LAMP
LIGHTING

Fecha realización: 2013



Imágenes finales de la iluminación del edificio.

FOROS IMPERIALES. ROMA

Los antiguos Foros Imperiales se cuentan entre los yacimientos arqueológicos más importantes de Roma. Se trata de plazas representativas que se crearon en los inicios de la época imperial como ampliación del Forum Romanum. El proyecto tenía como objeto la iluminación de tres de los foros imperiales: el Foro de Augusto, el Foro de Nerva y el Foro de Trajano, y su famosa Columna de Trajano.

La iluminación nocturna de estos destacados monumentos requería una renovación en términos tanto técnicos como de diseño. El objetivo era una iluminación que realzara las diversas estructuras de las antiguas plazas y la arquitectura que las caracteriza.

Las especificaciones para la nueva iluminación de los tres foros eran exigentes desde el punto de vista luminotécnico. Se requerían equipos LED altamente eficientes que lograsen eficacia luminosa acompañada de un consumo energético mínimo, además de limitar al mínimo los trabajos de mantenimiento necesarios en este emplazamiento tan sensible arqueológicamente.

La iluminación consiste en realizar un bañado uniforme de los paramentos con acentos en alguno de sus elementos. Luminarias con luz de color blanco neutro iluminan los elementos arquitectónicos característicos de cada foro, como los restos de los grandes templos o la Columna de Trajano, para la iluminación de los demás elementos se utiliza luz de color blanco cálido.



Imagen de la iluminación del Foro de Nerva.

FICHA TÉCNICA

Proyecto de iluminación: Vittorio Storaro, Francesca Storaro, Castel Gandolfo

Empresa de iluminación: ERCO

Fotógrafo: Frieder Blickle

Fecha realización: 2015



Imagen de la iluminación del Foro de Augusto.



Imagen de la iluminación del Foro de Trajano.

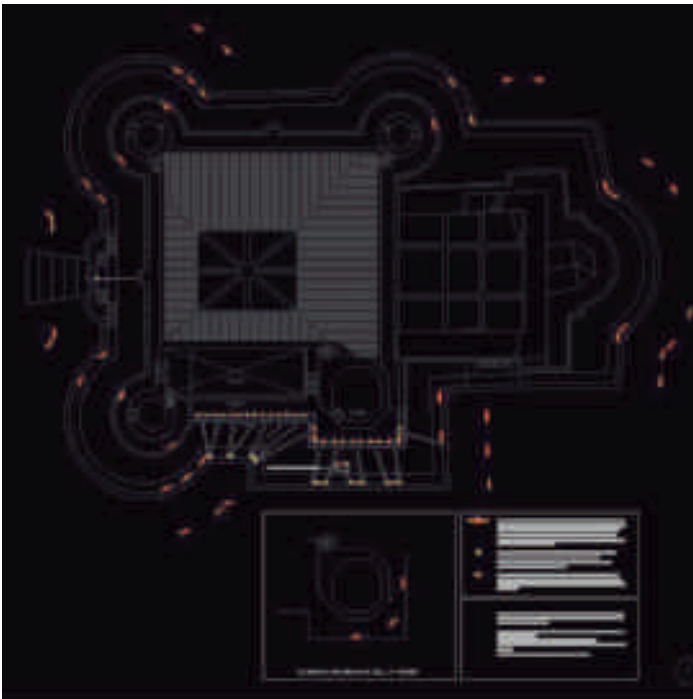
CASTILLO DE MANZANARES EL REAL. MADRID

A finales del siglo xv y durante el siglo xvi, aparece de una manera muy señalada el castillo-palacio. Uno de los mejores que tenemos en España es el de Manzanares el Real, propiedad de la Casa del Infantado y obra del gran arquitecto del gótico tardío Juan Guas. Los castillos-palacio suelen ser aquellos que tienen una planta mas regular y geométrica con torreones en los ángulos, generalmente circulares, el núcleo de la fortaleza lo constituye el patio señorial.

Como criterio general la iluminación a plantear tenía que ser capaz de atraer la atención hacia el castillo, sin perder de vista el respeto al monumento. La incorporación del color y su posibilidad de cambio dinámico en el tiempo, parecía una solución acertada para atraer la atención e invitar a la reflexión.

La ubicación de los equipos buscaba generar espacios de contraste entre luz y sombra, tanto en la lectura horizontal del monumento como en la vertical del mismo, todo ello con el fin de reforzar la percepción tridimensional y volumetría del conjunto. Las luminarias fueron elegidas por su capacidad para emitir luz con cambio de color dinámico, por la precisión de sus ópticas y por la incorporación en ellas de fuentes de luz de muy bajo consumo.

La potencia total instalada para la iluminación de todo el conjunto ha sido de 6720 W (1,29 W/m²).



Ubicación equipos de iluminación.

FICHA TÉCNICA

Promotor: Dirección General de Turismo de la Consejería de Cultura y Turismo de la Comunidad de Madrid .

Arquitecto: Ginés Sánchez Hevia
Instaladora: Instalaciones Eléctricas Marluz

Empresa de iluminación: ERCO

Fotografía: Nano Cañas



Imágenes finales de la iluminación del castillo.

ANEXO I. BASES METODOLÓGICAS PARA LA ILUMINACIÓN DE CONJUNTOS HISTÓRICOS

INTRODUCCIÓN

El borrador de este documento se presentó a la consideración de los asistentes a las Jornadas *Paisaje nocturno en los conjuntos históricos*. Fue redactado por el equipo de dirección que impulsó su celebración, al entender que el mejor colofón de las Jornadas sería un documento de conclusiones que recogiera las aportaciones realizadas por ponentes y participantes y que, en la medida de lo posible, sintetizara los aspectos metodológicos más relevantes y los criterios básicos a tener en cuenta para la redacción de planes y proyectos de iluminación en conjuntos históricos.

En la redacción definitiva que ahora se presenta han colaborado la mayor parte de los ponentes de las jornadas y algunos expertos en iluminación a quienes se ha consultado.

LOS MARCOS DE REFERENCIA

En el preámbulo de la Recomendación sobre el Paisaje Urbano Histórico, aprobada el 10/11/2011 en la 36ª Conferencia General de la UNESCO, se llama la atención sobre el hecho de que *factores como los cambios demográficos, la liberalización y descentralización del mercado mundial, el turismo de masas, la explotación comercial del patrimonio cultural y el cambio climático, han acarreado un cambio de condiciones para las ciudades, quedando éstas sometidas a nuevas presiones y problemas asociados al desarrollo que no existían cuando se aprobó la recomendación más reciente de la UNESCO sobre conjuntos históricos en 1976.*

Es por esto que urge, tal y como enuncia más adelante la citada recomendación de la UNESCO, *el paso de una concepción centrada principalmente en los monumentos arquitectónicos a una visión más amplia, que tome en consideración la importancia de los procesos sociales, culturales y económicos en la conservación del patrimonio urbano y que ha de acompañarse de un esfuerzo de adaptación de las políticas existentes y de la creación de nuevos instrumentos con los que hacer realidad esta visión.*

Si se entiende por paisaje urbano de carácter histórico algo que trasciende a la noción de *conjunto* o *centro histórico* y que abarca el contexto urbano general, incluyendo en éste multitud de factores entre los que también cuentan las *percepciones y relaciones visuales*, como enuncia la declaración a la que nos estamos refiriendo, entonces podemos afirmar que ya disponemos de un marco de actuación en el cual encajarían naturalmente conceptos como el *urbanismo de la luz*, que sintetiza perfectamente la idea de una imagen nocturna de las ciudades históricas en las que la iluminación *ornamental* y *urbana* formarían parte de una misma intervención.

El cambio de hábitos de la ciudadanía con la prolongación de la actividad más allá de las horas de luz diurna y el hecho de que la mayor parte de los monumentos de los centros históricos cuentan desde hace decenios con iluminaciones artificiales, hace necesario que éstas sean contempladas como una intervención en el Patrimonio Histórico, más aún cuando su fin es la puesta en valor del mismo.

