

GRUPO 3. TEMA 27.**ALUMBRADO PÚBLICO:****CRITERIOS DE DISEÑO. NORMATIVA. INSTRUCCIÓN PARA EL DISEÑO DE LA VÍA PÚBLICA.****REFERENCIA AL PLAN DE CALIDAD DEL PAISAJE URBANO.****ALUMBRADOS ESPECIALES Y NUEVAS TECNOLOGÍAS.****0. INTRODUCCIÓN GENERAL**

En relación con el modelo de movilidad de la ciudad de Madrid, la Memoria del Plan General de Ordenación Urbana 1997, el transporte en una ciudad como Madrid y su área metropolitana es una de las principales necesidades y problemas que se plantean, tanto a nivel territorial, como estructurante y económico, dadas sus repercusiones en el funcionamiento del sistema social y en el nivel de calidad de vida de sus habitantes. El Plan General se planteaba como objetivo el alcanzar un modelo de movilidad sostenible, mediante un sistema capaz de permeabilizar la transferencia de un modo a otro de transporte en función de sus condiciones de funcionamiento y del nivel de congestión que en ellos se produce.

La **difusión de la centralidad** persigue un acercamiento entre los orígenes y los destinos de los movimientos urbanos que deriva en una movilidad más racional y sostenible. Es importante en este punto tener en cuenta la potenciación de la diversidad urbana: **la mixtidad de usos y funciones** hace **que la calle sea también contenedor del desarrollo de la vida de sus ocupantes**, lo cual mejora además la seguridad de la misma.

El espacio público seguro y agradable para el peatón debe prevalecer como un objetivo importante en la configuración de la ciudad.

La calle y el espacio público en general es también el marco del contexto sociológico de la ciudad, refleja los usos y costumbres de la misma, se asocian a la memoria de la gente, a la celebración de fiestas culturales, eventos, mercadillos, y diversas actividades lúdicas, deportivas, las plazas como espacios de reunión, de manifestación, etc.. Los espacios urbanos se enriquecen con la superposición de distintas actividades.

En consecuencia, la intervención en el espacio público requiere especialmente la participación de sus usuarios, que se sienten parte de los espacios que componen su barrio, sus calles, sus plazas, en donde se enmarcan sus vivencias y recuerdos.

El objetivo principal debe ser la consecución de un espacio accesible para todos, integrado en la ciudad, con participación en él de sus usuarios y que pueda acoger el mayor número de actividades posible, que lo conviertan en un foco de relación y actividad para la ciudad. Para ello la disposición de los elementos que acondicionan ese espacio público, así como sus características funcionales, constructivas y de ordenación del espacio deben ser las adecuadas para alcanzar el objetivo planteado, y siempre de conformidad con la normativa vigente.

Es importante no entender la ciudad como una foto fija, sino como la interrelación de personas, actividades, usos tradicionales y nuevos, que generen focos de actividad. El paisaje urbano se compone de distintas escenas urbanas, cuyo carácter diferenciado se debe potenciar. La suma de todas ellas compondrá la **"ciudad mosaico"**, concepto desarrollado especialmente en el Plan de Calidad del Paisaje Urbano de la Ciudad de Madrid.

A través de las intervenciones en el espacio público se debe perseguir **la mejora de la escena urbana**, mejorando su lectura, sus recorridos, evitando el caos acumulativo de elementos en la calle para conseguir la definición y consolidación progresiva de **una identidad propia para Madrid**.

1. ALUMBRADO PÚBLICO. CRITERIOS DE DISEÑO. NORMATIVA. INSTRUCCIÓN PARA EL DISEÑO DE LA VÍA PÚBLICA.

Según la IVP (Ficha 10.0) el aspecto de la Vía Pública está básicamente conformado por:

- a) Las fachadas de los edificios con frente a la vía, lo cual corresponde a la planificación urbanística
- b) Los elementos complementarios de las fachadas, como marquesinas, banderines, soportes publicitarios, etc,
- c) La disposición y pavimentación de los elementos de la sección transversal de la vía (calzadas, aceras, bulevares, etc.)