Desde que en 1931 se redactara la Carta de Ates hasta la fecha han sido numerosas las aportaciones de Congresos y organismos internacionales, cuyo legado constituye un cuerpo teórico y metodológico fundamental en lo tocante a la preservación del Patrimonio histórico y natural.

La Carta de Atenas recomienda en el apartado VII la *supresión de toda publicidad de toda superposición abusiva de postes e hilos telegráficos, de toda industria ruidosa y perturbadora en la proximidad de los monumentos de arte e historia*. Ochenta y dos años más tarde, en un país avanzado en materia de la preservación del Patrimonio como el nuestro, no resulta difícil encontrar aún fachadas y cubiertas de monumentos plagadas de tendidos eléctricos y luminarias, incluso obsoletos y sin uso.

La Carta del Restauo introduce el concepto de restauración urbanística, llamando la atención sobre la carga tecnológica y funcional a la que los centros históricos están sometidos⁷³, y propone considerar la posibilidad de integrar el mobiliario moderno y los servicios públicos conectados a las exigencias vitales de los centros.

*Los arquitectos y los urbanistas deberían procurar que la vista de los monumentos y los conjuntos históricos, o la que se obtiene desde ellos, no se deteriore y que dichos conjuntos se integren armoniosamente en la vida contemporánea.*⁷⁴ La Carta de Nairobi Introduce en el punto 5 de sus principios generales el concepto de la *vista*, en referencia a la contaminación visual que elementos externos al propio monumento puedan ejercer sobre él. Más adelante, en la medida número 30 de salvaguardia afirma: *Deberían protegerse los conjuntos históricos y su medio, contra la desfiguración resultante de la instalación de soportes, cables eléctricos o telefónicos, antenas de televisión y signos publicitarios en gran escala. Cuando ya existan se tomarán las medidas adecuadas para suprimirlos. Se deberían estudiar y controlar con el mayor cuidado los carteles, la publicidad luminosa o no...*

Por hacer una última referencia, la Carta de Toledo⁷⁵, en su punto 8, habla de que la adaptación de la Ciudad Histórica a la vida contemporánea, requiere unas cuidadas instalaciones de las redes de infraestructura y equipamientos de los servicios públicos. En el apartado siguiente plantea la posibilidad de que la introducción de elementos de carácter contemporáneo —siempre que no perturben la armonía del conjunto— contribuya a su enriquecimiento.

No hay ninguna referencia explícita en las cartas internacionales sobre la influencia de las iluminaciones de conjuntos históricos en su conservación o en su imagen. Sin embargo a fines de septiembre de 2009, un grupo de profesionales de muy diversa procedencia⁷⁶, reunidos bajo los auspicios del Instituto Nacional de Antropología e Historia de México, en la ciudad de Taxco de Alarcón, en el estado mexicano de Guerrero, acordaron redactar un documento que estableciera las bases conceptuales, metodológicas y prácticas para la iluminación de los monumentos y los centros históricos.

El resultado fue la Carta de Taxco 2009⁷⁷ que fue presentada como conclusión en el X Encuentro Internacional de Revitalización de Centros Históricos celebrado en 2011 en el Centro Cultural de España en México DF.⁷⁸

⁷³ Carta del Restauo Anejo D.

⁷⁴ Conferencia General de la ONU para la Educación, Ciencia y Cultura, Nairobi, 1976.

⁷⁵ Carta Internacional para la conservación de las Ciudades Históricas, ICOMOS, Toledo, 1986.

⁷⁶ Los participantes españoles fueron Alfonso Jiménez, arquitecto de la catedral de Sevilla y Miguel Ángel Rodríguez Lorite de Intervento.

⁷⁷ Publicada por el INAH, la Junta de Andalucía, Fundación Sevillana Endesa, Fundación Caja Madrid y Catedral de Sevilla en enero de 2012.

⁷⁸ El encuentro se titulaba *Luces y sombras en los centros históricos*.

Además de su contenido, lo excepcional de la Carta radica, en el hecho de que — por primera vez — un organismo de referencia en el campo de la protección del Patrimonio como el INAH, haya conferido la importancia que en realidad tiene a este aspecto de la intervención y de la puesta en valor de Bienes Culturales.

LA LEGISLACIÓN

La nueva estructura competencial del Estado que surge de la Constitución dota a las Comunidades Autónomas de la competencia básica en materia de Patrimonio Histórico. El Estado, por su parte, mantiene una serie de competencias complementarias. Por tanto, las leyes que de algún modo afectarían a la iluminación de monumentos serían todas y cada una de las legislaciones autonómicas en materia de Patrimonio Cultural, así como la Ley de ámbito estatal Ley 16/1985 de Protección del Patrimonio Histórico, cuya única mención al problema es la relacionada con las instalaciones de iluminación en conjuntos o sitios históricos o arqueológicos que se recoge en el artículo 19.3: *Queda prohibida la colocación de publicidad comercial y de cualquier clase de cables, antenas y conducciones aparentes en los Jardines Históricos y en las fachadas y cubiertas de los Monumentos declarados de interés cultural. Se prohíbe también toda construcción que altere el carácter de los inmuebles a que hace referencia este artículo o perturbe su contemplación.*

Pero hay un tercer nivel de atribuciones en materia de Patrimonio que corresponde a los poderes locales. Por un lado, los Ayuntamientos tienen una misión de vigilancia y cooperación con los organismos responsables para la aplicación de la Ley — Comunidad Autónoma y Estado — y, por otro lado, la propia Ley de Régimen Local de 1985 inscribe la competencia sobre Patrimonio Histórico entre las funciones municipales y, concretamente, la Ley de Patrimonio Histórico les atribuye la iniciativa en la realización de los planes a desarrollar en los Conjuntos Históricos. La aprobación de estos planes y sus proyectos subsiguientes correspondería a la Comisión Provincial de Patrimonio, en la que está representada la Administración Autónoma en cada caso.

Además de lo anterior, existen otros cuerpos legales que pueden tener relación con la iluminación de conjuntos y núcleos históricos como los siguientes:

Ley 31/1987 de ordenación de las telecomunicaciones

En el artículo 18.2, se hace mención a la obligatoriedad de soterrar las canalizaciones.

Ley 31/1988 de Protección de calidad astronómica de los observatorios del instituto de Astrofísica de Canarias.

Se desarrolla a través del RD 243/1992 en cuyo artículo 12 se dice que *el alumbrado ornamental de edificios públicos, monumentos y jardines podrá realizarse con cualquier tipo de lámparas, siempre que permanezca apagado después de las doce de la noche. Se procurará que la luz vaya siempre dirigida de arriba hacia abajo.*

Ley 34/2007 de calidad del aire y protección de la atmósfera.

Se define con claridad el concepto de contaminación lumínica como *el resplandor luminoso nocturno o brillo producido por la difusión y reflexión de la luz en los gases, aerosoles y partículas en suspensión en la atmósfera, que altera las condiciones naturales de las horas nocturnas y dificultan las observaciones astronómicas de los objetos celestes, debiendo distinguirse el brillo natural, atribuible a la radiación de fuentes u objetos celestes y a la*

luminiscencia de las capas altas de la atmósfera, del resplandor luminoso debido a las fuentes de luz instaladas en el alumbrado exterior.

En su disposición adicional cuarta habilita a las Administraciones públicas que, en el ámbito de sus competencias, promoverán la prevención y reducción de la contaminación lumínica, con la finalidad de conseguir los siguientes objetivos:

- a) Promover un uso eficiente del alumbrado exterior, sin menoscabo de la seguridad que debe proporcionar a los peatones, los vehículos y las propiedades.
- b) Preservar al máximo posible las condiciones naturales de las horas nocturnas en beneficio de la fauna, la flora y los ecosistemas en general.
- c) Prevenir, minimizar y corregir los efectos de la contaminación lumínica en el cielo nocturno, y, en particular en el entorno de los observatorios astronómicos que trabajan dentro del espectro visible.
- d) Reducir la intrusión lumínica en zonas distintas a las que se pretende iluminar, principalmente en entornos naturales e interior de edificios.