- d) Los elementos de acondicionamiento de la vía pública, como los acondicionamientos frente al ruido, la iluminación, el arbolado y la jardinería, la señalización y el mobiliario urbano, los cuales se analizarán a continuación de manera individualizada, así como estudiando su interrelación.

Se entiende así que **la iluminación, mediante el alumbrado público, forma parte del acondicionamiento de la vía pública**, y su disposición debe atender fundamentalmente a criterios constructivos, funcionales, medioambientales, de ordenación del espacio y calidad visual.

Sin perjuicio de lo que se disponga en las fichas específicas para cada uno de los elementos de acondicionamiento de la vía pública, asimismo la IVP establece unos criterios generales para la disposición de los mismos, evitando perturbar el funcionamiento de la vía pública o de las actividades privadas contiguas.

Igualmente se recomienda agrupar los elementos de acondicionamiento en las aceras y medianas, en bandas longitudinales de forma que presenten un aspecto ordenado y permitan el tránsito peatonal. Estas bandas serán continuas e idénticas a lo largo de cada tramo de la calle y se localizarán en entre 40 y 100 cm. del bordillo, en aceras con anchura mínima. La localización y características de estas bandas podrá modificarse en los casos de aceras de anchuras iguales o superiores a las recomendadas en la IVP. Es una Instrucción Básica respetar siempre una distancia mínima al bordillo de 40 cm. y una banda libre para el tránsito peatonal de anchura no inferior a 1,50 m.

Es igualmente de obligado cumplimiento que los planes parciales y especiales que desarrollen el PGOUM incluyan entre sus determinaciones la disposición y diseño del conjunto de los elementos de acondicionamiento de la vía pública, así como el tipo de pavimentación de cada uno. De igual manera deberán garantizar la coherencia y calidad de la imagen visual del espacio público definido y lo ilustrarán mediante imágenes tridimensionales adecuadas.

En general, para la elección de los tipos y dimensiones de los elementos de acondicionamiento, se estará a lo dispuesto en la NEC del Ayuntamiento de Madrid. No obstante, en los planes parciales, especiales y proyectos de urbanización, podrán proponerse otros modelos de elementos de acondicionamiento para determinadas áreas del municipio, siempre que:

- No se refieran a los elementos cuya uniformidad se exige en esta ficha, que son los siguientes:
 - o la señalización viaria a excepción de la de las áreas estanciales
 - o la iluminación y la pavimentación de la red viaria principal y de las vías colectoras locales
- Cumplan las determinaciones de la IVP
- Estén perfectamente definidos en dichos planes o proyectos y constituyan un conjunto coherente

El procedimiento a seguir para la aprobación de nuevos modelos será el de homologación previsto en el capítulo 49 del PCTG del Ayuntamiento de Madrid.

1.1. CRITERIOS DE DISEÑO.

a) Criterios generales:

La importancia del alumbrado público en las tareas visuales tanto de conducción de vehículos como del tránsito peatonal es elevada. Estudios realizados tanto en nuestro país como en otros han demostrado que el alumbrado público contribuye en gran medida a la reducción de los accidentes de tráfico, fundamentalmente en condiciones de escasa visibilidad y durante la noche.

En lo que se refiere a los criterios de calidad del alumbrado peatonal, en este caso se centran en la seguridad mediante la percepción de su entorno inmediato, al objeto de evitar robos, vandalismos, etc.

Desde el punto de vista energético y medioambiental, conviene reflejar el peso específico del consumo eléctrico del alumbrado público, que puede llegar incluso a representar el 50% del consumo eléctrico total de un Ayuntamiento.

El medio urbano entendido como un lugar de intercambio y de información es un espacio complejo que sirve de soporte para las diversas actividades necesarias en la vida de una ciudad.

En el alumbrado público se tendrán en cuenta los criterios del alumbrado de las vías de tráfico rodado y de las vías peatonales, pensando en ambas tipologías simultáneamente. Así, cada espacio de la ciudad con diferentes usos, deberá dotársele de un ambiente apropiado a su carácter a través de la iluminación.

A la hora de diseñar la instalación de alumbrado de un espacio urbano, se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- Integrar el espacio a iluminar en su entorno: es importante conocer el ambiente luminoso de los espacios colindantes antes de comenzar el proyecto. Puede adoptarse un criterio continuista o bien rompedor.
- Identificar los usos y el tipo de usuarios: pueden ser peatones, niños, ciclistas, mayoritariamente automóviles, personas mayores, etc.
- Analizar lo existente: las satisfacciones o insatisfacciones de la instalación existente, para conocer las posibilidades y los posibles comportamientos defectuosos, teniendo en cuenta además las iluminaciones de escaparates, anuncios, etc.
- Introducir los parámetros de calidad luminotécnica: la luminancia, las uniformidades, los deslumbramientos, la relación con el entorno y la iluminancia horizontal.
- Encajar los condicionantes: de todo tipo, a saber, los económicos, tecnológicos, eléctricos y de mantenimiento de la instalación.

Por otra parte, se debe tender a la eficiencia energética de la instalación, la cual se define como la relación entre el producto de la superficie iluminada por la iluminancia media en servicio de la instalación entre la potencia activa total instalada.

Para mejorar la eficiencia energética de una instalación de alumbrado se podrá actuar incrementando el valor de cualquiera de los tres factores siguientes, de forma que la instalación más eficiente será aquella en la que el producto de los tres factores -eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares y factores de mantenimiento y utilización de la instalación- sea máximo.

- **Eficiencia de la lámpara y equipos auxiliares (εL):** Es la relación entre el flujo luminoso emitido por una lámpara y la potencia total consumida por la lámpara más su equipo auxiliar.
- **Factor de mantenimiento (fm):** Es la relación entre los valores de iluminancia que se pretenden mantener a lo largo de la vida de la instalación de alumbrado y los valores iniciales.
- **Factor de utilización (fu):** Es la relación entre el flujo útil procedente de las luminarias que llega a la calzada o superficie a iluminar y el flujo emitido por las lámparas instaladas en las luminarias.
El factor de utilización de la instalación es función del tipo de lámpara, de la distribución de la intensidad luminosa y rendimiento de las luminarias, así como de la geometría de la instalación, tanto en lo referente a las características dimensionales de la superficie a iluminar (longitud y anchura), como a la disposición de las luminarias en la instalación de alumbrado exterior (tipo de implantación, altura de las luminarias y separación entre puntos de luz).

b) Categorías de alumbrado exterior:

Se entiende por instalaciones de alumbrado exterior, de conformidad con el artículo 6 del REBT de 2002, las que tienen por finalidad la iluminación de las vías de circulación o comunicación y las de los espacios comprendidos entre edificaciones que, por sus características o seguridad general, deben permanecer iluminados, en forma permanente o circunstancial, sean o no de dominio público.

El alumbrado de exteriores se puede clasificar en varias categorías, de conformidad con la mencionada ITC-EA-02:

- Alumbrado Vial: que a su vez puede ser funcional o ambiental

- Alumbrados específicos:
 - 1.- Pasarelas peatonales
 - 2.- Pasos subterráneos peatonales
 - 3.- Adicional de pasos de peatones
 - 4.- Parques y Jardines
 - 5.- Pasos a nivel de ferrocarril
 - 6.- Fondos de Saco
 - 7.- Glorietas
 - 8.- Túneles
 - 9.- Aparcamiento de vehículos al aire libre
 - 10.- Áreas de trabajo exteriores
- Alumbrado ornamental
- Alumbrado de Vigilancia y seguridad nocturna
- Señales y anuncios luminosos
- Alumbrado festivo y navideño

Además, el PCTG del Ayuntamiento se refiere a Instalaciones Singulares que pueden declararse.

Nos referiremos a los alumbrados específicos más relevantes, así como a los singulares, al final del tema, dentro de los alumbrados especiales.

A continuación vamos a desarrollar los condicionantes de diseño y exigencias del alumbrado vial (ITC-EA-01)

Se entiende por alumbrado vial funcional las instalaciones de alumbrado vial de autopistas, autovías, carreteras y vías urbanas. (Situaciones A y B en la ITC-EA-02 del Reglamento).