RD 1890/2008 Reglamento de Eficiencia Energética en instalaciones de alumbrado exterior e Instrucciones Técnicas EA-01-07

La estructura normativa del Reglamento es bastante clara y adecuada a sus objetivos fundamentales. En primer lugar hace un esfuerzo por clasificar los campos de actuación en alumbrado exterior, para poder legislar de modo específico sobre cada uno de ellos. Los valores de iluminancia que prescribe son los aceptados por otras normas o recomendaciones realizadas por organismos que pueden ser consideradas de amplio consenso. A partir de ahí se centra en dar soluciones para mejorar la eficiencia de las instalaciones y el control de la contaminación lumínica, planteando finalmente la necesidad del control de los resultados finales de cada una de ellas. El reglamento formula las prestaciones que las diversas soluciones han de satisfacer dejando un amplio margen de actuación al diseñador para que adopte las soluciones que considere adecuadas. Es un modelo de legislación técnica muy adecuado a los tiempos que vivimos, pues conjuga el interés común que persigue toda normativa con la libertad de proyecto; esta libertad es imprescindible para poder ofrecer soluciones válidas en un entorno de complejidad creciente. No obstante en lo relativo a la iluminación *ornamental* está fuera de la realidad por tres razones. La primera de ellas por no diferenciar entre la iluminación de arquitecturas singulares de nueva planta de las históricas. La segunda por desconocer otros modos de iluminación diferentes al tradicional de *inundación* luminosa de fachadas y la tercera, en parte derivada de la fecha en que se promulga, por no considerar la influencia decisiva en la práctica de iluminación que está teniendo la incorporación del LED. De hecho la tabla 11 en la que se recogen los niveles de iluminancia recomendados es muy antigua y desconoce la principal fuente de iluminación en esta aplicación que en estos momentos es el LED.

Decreto 6/2012, de 17 de enero de la Junta de Andalucía por el que se modifica el Decreto 357/2010 de 3 de agosto, de Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica.

Un compendio valorado del corpus legal en relación al tema que nos ocupa serecoge en el artículo de Juan Contreras González⁷⁹ de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

⁷⁹ Valoración comparativa de la normativa desarrollada en España para la protección del cielo nocturno frente a la contaminación lumínica, trabajo presentado en CONAMA 09.

EL ESCENARIO DE FUTURO

Vamos a asistir a una transformación imparable de la imagen nocturna del tejido urbano y de los conjuntos históricos, que encuentra el sustento tecnológico no sólo en el desarrollo del LED y los sistemas de control, sino en mayor medida en los nuevos medios de transmisión de imágenes y sus soportes. Este cambio no será neutro ni permanecerá ajeno a discursos ideológicos o intereses económicos.

Las Nuevas Tecnologías

La llegada del LED como fuente de iluminación en el alumbrado público y ornamental de las ciudades no se debe en exclusiva a su eficacia o su vida útil que mejoran esencialmente las de otras fuentes tradicionales, incluso tan eficientes como el vapor de sodio, en su desarrollo tecnológico actual. Su irrupción imparable se debe a otras características que son las que van a determinar el cambio en el paisaje nocturno de las ciudades:

- La opción de empleo de luz coloreada o blanca en el mismo dispositivo.
- La regulación en continuo del flujo luminoso y la integración de eficaces sistemas de control.
- La posibilidad de incorporación de cualquier tipo de óptica y por tanto de modulación del flujo luminoso.
- La facilidad para su inclusión en cualquier tipo de luminaria.

La contaminación lumínica

En 2004 tuvo lugar el primer Simposio internacional sobre contaminación lumínica en Barcelona que supuso un espaldarazo para que esta cuestión adquiriera, en el mundo profesional de la iluminación, la importancia que merece.⁸⁰

El documento final del Congreso Nacional de Medio Ambiente (CONAMA 2009)⁸¹ trataba ampliamente la cuestión desde los puntos de vista científico, luminotécnico y legislativo, aún sin contener una propuesta de consenso.

Es necesario subrayar que la lucha contra la contaminación lumínica es un frente de batalla más contra el despilfarro de energía, pero también influye en buena medida en el ecosistema y, por tanto, en la vida de las personas. Ni que decir tiene que nos priva del mejor espectáculo nocturno - que no son los edificios emblemáticos que iluminamos - sino el firmamento.

La iluminación de monumentos, al realizarse habitualmente por debajo de la línea del horizonte, constituye una de las aplicaciones más contaminantes, aunque la influencia relativa en la contaminación global de una ciudad pueda no ser considerable en determinados casos. Por tanto, aportar las recomendaciones básicas en este terreno para compatibilizar la iluminación de monumentos con la mínima contaminación lumínica debe ser uno de los objetivos fundamentales de este documento.

⁸⁰ Organizado por Commission Internationale de L'Eclairage e International Dark Sky Association y dirigido por Ramón San Martín.

⁸¹ Publicación del grupo de trabajo GT-LUZ Contaminación Lumínica. Documento final.

La sostenibilidad

Recientemente los EE.UU. de América han presentado el Informe Nacional sobre el Clima elaborado por más de doscientos científicos durante cuatro años y que ha sido asumido públicamente por el presidente Obama, hecho al que hay que conferir especial importancia, dada la tradicional negación u omisión de la existencia del cambio climático por parte de la administración norteamericana. En la próxima cumbre de París prevista para 2015, es posible que los estados firmantes del protocolo de Kioto opten, vista la proliferación de desastres naturales, por implementar políticas más eficaces para la preservación del planeta y estas políticas deberían tener en cuenta el problema de la sostenibilidad, el despilfarro energético y la conservación del ecosistema.

La crisis económica

Uno de los escasos aspectos positivos de la crisis económica en nuestro entorno es el tiempo para la reflexión que otorga para la toma de decisiones acerca del ahorro energético y las políticas de los ayuntamientos al respecto.

El lado negativo, derivado de la dificultad de financiación de las corporaciones, es la aparición de las empresas de servicios energéticos, que pueden llegar a hipotecar la libertad en la toma de decisiones de los consistorios en lo que respecta a la iluminación de los conjuntos históricos.

RECOMENDACIONES

La conservación de los monumentos

Si la finalidad de la iluminación de un monumento es contribuir a la puesta en valor del mismo y asegurar el fácil mantenimiento de las instalaciones, inexcusablemente ha de tenerse presente:

- La piel del inmueble ha de mantenerse limpia de cualquier instalación, no sólo por razones de conservación física, sino por preservar su imagen diurna.
- En la iluminación por proyección convendrá evitar la presencia de soportes, casamatas o báculos en el entorno del monumento en la medida que impiden una visión limpia del mismo desde determinadas perspectivas. En los monumentos de gran relevancia se tendrían que prever sistemas de ocultamiento total durante el día de equipamientos y luminarias.
- En el caso que su morfología permita la incorporación de equipamientos de iluminación ocultos a la visión, la instalación debe realizarse con criterios de reversibilidad y sin afección al bien.
- En caso de que el inmueble cuente con faroles o lámparas históricas que forman parte de su imagen, se procederá a su restauración física y funcional, incorporando las prestaciones luminosas que la tecnología actual provee.

El control de la contaminación lumínica

Las disposiciones contenidas en el RD 1890/2008 se consideran un avance en tanto que abordan la cuestión del control de la contaminación lumínica.⁸² Además debería de tenerse en cuenta:

- Desestimar, por su toxicidad, el empleo de fuentes de vapor de mercurio, en todas sus variantes, para la iluminación de edificios históricos.
- Desestimar cualquier sistema que no pueda ser regulado en continuo.
- Desestimar el empleo de fuentes de LED con emisión por debajo de los 500 nm.
- No utilizar fuentes de LED de temperatura de color superior a los 3000 K cuando la proyección se realice desde la línea de horizonte.⁸³
- En caso de iluminación de abajo hacia arriba incorporada a cornisas o balcones del edificio, el haz de luz no debe exceder la superficie a iluminar o debe ser contenido por la cara inferior de las cornisas de remate de fachadas.
- En la iluminación por proyección el haz de luz no debe exceder la superficie a iluminar.

⁸² En particular lo contenido en el ITC-EA-03 y el apartado 3.1. de la ITC-EA-04.

⁸³ De modo que se asegure que la radiancia espectral por debajo de los 500 nm sea inferior al 5% de la radiancia total emitida por la fuente de luz.

- No deberán superarse los niveles de luminancia media y máxima puntual establecidos en la ITC-EA-03 Tabla 3 del RD 1980/2008.
- Deberá preverse un sistema de control de la instalación que permita su programación de acuerdo a criterios estacionales, laborables y festivos, incompatibilidades con actividades astronómicas, respeto a la época de reproducción de animales sensibles a la luz, etc.

Iluminación para la contemplación

Tradicionalmente la iluminación de fachadas de edificios históricos se ha planteado desde el exterior y, por razones obvias, no se contempló en su origen. Pero si partiéramos de la hipótesis de que *el hueco es la forma*, podría cobrar sentido la idea de iluminar desde dentro. Conceptualmente la idea de la *transparencia* operaría como el negativo de la imagen de la fachada pero serviría igualmente para su puesta en valor. Ni que decir tiene que esta manera de iluminar iría aparejada de ausencia de contaminación lumínica y de luz intrusa, limitaría extraordinariamente los consumos y mantenimiento, etc.

En el caso de una iluminación tradicional pensada para la contemplación formal del inmueble habrá que considerar:

- Que la iluminación artificial destinada al realce del patrimonio arquitectónico sea compatible con el disfrute del patrimonio natural que representa el cielo estrellado.
- Que la iluminación no distorsione las características formales originales del edificio, para lo cual es necesario un equilibrio de iluminancias y luminancias adecuado.
- Que no aparezcan sobre las fachadas sombras arrojadas invertidas, producidas por cornisas, balcones u otros elementos sobresalientes puesto que estas sombras son capaces de alterar la percepción de las proporciones reales del inmueble.
- Que no aparezcan asimismo sombras dobles producidas por proyecciones cruzadas.
- Que no se mezclen temperaturas de color.

Empleo de la luz coloreada

El empleo de luz coloreada puede alterar de forma significativa la imagen de los conjuntos históricos. Dada su capacidad para influir en las sensaciones y llamar la atención de los ciudadanos, es grande el riesgo que entraña su uso incontrolado para la preservación de la imagen de los centros históricos de las ciudades. Su correcto y circunstancial uso exige:

- No utilización de forma permanente la iluminación coloreada sobre un edificio, reservando esta posibilidad para determinados eventos o circunstancias.
- Exigencia de realización de un proyecto que incluya el diseño de escenas, y que sea aceptado por asesores de las instituciones debidamente cualificados.
- El discurso luminoso debe ser concebido por personas capacitadas en el manejo del color y su sintaxis y con acreditada formación.
- Deberá valorarse su efecto sobre los ciclos biológicos de las especies animales y vegetales y sobre la salud humana.

Urbanismo de la luz

El urbanismo se define como el conjunto de conocimientos relativos a la planificación, desarrollo, reforma y ampliación de los edificios y espacios de las ciudades. Urbanismo es, por tanto, un concepto aplicable a la iluminación urbana y ornamental a la vista de la capacidad de la luz para modelar los objetos, organizar las escenas y generar sensaciones.

Por ello, convendrá planificar la iluminación pública de acuerdo a criterios más relacionados con la arquitectura y la vida de las personas que habitan las ciudades, que con la obtención de determinados niveles de iluminancia o la facilitación del tráfico rodado. La motorización generalizada para el desplazamiento en las ciudades cambió su imagen diurna y nocturna, porque en gran medida la iluminación urbana actual está concebida para alcanzar niveles aceptables de seguridad vial. La restricción cada vez más aceptada del tráfico en los cascos históricos abre la puerta para pensar en una iluminación más humanizada, a la escala del peatón. Tendrá que hablarse de equilibrios de sombras en vez de uniformidades, y de luminancias en vez de iluminancias. Tendrán que valorarse tanto los aspectos cualitativos de la luz como la eficacia. Habrá que pensar en la estética de las luminarias y soportes. Esta iluminación deberá considerar su efecto sobre la salud de las personas.

La necesidad de planes directores

Un Plan Director en general es una herramienta para la gestión integral de un determinado patrimonio, por tanto un Plan Director de iluminación no es una auditoría energética, a la que se suman multitud de cálculos de costes y se cifran iluminancias en servicio, que se remata con las fichas técnicas de los nuevos productos a instalar y sus sistemas de control. Si se sigue trabajando en esta línea puede ocurrir —como ya sucede en la mayor parte de las renovaciones integrales de iluminación que se están acometiendo en muchas ciudades— que se cambie la tecnología para no cambiar nada o incluso para empeorar la imagen de las mismas. También puede ocurrir que paradójicamente se incremente la contaminación lumínica por la reflexión sobre los pavimentos, o se multipliquen los deslumbramientos.

Un Plan Director de iluminación para una ciudad no es una actuación de ingeniería sino, sobre todo, de planeamiento urbanístico. Sin restar importancia a la influencia del LED en el ahorro energético, hay que decir que, hasta en este aspecto, un Plan Director cabalmente redactado puede ser más eficiente desde el punto de vista energético con la tecnología de iluminación clásica, que un mal proyecto con LED. No se trata de sustituir un equipo por otro más eficiente o versátil. Se trata de pensar en cómo se usan y reconsiderar todos los objetivos.

No hablamos por casualidad del *urbanismo de la luz*, sino que elegimos el término porque otorga un significado distinto a esta actividad, acorde con su importancia. En un Plan Director de iluminación la ingeniería y la tecnología pueden ser decisivas pero, en su globalidad, el Plan ha de ser concebido también desde otras disciplinas como la arquitectura, el urbanismo, la historia del arte y la conservación del Patrimonio y, en su materialización, deben participar diseñadores de iluminación cualificados. No debemos olvidar que la intervención en el patrimonio cultural —en la que se inserta la iluminación monumental— es un campo interdisciplinar.

En orden a su promoción, financiación y gestión creemos que no solo debe concernir a una concejalía concreta de un gobierno municipal dado, sino a todo el consistorio en su conjunto. Es decir que la iluminación de una ciudad debe ser considerada como una cuestión municipal interdepartamental en la que deberían implicarse otras concejalías como Urbanismo, Patrimonio, Medio Ambiente, Turismo, Circulación, etc. y, por tanto, resolverse mediante la participación y el consenso de todo el equipo municipal, sin perder de vista la presentación pública al conjunto de los ciudadanos y la consideración de la opinión pública.

Propuestas

Entendemos que la Administración Local tiene la llave para que se comience a cambiar la metodología de funcionamiento tradicional. La realidad es que resulta relativamente sencillo implementar otra forma de hacer las cosas. Sometemos a consideración las siguientes:

- Repensar el alumbrado urbano bajo criterios de eficacia y sostenibilidad, cuestionando planteamientos que se han demostrado perniciosos y que han propiciado la cantidad de luz frente a la calidad.
- Abrir a la concurrencia pública la convocatoria de concursos para la elaboración de Planes Directores y para la redacción de proyectos de iluminación de edificios emblemáticos; esto serviría para fomentar el desarrollo profesional en el campo de diseño de iluminación y para generar interés profesional en estudiantes de distintas disciplinas.
- La creación de una subcomisión multidisciplinar dentro de las Comisiones Provinciales de Patrimonio encargada de supervisar los Planes Directores o intervenciones parciales de iluminación en los conjuntos históricos.
- Creación de un observatorio dentro del GCPH (Grupo Ciudades Patrimonio de la Humanidad) para evaluar el estado de la iluminación urbana y ornamental en los conjuntos históricos Patrimonio de la Humanidad.
- Impulsar un uso adecuado de las nuevas tecnologías de la luz y sus posibilidades plásticas relacionadas con el patrimonio monumental, creando un Festival de ámbito nacional dirigido a artistas visuales y diseñadores de iluminación, que rotaría anualmente por cada una de las ciudades Patrimonio de la Humanidad.

Madrid, 19 de mayo de 2014.