Se entiende por alumbrado vial ambiental el que se ejecuta generalmente sobre soportes de baja altura (3-5 m.) en áreas urbanas para la iluminación de vías peatonales, comerciales, aceras, parques y jardines, centros históricos, vías de velocidad limitada, etc. (Situaciones C, D y E en la ITC-EA-02 del Reglamento).

c) Criterios específicos de diseño:

Especifica el Pliego de Condiciones Técnicas Generales del Ayuntamiento de Madrid que las instalaciones de Alumbrado Exterior deben cumplir las condiciones marcadas por el Reglamento de Eficiencia Energética así como por el propio Pliego, optando por la más restrictiva en caso de discrepancia entre ambos.

Además, con el fin de optimizar el consumo de energía, todas las instalaciones que se proyecten según este Pliego tendrán la calificación energética "A".

Señala que las instalaciones se proyectarán de tal forma que la potencia instalada, por unidad de superficie, sea inferior a 1W/m2 en calzadas y aceras. En casos excepcionales y debidamente justificados, podrá llegarse a potencias de 1,5 W/m2, siempre acompañado de un estudio justificativo.

Es importante la obligatoriedad que establece el Pliego, con la finalidad de ahorrar energía, de que todas las instalaciones de alumbrado exterior se proyecten con dispositivos o sistemas para regular el nivel luminoso, en periodo nocturno o de actividad reducida, salvo que por razones de seguridad, características del ámbito o por interés público, a justificar en el proyecto, no resultase recomendable efectuar variaciones temporales o reducción de los niveles de iluminación.

Establece además que, por razones de seguridad, los viales con intensidad media de tráfico diario IMD > 50.000 vehículos, no se proyectarán con regulación del nivel luminoso. La instalación permanecerá en régimen de nivel normal durante todo el horario de encendido.

En lo que se refiere al Proyecto, el Pliego determina que éste fijará como mínimo los valores de los siguientes parámetros fotométricos:

- Iluminancia media en servicio
- Uniformidad media
- Las dos anteriores con sistema de regulación del nivel luminoso, en su caso.

Además estos parámetros se estudiarán tanto en calzadas como en aceras. Solamente se complementarán las instalaciones de puntos de luz en aceras cuando la instalación proyectada para el alumbrado de las calzadas no permita alcanzar los niveles de iluminación requeridos.

Por último establece que cuando las instalaciones existentes sean objeto de modificaciones de importancia que afecten a más del 50% de la potencia o luminarias instaladas, será de aplicación el REEIAE.

El PCTG incluye una tabla que recoge los niveles de referencia de iluminación media en servicio para las instalaciones de alumbrado vial, bien sea de tipo funcional o ambiental. Señala además en este último caso que para iluminación de los itinerarios peatonales accesibles se dispondrá un nivel de iluminación de 20 lux de acuerdo con la Orden VIV 561/2010.

ALUMBRADO VIAL FUNCIONAL:

JERARQUÍA VIARIA	TIPO DE VIA O ÁREA	ILUMINANCIA MEDIA EN SERVICIO (lux)		COEFICIENTE UNIFORMIDAD MEDIA MÍN.
		Mínima	Máxima	
Vía Metropolitana (IMD > 110.000)	Calzadas de autopistas, autovías, vías arteriales, radiales y de circunvalación	25	30	0,4
Vía Urbana (110.000 > IMD > 70.000)	Calzadas de ejes de distrito y vías de distribución urbana	22	30	0,4
Vía Básica Distrital (70.000 > IMD > 20.000)	Calzadas de calles colectoras de barrio y vías de tráfico importante	18	25	0,4
Vía Local Colectora (20.000 > IMD > 7.000)	Calzadas de calles locales y residenciales	13	20	0,4
Vía Secundaria (IMD < 7.000)	Calzadas de calles de marcado carácter local	10	13	0,4

ALUMBRADO VIAL AMBIENTAL:

TIPO DE AREA	ZONA	ILUMINANCIA MEDIA EN SERVICIO (lux)		COEFICIENTE UNIFORMIDAD MEDIA MÍN.
		Mínima	Máxima	
Vías urbanas de baja velocidad con soportes de 4-5m de altura	Centros históricos y vías comerciales	15	22	0,3
Aceras y espacios peatonales	Centros históricos y vías comerciales	15	Estudio específico	Estudio específico
	Zona de flujo alto de peatones	15	20	0,4
	Zona de flujo bajo de peatones	10	13	0,2
Parques y jardines	Paseos	7	10	-
	Plazas y zonas estanciales	7	15	0,2
	Focos especial interés	10	Estudio específico	Estudio específico
Pasarelas peatonales		15	30	0,4
Aparcamientos en superficie		10	15	0,4
Carriles bici	Independientes de calzada	10	15	0,2
	Integrados en calzada u otras áreas.	Mismo nivel de la vía o área en que se encuentre		-

De conformidad con la ITC-EA-02 del Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior de 2008, se entiende por **nivel de iluminación** el conjunto de requisitos luminotécnicos o fotométricos (luminancia, iluminancia, uniformidad, deslumbramiento, relación con el entorno, etc.). En alumbrado vial, se conoce también como clase de alumbrado.

Los niveles máximos de luminancia o de iluminancia media de las instalaciones de alumbrado descritas en la ITC-EA-02 de dicho Reglamento, no podrán superar en más de un 20% los niveles medios de referencia establecidos en la misma. Debe garantizarse asimismo, el valor de la uniformidad mínima, mientras que el resto de requisitos fotométricos, son valores de referencia, pero no exigidos.

El conjunto de requisitos fotométricos señalados no serán aplicables a aquellas instalaciones o parte de las mismas en las que se justifique debidamente la excepcionalidad y sea aprobada por el órgano competente de la Administración Pública.

El nivel de iluminación requerida por una vía depende de múltiples factores como son el tipo de vía, la complejidad de su trazado, la intensidad y sistema de control del tráfico y la separación entre carriles destinados a distintos tipos de usuarios.

En función de estos criterios, las vías de circulación se clasifican en varios grupos o situaciones de proyecto, asignándose a cada uno de ellos unos requisitos fotométricos específicos que tienen en cuenta las necesidades visuales de los usuarios así como aspectos medio ambientales de las vías.

Por otra parte, es un hecho comprobado, que la rapidez de percepción, y por lo tanto de conocimiento, depende en gran medida de la luminancia de los objetos situados dentro del campo visual.

Por tanto, es evidente que cuanto mayor sea la intensidad de tráfico rodado de una vía pública o cuanto mayor sea la velocidad media de los vehículos que circulen por ella, mayor deberá ser la iluminación de dicha vía.

Así, la ITC-EA-02 establece la siguiente clasificación de las vías con el criterio principal de la velocidad de circulación:

CLASIFICACIÓN	TIPO DE VÍA	VELOCIDAD DE TRÁFICO RODADO (Km/h)
A	De alta velocidad	$V > 60$
B	De moderada velocidad	$30 < V \leq 60$
C	Carriles bici	-
D	De baja velocidad	$5 < V \leq 30$
E	Vías peatonales	$V \leq 5$

A continuación, mediante otros criterios, tales como el tipo de vía y la intensidad media de tráfico diario (IMD) se establecen subgrupos dentro de la clasificación anterior y se incluyen sucesivas tablas definiendo las clases de alumbrado para las diferentes situaciones de proyecto para cada clase de vía.

A continuación se pormenorizan los requisitos fotométricos aplicables a cada una de las clases de alumbrado: luminancia media en calzada, uniformidad global, uniformidad longitudinal, deslumbramiento perturbador (incremento del umbral de contraste) y relación con el entorno (iluminación de alrededores), distinguiendo además entre vial seco y húmedo, así como la iluminancia media horizontal:

Vamos a recordar en este punto las definiciones de los parámetros luminotécnicos fundamentales, definidos en el REEIAE:

- Luminancia media L_m : (cd/m^2) es la intensidad luminosa por unidad de superficie que es reflejada por la misma superficie en dirección al ojo del observador.
- Uniformidad global U_0 : relación entre la luminancia mínima y la media de la superficie de la calzada. No tienen unidad.
- Uniformidad global U_l : relación entre la luminancia mínima y la máxima en el mismo eje longitudinal de los carriles de circulación de la calzada, adoptando el valor menor de todos ellos. No tienen unidad.
- Deslumbramiento perturbador TI : deslumbramiento que perturba la visión de los objetos sin causar necesariamente una sensación desagradable. La medición de la pérdida de visibilidad producida por el deslumbramiento perturbador, ocasionado por las luminarias de la instalación de alumbrado público, se efectúa mediante el incremento del umbral de contraste. Carece de unidades
- Relación con el entorno SR : es la relación entre la iluminancia media de la zona situada en el exterior de la calzada y la iluminancia media de la zona adyacente situada sobre la calzada, en ambos lados de los bordes de la misma. La relación entorno SR es la más pequeña de las dos relaciones entorno calculadas. La anchura de las dos zonas de cálculo para cada relación de entorno se tomará como 5 m. o la mitad de la anchura de la calzada, si ésta es inferior a 10 m.
- Iluminancia media horizontal E_m (lux): valor medio de la iluminancia horizontal en la superficie considerada, siendo la iluminancia horizontal el cociente entre el flujo luminoso incidente y el área de ese elemento (lm/m^2)

d) Elección del tipo de luminaria:

Las luminarias son los aparatos destinados a alojar, soportar y proteger la lámpara y sus elementos auxiliares además de concentrar y dirigir el flujo luminoso de ésta. En alumbrado público predominan las de flujo asimétrico con las que se consigue una mayor superficie iluminada sobre la calzada. Recordemos que la distribución simétrica, ilumina una zona de terreno de forma circular, mientras que la asimétrica, ilumina una superficie cuya forma es un rectángulo cuyos lados menores tienen adosado un semicírculo. También hay otras zonas a iluminar, como una plaza, donde la distribución simétrica, sea la más adecuada, por el hecho de no predominar una dimensión sobre la otra.

De conformidad con el PCTG, la luminaria deberá cumplir el REBT, y se ajustarán a la NEC. Las luminarias constarán de carcasa, equipo de encendido y sistema óptico. La carcasa es la parte estructural de la luminaria, incorpora el sistema de fijación al soporte y sustenta el equipo de encendido y el sistema óptico.

Los rendimientos mínimos exigibles serán del 75% para cualquier tipo de lámpara, según el PCTG.

Por su parte la ITC-04 del REEIAE establece las características exigibles a las luminarias en función del rendimiento y el factor de utilización. El rendimiento de la luminaria, es función de su factor de utilización.

El flujo producido por una lámpara instalada en una luminaria sufre ciertas pérdidas, de manera que únicamente una parte del mismo es emitida por la luminaria.

El factor de utilización es la relación entre el flujo incidente en la superficie de referencia o zona de iluminación y el flujo emitido por la lámpara alojada en la luminaria.

En la actualidad las luminarias se clasifican según tres parámetros:

- Alcance: es la distancia, determinada por el ángulo, en que la luminaria es capaz de iluminar la calzada en dirección longitudinal. Se establece un alcance corto (< 60º), intermedio (entre 60º y 70º) o largo (> 70º).
- Dispersión: es la distancia, determinada por el ángulo, en que la luminaria es capaz de iluminar la calzada en dirección transversal. Se establece una dispersión estrecha (<45º), media (entre 45 y 55º) y ancha (> 55º).
- Control del deslumbramiento: se define por el índice específico de la luminaria (IEL) y se refiere a la capacidad de la luminaria para limitar el deslumbramiento que produce. Se establece un control débil (<2), moderado (entre 2 y 4) y fuerte (> 4).

Las luminarias suelen sustentarse por tres sistemas:

- Sustentación por cables.
- Fijación por báculos.
- Fijación sobre brazos murales.