Han colaborado de un modo u otro, en la convocatoria de las Jornadas, en su celebración y en la elaboración del documento de conclusiones las siguientes personas y organismos:

- Adell Calduch, Joaquín
- De Santos, Claudia
- Elbaz, Lara
- Erice, Santiago
- Ferrari, Guida
- Gallego, Rafael
- Gil, Teresa
- Julián Alcolea, Santiago
- Lara Gutiérrez, Ana
- Maldonado Ramos, Luis
- Martín Romero, Ana
- Masbernát, Josep
- Morales Rubio, Ángel
- Muñoz Cosme, Alfonso
- Narboni, Roger
- Pou, Martí
- Puente García, Raquel
- Rodríguez Lorite, Miguel Ángel
- Rol de Lama, Ángeles
- Sarroca, Joan R.
- Sierra Garriga, Carlos
- Sousa Seibane, Ángel Luis
- Valero Ubierna, Ignacio
- Instituto del Patrimonio Cultural de España.
Secretaría de Estado de Cultura
- Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid
- Asociación Profesional de Diseñadores de Iluminación
- Comité Español de Iluminación
- Philips Ibérica de Alumbrado
- iGuzzini
- Intervento RED



Intervención de Roger Narboni.



Coloquio moderado por Lara Elbaz con Ignacio Valero —Masterdia—, Juan R. Sarroca —CEI— y Joaquín Gallego —APDI—.



Clausura a cargo de Claudia de Santos —concejala ayuntamiento de Segovia)—, Ana María Lara —INAH, México—, Roger Narboni —Agence Concepto, París—, Angel Luis de Sousa —DG BB.AA. Secretaría Estado de Cultura, España— y Miguel Ángel Rodríguez Lorite —Intervento—.



Ponencia de Guida Ferrari.

ANEXO II. DIRECCIONES DE INTERÉS SOBRE CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

PUBLICACIONES

NACIONAL

Bará, S., Tilve, V., Nieves, M., Sánchez de Miguel, A. y Zamorano, J. 2015. *Zernike power spectra of clear and cloudy light-polluted urban night skies.*

Estrada-García, R., García-Gil, M., Acosta, L., Bará, S., Sánchez-de-Miguel, A. y Zamorano, J. 2015. *Statistical modelling and satellite monitoring of upward light from public lighting*, Lighting Research and Technology.

Meléndez, L.P., Sierra Garriga, C. y García Gil, M. 2015. *Caracterización de la intensidad luminosa responsable de la contaminación lumínica en las ciudades*, XL Simposium Nacional de Alumbrado, Ciudad de Badajoz.

Meléndez, L.P., Sierra Garriga, C. y García Gil, M. 2015. *Modelización de la Contaminación Lumínica en entornos urbanos*, 19th International Congress on Project Management and Engineering, Granada.

De Miguel, A., Zamorano, J. M., Gómez Castaño, J., Ocaña, F., Pascual Ramírez, S., López Cayuela, M. A., et al. 2013. *Contaminación lumínica en España 2012*, In Highlights of Spanish Astrophysics VII.

García Gil, M., San Martí Páramo, R., Solano Lamphar, H. y Francia Payàs, P. 2012. *Contaminación lumínica. Una visión desde el foco contaminante: el alumbrado artificial*, UPCGrau, 154 pp.

San Martín, R., García, M. y Solano, H. 2010. *Metodología ramal-UPC para análisis cuantitativo de la contaminación lumínica*, Simposium Nacional del Alumbrado - XXXV Simposium del Comité Español de Iluminación. Pontevedra, pp. 1-24.

Aubé, M. 2007. *Light pollution modeling and detection in a heterogeneous environment*, Starlight Conference, La Palma.

Marín, C. y Jafari, J. (ed.). 2007. *Starlight: A Common Heritage*, La Palma.

Baixeras, J. y Domingo, J. 2001. *Contaminar amb llum: un futur fosc per a les nits*. *Mètode*, 31: 49-52.

INTERNACIONAL

Bashiri, F., Hassan, C. R. C. 2014. *Light Pollution and Its Effect on the Environment*, International Journal of Fundamental Physical Sciences.

Bennie, J., Davies, T. W., Duffy, J. P., Inger, R. & Gaston, K. J. 2014. *Contrasting trends in light pollution across Europe based on satellite observed night time lights*, Scientific Reports.

Cinzano, P. & Falchi, F. 2014. *Quantifying light pollution*, Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer.

Bará, S. 2014. *Light pollution and solid-state lighting: reducing the carbon dioxide footprint is not enough*, Proc. SPIE 8785, 8th Iberoamerican Optics Meeting and 11th Latin American Meeting on Optics, Lasers, and Applications.

Bará, S. 2014. *Light pollution: Why should we care?* Second International Conference on Applications

of Optics and Photonics Manuel Filipe P. C. Martins Costa; Rogério Nunes Nogueira Aveiro, Portugal.

Blask, D., Brainard, G., Gibbons, R., Lockley, S., Stevens, R. & Motta, M. 2012. *Light Pollution: Adverse Health Effects of Nighttime Lighting. Report 4 of the Council on Science and Public Health*, American Medical Association.

Cinzano, P. & Falchi, F. 2012. *The propagation of light pollution in the atmosphere*, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society.

Daukantas, P. 2012. *Light Pollution: The Problem and the Possible Solutions*, Optics and Photonics News.

Falchi, F., Cinzano, P., Elvidge, C. D., Keith, D. M. & Haim, A. 2011. *Limiting the impact of light pollution on human health, environment and stellar visibility*. *Journal of Environmental Management* 92, 2714-2722.

- Fonken, L. K., Nelson, R.J. 2011.** *Illuminating the deleterious effects of light at night*, F1000 Med Rep, 2011; 3: 18.
- De la Paz Gómez, F., Sanhueza, P. y Díaz Castro, J. 2010.** *Guía Práctica de Iluminación de Exteriores. Alumbrado eficiente y control de la contaminación lumínica*. Oficinas de Protección de la Calidad del Cielo de Chile y Canarias.
- Hölker, F., Wolter, C., Perkin, E. K., Tockner, K. 2010.** *Light pollution as a biodiversity threat*. Trends EcolEvol 25: 681-682. 2.
- Chepesiuk, R. 2009.** *Missing the Dark: Health Effects of Light Pollution*. *Environmental Health Perspectives*.
- Holland, J. 2008.** *What is light pollution, and how do we quantify it?* 11 pp.
- Rich, C. y T. Longcore (ed.). 2006.** *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*, Island Press. 458 pp. Washington, Covelo, London.
- Berthume, T. S. 2007.** *Light Pollution: A Case for Federal Regulation?* Graduate Thesis. Rochester, New York: Rochester Institute of Technology.
- Navara, K. J., Nelson, R. J. 2007.** The dark side of light at night: physiological, epidemiological and ecological consequences. *J. Pineal Res.* 43:215-224.
- Longcore, T. & Rich, C. 2004.** *Ecological light pollution*. *Frontiers in Ecology and Environment*, 2(4): 191–198.
- Narisada, K. & Screuder, D. 2004.** *Light pollution handbook*, Springer.
- Cinzano, P. 2004.** *La valutazione dell'impatto ambientale dell'Inquinamento Luminoso*, ISTIL, Thiene, Italia.
- Schwarz, H. E. (ed.). 2003.** *Light Pollution: The Global View*, Springer.
- Cinzano, P. 2002.** *Dieci cose da sapere per combattere efficacemente gli effetti dell'inquinamento luminoso sul cielo notturno*, ISTIL, Thiene, Italia, 8 pp.
- Cinzano, P., Falchi, F. & Elvidge, C. D. 2001.** *The first world atlas of the artificial night sky brightness*. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Volume 328, 3, pp. 689-707.
- Cinzano, P. (ed). 2000.** *Measuring and Modelling Light Pollution*, Mem. Soc. Astron. Ital.
- Cinzano, P. 1997.** *Inquinamento luminoso e protezione del cielo Notturno*. *Memorie, Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali, Volume XXXVIII, Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arte, Venezia*, 224 pp.
- Crawford, D. & Hunter, T. 1990.** *The Battle Against Light Pollution*. *Sky & Telescope*, July, p. 23.
- Hunter, T. & Goff, B. 1988.** *Shielding the Night Sky*. *Astronomy*, Sept., p. 47.
- Sperling, N. 1986.** *Light Pollution: A Challenge for Astronomers*. *Mercury*, Sept./Oct., p. 144.