En relación a los soportes, establece el PCTG que:

- por razones de seguridad, los puntos de luz se situarán siempre a una altura mínima de 3,20 m. del nivel del pavimento, salvo los definidos como Instalaciones singulares. Se incorpora además un cuadro que relaciona la potencia de las lámparas con la altura de los soportes.
- Como norma general se evitará la colocación de soportes en las medianas de las vías de tráfico muy intenso
- En las vías sin tráfico peatonal y con circulación rodada importante no se pintarán los soportes de los puntos de luz, manteniendo una terminación de galvanizado.
- Los soportes de los puntos de luz deberán ser accesibles a los vehículos del servicio de conservación, o bien abatibles, para posibilitar el correcto mantenimiento de las luminarias, para alturas de montaje mayores de 4 metros.
- Los soportes clásicos de fundición podrán emplearse en parques y jardines, pero en las vías públicas sólo en el interior de la M-30 o cascos históricos de distritos periféricos.

e) Elección del tipo de lámpara:

Las lámparas son los aparatos encargados de generar la luz. Son principalmente lámparas fluorescentes, de vapor de mercurio a alta presión, vapor de sodio a baja y alta presión, de mercurio con halogenuros metálicos y de descarga por inducción.

Dice el PCTG que con carácter general se emplearán lámparas de vapor de sodio de alta presión, no pudiendo instalar en ningún caso lámparas que no estén homologadas.

Las dos características esenciales que deben reunir las lámparas son las siguientes:

- Eficacia luminosa: es la relación entre el flujo luminoso y la potencia consumida. Guarda relación con los costes de instalación y los gastos de explotación o funcionamiento (energía consumida)
- Duración de la vida económica: es la duración de vida óptima desde el punto de vista de su coste de funcionamiento.

Es importante también la temperatura de color de la luz emitida: cálido (blanco-amarillento), intermedio (blanco-neutro) y frío (blanco-azulado).

En Madrid lo más frecuente es el vapor de sodio que aporta una luz cálida un tanto anaranjada, mientras que los halogenuros metálicos dan una luz más blanca.

f) Establecimiento de la altura de los puntos de luz.

La altura de los puntos de luz, ejerce una gran influencia sobre la calidad de la iluminación. El hecho de colocar los puntos de luz a gran altura, presenta ventajas e inconvenientes:

- Ventajas:
 - o Buena distribución de luminancias sobre la calzada.
 - o Disminución del índice de deslumbramiento. Nos permite instalar, mayores potencias por cada punto de luz.
 - o Mayor separación entre los puntos de luz. Por tanto un menor coste total de la instalación.
- Inconvenientes:
 - o Dificultad para el mantenimiento de la instalación. Por tanto mayor coste.
 - o Disminuye el factor de utilización, ya que una mayor parte del flujo luminoso se dispersa.

Como se ha indicado, establece el PCTG que, por razones de seguridad, los puntos de luz se situarán siempre a una altura mínima de 3,20 m. del nivel del pavimento, salvo los definidos como Instalaciones singulares. Se incorpora además un cuadro que relaciona la potencia de las lámparas con la altura de los soportes.

g) Disposición de los puntos de luz:

La disposición adoptada, puede ser:

- Axial: Se realizan generalmente suspendiendo las luminarias de un cable. Las luminarias quedan situadas en el eje de la calzada. Tiene el inconveniente, de atraer al conductor al centro de la calzada, por lo que su uso se reserva para calzadas estrechas con un solo sentido de circulación.
- Disposición unilateral ($A/H < 1$): Todas las luminarias se encuentran en el mismo lado de la calzada. Esta disposición, no se recomienda más que cuando la anchura de la calzada (A), es inferior a la altura de montaje de la luminaria (H). En este sistema, resulta difícil obtener una buena uniformidad transversal.

- **Disposición bilateral al tresbolillo o zig-zag: ($1 \leq A/H \leq 1,5$)** Las luminarias se colocan en ambos lados de la calzada, con una distribución en planta al tresbolillo. Se utiliza para la iluminación de centros urbanos, pues las fachadas y aceras se iluminan agradablemente. No es muy apta para carreteras interurbanas, pues produce un efecto de culebreo en la carretera, muy rápidamente. Adecuada en calles donde la relación anchura calle (A) /altura luminaria (H) sea de 1 a 1,5.
- **Disposición bilateral en oposición o pareado: ($A/H > 1,5$)**. Es la disposición adoptada en una carretera ancha. La disposición de las luminarias a ambos lados de la calzada, se sitúan en planta una frente a otra. Adecuada en calles donde la relación anchura calle (A) /altura luminaria (H) sea superior a 1,5.