INSTITUCIONES, ASOCIACIONES Y ORGANIZACIONES

NACIONAL

Fundación Starlight

<http://fundacionstarlight.org/>

Entidad creada por el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) cuyo fin principal es la difusión de la astronomía y la promoción, coordinación y gestión del movimiento Starlight. Uno de sus objetivos prioritarios es la protección y conservación de los cielos nocturnos, considerados un importante recurso científico, cultural, medioambiental y turístico; para ello extiende a la población la cultura de una iluminación inteligente y promueve iniciativas locales, nacionales e internacionales que evitan la contaminación lumínica, que posibilitan el ahorro energético y que mitigan los efectos del cambio climático.

Cel Fosc

<http://www.celfosc.org/>

Asociación independiente y abierta de ciudadanos concienciados que ejercen sus derechos y asumen sus responsabilidades cuyo objetivo es influir en la sociedad en la que vivimos para mejorar el alumbrado público y privado; conseguir iluminar mejor, respetando el medio ambiente y la salud, ahorrar recursos naturales, aumentar la seguridad vial y vigilar el buen uso de nuestros impuestos.

Oficina Técnica para la Protección de la Calidad del Cielo del Instituto de Astrofísica de Canarias (OTPC)

<http://www.iac.es/servicios.php?op1=28>

Creada en enero de 1992 por el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) para facilitar la aplicación de la Ley del Cielo (Ley 31/1988), que preserva la calidad astronómica de los observatorios de Canarias de la contaminación lumínica, la contaminación radioelétrica, la contaminación atmosférica y las rutas aéreas. Asesora sobre los preceptos de la Ley y emite informes técnicos a proyectos de alumbrado y de estaciones radioeléctricas, así como certificados de luminarias.

Grupo de Protección del Cielo

<https://gpc.asaaf.org/>

Tiene como objetivo luchar contra el derroche energético y la contaminación lumínica en alumbrado en nuestro país, y aspira a hacer posible que nuestros hijos y los hijos de nuestros hijos puedan heredar la belleza del cielo estrellado que tanto cautivó y maravilló a nuestros antepasados.

Red Española de Estudios sobre la Contaminación Lumínica (REECL)

<https://guaix.fis.ucm.es/splpr/>

El objetivo principal de la red consiste en reunir a los diferentes grupos de investigación sobre contaminación lumínica que trabajan en España para facilitar la comunicación con vistas a potenciar la colaboración entre ellos a la par que crear un foro de discusión científica y técnica y divulgar los resultados.

Grupo de Protección de Cielo – Parc Astronòmic Montsec, Grupo de Trabajo para el Estudio de la Contaminación Lumínica – Universitat de València, Grupo de Trabajo sobre Contaminación Lumínica – Planetario de Pamplona

Lumínica Ambiental

<http://www.luminicaambiental.com/>

Oficina técnica especializada y dedicada a la contaminación lumínica y al alumbrado exterior en todos sus ámbitos: técnico, científico, legislativo, educativo y divulgativo. Sus proyectos se fundamentan en el compromiso que garantiza el equilibrio entre funcionalidad de la iluminación nocturna y el cuidado por preservar las condiciones de oscuridad del medio nocturno.

Calidade do Ceo Nocturno

<https://calidadedoceo.files.wordpress.com/>

Nace de un programa impulsado por la Oficina de Desarrollo Sostenible de la Universidad de Santiago de Compostela en 2010. Se trata de un colectivo de personas de diferentes ámbitos académicos cuyo objetivo es investigar, divulgar, crear conciencia real sobre esta problemática en toda la sociedad para que se responsabilice y promover medidas de protección del cielo.

INTERNACIONAL

The International Dark-Sky Association (IDA)

<http://darksky.org/>

Autoridad reconocida en la protección del cielo nocturno y organización líder en la lucha contra la contaminación lumínica en todo el mundo. Entre sus objetivos se encuentra educar al público y a los responsables políticos sobre la conservación del cielo nocturno, promover la iluminación exterior responsable con el medio ambiente, y a través de la divulgación, proporcionar soluciones de iluminación inteligentes y programas educativos de alcance internacional.

Istituto di Scienza e Tecnologia dell' Inquinamento Luminoso (ISTIL)

<http://www.inquinamentoluminoso.it/istil/indexit.html>

Organización sin ánimo de lucro que tiene como objetivo el desarrollo y la promoción de la investigación científica sobre la contaminación lumínica y el desarrollo y la difusión de tecnologías y métodos para limitar la contaminación lumínica y sus efectos en el medio ambiente.

CieloBuio

(Coordinamento per la protezione del cielo notturno)

<http://cielobuio.org/>

Constituida en 1997 para promover una cultura de iluminación ecológica y la protección de los cielos de la contaminación lumínica que engloba múltiples organizaciones, asociaciones y observatorios. Coordina actividades en territorio italiano de carácter científico, técnico, divulgativo, etc. y apoya la acción legislativa destinada a la lucha contra la contaminación lumínica.

Venetostellato – Coordinamento veneto contro l'inquinamento luminoso

<http://www.venetostellato.it/>

Asociación sin ánimo de lucro científica y cultural, cuya actividad se expresa en forma de intereses colectivos por lo general dentro de los límites territoriales de la región de Véneto, que tiene por objetivo limitar la contaminación lumínica, sensibilizar, preservar la naturaleza, el medio ambiente y el cielo nocturno con el fin de transmitirlo a generaciones futuras tal como lo han conocido nuestros predecesores, principalmente mediante la implementación de leyes.

Association Nationale pour la Protection du Ciel et de l'Environnement Nocturnes (ANPCEN)

<http://www.anpcen.fr/>

Única asociación en Francia cuyo objeto social está enteramente dedicado a los problemas de contaminación lumínica del ambiente nocturno con una experiencia de más de 15 años que moviliza a más de 6000 personas y actúa tanto de forma nacional y local como a través de cooperación internacional. En 2014 recibió, por primera vez, el reconocimiento nacional de las asociaciones de protección del medio ambiente.

Verlust der Nacht

<http://www.verlustdernacht.de/>

Grupo de investigación interdisciplinario de carácter científico que investiga sobre el impacto de la contaminación lumínica sobre el medio ambiente, la salud, el impacto cultural y socioeconómico y, también, sobre las causas de una iluminación cada vez mayor por la noche. En base a sus resultados han creado soluciones para conceptos de iluminación modernos y tecnologías sostenibles.

Association pour la Sauvegarde du Ciel et de l'Environnement Nocturnes (ASCEN)

<http://www.ascen.be/>

Asociación que lucha contra la contaminación lumínica elaborando recomendaciones para evitar el extraordinario derroche de energía que existe actualmente sin perjudicar la seguridad o comodidad de los habitantes de las ciudades y el medio rural. Buscan involucrar a astrónomos y a asociaciones de protección de la naturaleza en la lucha contra la contaminación lumínica en Bélgica, elaborar campañas y documentos informativos para el público general y para los responsables políticos y proporcionar documentos.

Werkgroep Lichthinder

<http://www.vvs.be/werkgroepen/werkgroep-lichthinder>

Grupo de trabajo que fomenta el uso responsable de la iluminación nocturna para que no comprometer la salud, la seguridad y la ciencia, no derrochar tanta energía y cuidar el medio ambiente, ofreciendo soluciones posibles.

Dark Sky Slovenia<http://www.temnonebo.si/>

Asociación creada en 2008 que nace de una iniciativa ciudadana cuyo objetivo es resaltar al público general y especializado el problema del aumento de la contaminación lumínica y su impacto negativo en las observaciones astronómicas, la salud humana y el medio ambiente en general. Hace hincapié en que el cielo oscuro es una parte importante de nuestro patrimonio natural que podríamos perder debido a una conducta negligente. Buscan involucrar a expertos, fabricantes y a las autoridades nacionales competentes para reducir la contaminación lumínica al mínimo.

RASC Light-Pollution Abatement (LPA)<http://rasc.ca/light-pollution-abatement>

Constituido en 1991, su objetivo es reducir los niveles de contaminación lumínica en zonas urbanas y rurales informando y asesorando a gobiernos y departamentos federales, provinciales y municipales a la par que a empresas y ciudadanos preocupados y, de esta forma, tomar medidas para reducir el deslumbramiento innecesario, la luz emitida hacia el hemisferio superior y la luz intrusiva. Su misión es trabajar para que se produzcan cambios sociales y legislativos que se traduzcan en mejores prácticas y una iluminación más responsable en Canadá.

The Commission for Dark Skies – British Astronomical Association (CfDS)<http://www.britastro.org/dark-skies/>

Su principal objetivo es conseguir que el cielo nocturno reciba la protección que merece como un área de excepcional belleza natural y un sitio de especial interés científico. Buscan preservar el ambiente nocturno minimizando la luz intrusiva y la luz emitida hacia el hemisferio superior, evitando una sobreiluminación, apostando por una regulación adecuada de la luz e informando sobre las consecuencias de la contaminación lumínica a políticos, fabricantes y ciudadanos. Su lema es “la cantidad correcta de luz, donde se necesita, cuando se necesita”.

Oficina de Protección de la Calidad del Cielo del Norte de Chile (OPCC)<http://www.opcc.cl>

Tiene como misión apoyar la norma de Emisión para la Regulación de la Contaminación Lumínica asesorando en lo referente a la instalación de sistemas de iluminación exteriores compatibles con la conservación y mejoramiento de las condiciones de oscuridad de los cielos de las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo, ya que constituyen un patrimonio ambiental reconocido como el mejor existente en el Hemisferio Sur para la observación astronómica.

Controlling Light Pollutionhttps://www.iau.org/public/themes/light_pollution/

Comisión de la Unión Astronómica Internacional (IAU) dedicada al control de la contaminación lumínica.

New England Light Pollution Advisory Group (NELPAG)<http://www.icq.eps.harvard.edu/nelpag/nelpag.html>

Grupo de voluntarios fundado en 1993 con el propósito de educar al público sobre las ventajas de una iluminación nocturna eficiente que no emita hacia el hemisferio superior. Su objetivo es proporcionar recursos a las personas que participan en cuestiones de iluminación exterior, a representantes políticos estatales y locales para discutir la implementación de leyes y reglamentos, a las empresas de servicios públicos que se ocupan de alumbrado público y al público general interesado en la iluminación.

INICIATIVAS

NACIONAL

Iniciativa Starlight

<http://starlight2007.net/>

Campaña lanzada en 2007, a propuesta del Instituto de Astrofísica de Canarias y en asociación con la UNESCO y otros organismos internacionales, en defensa de la calidad de los cielos nocturnos y el derecho general a la observación de las estrellas, abierta a la participación de todas las instituciones y asociaciones científicas, culturales y ciudadanas relacionadas con la defensa del firmamento. Pretende así reforzar la importancia que los cielos limpios tienen para la humanidad, realizando y dando a conocer el valor que este patrimonio en peligro posee para la ciencia, la educación, la cultura, el medio ambiente, el turismo, y evidentemente, como factor calidad de vida.

Proyecto NIXNOX

<http://www.sea-astronomia.es/drupal/nixnox>

Proyecto propuesto y apoyado por la Sociedad Española de Astronomía (SEA) con el fin de localizar

lugares en España donde se pueda disfrutar del cielo nocturno; la recopilación de los datos de brillo de fondo de cielo y otra información relevante se realiza con la colaboración de las asociaciones de astrónomos aficionados y la información obtenida sobre la existencia de esos observatorios al aire libre se difunde. Se pretende crear de este modo una plataforma que anime a la sociedad a contemplar el cielo nocturno y a las administraciones locales a preservarlo.

Campaña Cielo Oscuro de la Agrupación Astronómica Cántabra

<http://www.astrocantabria.org/?q=cieloscuro>

Campaña que se pone en marcha en 2001 con el fin de proteger el cielo cántabro de la contaminación lumínica y que desde entonces ha logrado, entre otras cosas, una legislación a nivel de Comunidad Autónoma y varias legislaciones en municipios.

INTERNACIONAL

Globe at Night

<http://www.globeatnight.org/>

Programa internacional de carácter científico y ciudadano para aumentar la conciencia pública sobre el impacto de la contaminación lumínica, invitando a los ciudadanos-científicos a medir el brillo del cielo nocturno y compartir sus mediciones desde un ordenador o teléfono móvil. Más de 100.000 mediciones de personas de 115 países durante los últimos 9 años hacen de esta campaña de sensibilización hacia la contaminación lumínica la más exitosa hasta la fecha.

Noche Zero

<http://www.nochezero.org/> (web no operativa)

Iniciativa que surge en 2012 de la mano de Paulina Villalobos que ha sido de vital importancia y que cuenta con el reconocimiento del Award at Large de los Professional Lighting Design Recognition Awards 2013. Es un programa integral que contempla la difusión de la importancia de la oscuridad nocturna y la manera en que el diseño de iluminación, lejos de dañarla, pueda ser la solución para su preservación.

Dark Skies Awareness

<http://www.darks skiesawareness.org/>

Proyecto realizado durante el Año Internacional de la Astronomía 2009 (IYA2009) cuyo objetivo es elevar el nivel de conocimiento público sobre el impacto negativo del exceso de luz artificial en entornos locales y ayudar a más gente a apreciar la pérdida permanente de un cielo nocturno oscuro para gran parte de la población mundial.

International Dark Sky Week

<http://darks sky.org/international-dark-sky-week-2015/>

Creada en 2003 por la estudiante de secundaria Jennifer Barlow, la Semana Internacional de Cielo Oscuro ha crecido hasta convertirse en un evento mundial y un componente clave del Mes Mundial de la Astronomía. Cada año se celebra en abril en torno al Día de la Tierra y el Día de la Astronomía. La iniciativa surge de la voluntad de querer que la gente sea capaz de ver la maravilla del cielo nocturno sin los efectos de la contaminación lumínica y la necesidad de preservarlo, poniendo de manifiesto los problemas

asociados a la contaminación lumínica y promoviendo soluciones simples disponibles para mitigarlo.

Cities at night

<http://www.citiesatnight.org/>

Proyecto de ciencia ciudadana que estudia la contaminación lumínica que proviene de las ciudades cuyo objetivo es acabar con el despilfarro de energía y la destrucción de los ecosistemas. Para ello solicita la colaboración de los ciudadanos para clasificar y georeferenciar imágenes nocturnas satelitales que permitirá crear mapas de contaminación lumínica y ayudará a los gobiernos y autoridades locales a tomar las decisiones correctas para reducir la contaminación lumínica.

Buiometría Participativa (BMP)

<http://www.buiometriaparticipativa.org/>

Iniciativa creada a principios de 2008 destinada a recoger datos sobre la contaminación lumínica por no expertos como estrategia de conciencia ambiental generando una base de datos, además de esto generan materiales educativos, organizan conferencias y promueven el uso de software libre. El proyecto ha atraído considerable interés a nivel nacional.

Die Helle Not

<http://www.hellenot.org/>

Proyecto que nace de la colaboración entre el Defensor del Medio Ambiente del Tirol y los museos provinciales del Tirol para el uso cuidadoso de la luz para preservar la naturaleza, el medio ambiente, la salud y la vista ilimitada del cielo nocturno. Recibe apoyo financiero por parte del gobierno federal y de la Unión Europea. Su lema y objetivo es “tan poca luz artificial como sea posible, tanta luz como sea necesaria”. En 2002 ganó el Premio Ford de Medio Ambiente y en 2005 el primer premio del concurso CIPRA “Futuro de los Alpes”.

Rethink the night

<http://www.rethinkthenight.com/>

Taller organizado por el Comité Helénico de Iluminación en el que se trata fundamentalmente de aprender a diseñar la iluminación de un espacio exterior en relación a los niveles naturales del cielo nocturno, evaluando los niveles de iluminación que se necesitan realmente, adoptando medidas y tecnologías adaptados a estos efectos, para conseguir crear entornos nocturnos integrados, equilibrados, armoniosos y por supuesto respetuosos. En paralelo al trabajo realizado por los diferentes grupos de participantes en el workshop, tienen lugar varias ponencias en torno a la luz y la noche.

JORNADAS Y SEMINARIOS

NACIONAL

Jornadas Técnicas “Contaminación lumínica, una nueva frontera” (2015, Santiago de Compostela)

<http://www.magrama.gob.es/es/ceneam/formacion-ambiental/congresos/09jornadas-contaminacion-luminica.aspx>

Estas Jornadas se enmarcan dentro de la celebración del “Año Internacional de la Luz y de las Tecnologías basadas en la Luz” y su objetivo es ofrecer un espacio de encuentro y de formación multidisciplinar sobre el problema de la contaminación lumínica, una nueva frontera del conocimiento con repercusiones directas sobre las decisiones públicas en materia de iluminación sostenible.

I Curso Starlight Sobre Prevención de la Contaminación Lumínica (2011, Fuerteventura)

<http://fundacionstarlight.org/formacion-y-capacitacion/curso-de-prevencion-de-la-contaminacion-luminica/>

El curso estuvo dirigido al conjunto de técnicos y actores responsables en materia de iluminación exterior e iluminación ambiental en general, incluyendo las empresas del sector, los responsables técnicos, el personal responsable de las administraciones públicas, responsables de planificación urbana, así como diseñadores y especialistas en iluminación del sector turístico, comercio y servicios.

Jornada Técnica (2011, Andalucía)

http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/web/temas_ambientales/medio_ambiente_urbano/luminicas/jornadas_luminica/diptico_jornada_22septiembre.pdf

La jornada “Adecuación de las instalaciones de alumbrado exterior: el papel de los profesionales en los sectores público y privado” estuvo dirigida a personal técnico municipal, entidades y organizaciones, y en ella se ofreció una completa visión de las causas y consecuencias de la contaminación lumínica, normativa de aplicación, actuaciones de algunos ayuntamientos y soluciones ofrecidas por el mercado.

I Encuentro Internacional de Administraciones para la Protección del Cielo Nocturno (2011, Almería)

http://www.starlight2007.net/index.php?option=com_content&view=article&id=356%3Aandalucia-international-meeting&catid=61%3Aconferencias-a-workshops&lang=es

Foro cuyo objetivo era intercambiar experiencias y promover el desarrollo de una posición común para mejorar la calidad ambiental de los cielos y favorecer el ahorro y la eficiencia energética.

9º Congreso Nacional del Medio Ambiente (CONAMA 9). Grupo de trabajo GT-LUZ: Contaminación Lumínica (2008, Madrid)

<http://www.celfosc.org/biblio/general/conama92008.pdf>

Grupo de trabajo que ha querido tomar conciencia de las distintas problemáticas relativas al objeto de su estudio y para ello ha abarcado una gran diversidad de campos de análisis desde el punto de vista científico, legislativo y de gestión, así como desde la perspectiva técnica y de eficiencia, quedando recogidas sus conclusiones en un documento final.

I Symposium Internacional sobre Contaminación Lumínica (2004, Barcelona)

Organizado por iniciativa de la International Dark Sky Association y de la DIVISION 5 (Alumbrado Exterior) de la Comisión Internationale de L’Eclairage con el fin de establecer canales de diálogo entre todos los sectores implicados en la problemática de la contaminación lumínica y de armonizar sus demandas hacia soluciones que sean a la vez posibles y efectivas.

INTERNACIONAL

3rd International Conference on Light Pollution Theory, Modelling and Measurements (LPTMM) (2017, Cataluña)

<http://cegepsherbrooke.qc.ca/~aubema/LPTMM/index.php>

Encuentro focalizado en los recientes avances en investigaciones científicas en materia de contaminación lumínica y su impacto en las observaciones astronómicas. El estudio de la contaminación lumínica está ganando relevancia gracias al desarrollo de ordenadores que pueden reducir significativamente el tiempo que se necesita para simulaciones numéricas más precisas. Las soluciones teóricas, el modelado numérico y los estudios de campo representan diversos acercamientos al análisis, predicción y caracterización de los niveles de contaminación lumínica y su comportamiento. El objetivo principal del encuentro es facilitar un desarrollo más intenso de este campo de investigación.

Nacht van de Duisternis (2015)

<http://www.bondbeterleefmilieu.be/nacht/>

Acción anual que sitúa el impacto que produce la contaminación lumínica en el punto de mira consiguiendo que diferentes municipios apaguen su alumbrado público durante una noche para que las personas puedan hacerse una idea de la tranquilidad y belleza de una noche oscura y reflexiones sobre las consecuencias del exceso de iluminación nocturna, como las alteraciones de nuestro biorritmo o el enorme gasto de energía que supone.

Mitigating Threats of Light Pollution and Radio Frequency Interference (2015, Honolulu)

http://astronomy2015.org/focus_meeting_21

Encuentro que pone de manifiesto la importancia de la protección de espacios (incluyendo observatorios y lugares que forman parte del patrimonio mundial) a través de frenar y revertir el avance de la contaminación lumínica, a la par que resalta las acciones necesarias para realizarlo, que van desde la recogida de datos sobre los niveles de brillo del cielo a la educación del público general, responsables políticos y organismos públicos sobre el valor de la preservación del cielo oscuro.

3rd Nationwide Conference on Light Pollution (2015, Polonia)

<http://lightpollution.pk.edu.pl/konf2015/>

Conferencia dedicada al problema de la contaminación lumínica que trata temas como el impacto

medioambiental que produce una mala iluminación artificial, la iluminación excesiva o el derroche de energía, y cuyo objetivo es presentar dicho problema desde una perspectiva interdisciplinaria para discutir diferentes maneras de minimizar este fenómeno y sus efectos negativos.

Seminario Internacional sobre la Protección del Cielo Nocturno del Norte de Chile (2013, Coquimbo)

Encuentro organizado por la Oficina de Protección de la Calidad del Cielo del Norte de Chile (OPCC), los observatorios AURA, CARSO y ESO, en conjunto con el Ministerio de Relaciones Exteriores, Dirección de Energía, Ciencia e Innovación, para debatir sobre los cambios normativos e institucionales que buscan reguardar la pureza del cielo nocturno del norte chileno, un escenario privilegiado para la observación astronómica. Las actividades incluyeron exposiciones sobre las nuevas tecnologías en iluminación así como el anuncio de una importante actualización de la normativa.

13th European Symposium for the Protection of the Night Sky (2013, Pamplona)

<http://www.cielososcuro.es/index.php?lg=1>

Foro multidisciplinar en el que especialistas de distintos ámbitos y países se reúnen para abordar distintos aspectos de la contaminación lumínica, tanto en lo relacionado con su estudio y caracterización, como en sus consecuencias en el medio ambiente, en la salud, en la economía, en la seguridad ciudadana o en la cultura. Se presentan los últimos estudios y propuestas aportados desde el campo de la ciencia y de la ingeniería y se debate sobre legislación y propuestas para un uso más eficiente y respetuoso de las instalaciones de alumbrado público. De igual modo, se presta especial atención a los efectos de la contaminación lumínica en la salud y en el medio ambiente y se presentan las últimas novedades en cuanto a medición y control de la evolución del fenómeno.

3rd International Startlight Conference (2012, Nueva Zelanda)

http://www.phys.canterbury.ac.nz/Conferences/Third_International_Starlight_Conference/

Conferencia para todos aquellos interesados en la lucha contra la contaminación lumínica que aborda temas referentes a la defensa de la calidad del cielo nocturno, al derecho a observar las estrellas, a los problemas de la contaminación lumínica o a los beneficios de la difusión pública de la astronomía.

Esta guía ha sido redactada por **Miguel Ángel Rodríguez Lorite**
con la colaboración de Guida Ferrari Collados, Irene Gonzalo
Soares, Sonia Herrero Jiménez, Ana Martín Romero, Lucía Pérez
do Souto y Ernesto Sánchez Santana.

Madrid, mayo 2016