En el alumbrado público de vías de tráfico rodado, la rapidez de percepción depende de la luminancia de los objetos dentro del campo visual. Para el cálculo del nº de luminarias necesarias y su disposición en planta, se emplean dos tipos de cálculo:

- Modernamente el cálculo del alumbrado público, obteniendo como resultado su disposición y la distancia entre una luminaria y la siguiente, se realiza mediante la consideración de luminancias de la calzada y su distribución.(tablas de la ITC EA-02 del REEIAE). Sin embargo este método, sólo es eficaz cuando se trata de pavimentos normalizados, cuyos valores de reflexión están perfectamente determinados.
- En otro caso, debido a la irregularidad de los pavimentos, y a los valores de reflexión tan dispares, el método es menos exacto; por ello se utiliza el método de cálculo, por el nivel de iluminancia de la calzada, con el cual fijando correctamente los niveles de iluminación y los valores de uniformidad se consigue una adecuada visibilidad.(tablas del PCTG y recomendaciones de la CIE).

h) Accesibilidad:

Independientemente del ámbito que se esté iluminando con más o menos intensidad dentro del itinerario peatonal accesible, se atenderá a los siguientes criterios en la iluminación general:

- Conseguir una **iluminación uniforme** de intensidad adecuada para la percepción visual correcta en el plano del itinerario peatonal, sin zonas en sombra ni cambios bruscos de niveles de iluminación.
- **Evitar deslumbramientos**, para lo cual el diseño de la iluminación tendrá en cuenta tanto la orientación de las lámparas que la proporcionan como los posibles reflejos que se puedan producir en los materiales que conforman la vía pública.

El **refuerzo de iluminación** puede tener diversos objetivos:

- **Aumentar la seguridad** en zonas que lo precisen, como en el caso de los pasos de peatones, escaleras y rampas, donde se dispondrá de iluminación artificial durante la noche, con intensidad, movimiento, color, o cualquier característica que la diferencie de la del resto de la vía y destaque su emplazamiento para ser visible tanto por los vehículos, como por los peatones.
- **Resaltar puntos de interés**, como carteles informativos, números de calle, indicadores, planos, etc., utilizando luces directas sobre ellos, sin producir reflejos ni deslumbramientos, para facilitar su localización y visualización
- **Advertencia o aviso**, como el balizamiento de obras en las que, según la Orden VIV 561/2010, se dispondrá de una señalización luminosa de advertencia de destellos anaranjados o rojizos al inicio y final del vallado y cada 50 m o fracción.

Según la Instrucción 1/2018 relativa al Estudio de Accesibilidad que ha de acompañar a los proyectos municipales de intervención sobre el espacio público y las instrucciones para su elaboración, en cumplimiento de la normativa vigente, la iluminación y señalización accesibles atenderá a las siguientes consideraciones en relación a la iluminación del ámbito urbano:

1. La iluminación será por norma general homogénea, sin zonas oscuras ni cambios bruscos de intensidad entre espacios adyacentes, limitándose el rango de diferencia de iluminación a 100 lux.

2. Se prestará especial atención a la iluminación de pasos de peatones, escaleras, rampas, ascensores y elementos de señalética.

En este aspecto, cabe recordar los artículos 31 y 41 de la Orden VIV 561/2010 que establecen que:

- Con la finalidad de evitar los riesgos para la circulación peatonal derivados de la proliferación de elementos de señalización e iluminación en las áreas peatonales, éstos se agruparán en el menor número de soportes y se ubicarán junto a la banda exterior de la acera.

- Cuando el ancho libre de paso no permita la instalación de elementos de señalización e iluminación junto al itinerario peatonal accesible, estos podrán estar adosados en fachada quedando el borde inferior a una altura mínima de 2,20 m.

- Las luminarias se colocarán uniformemente y en línea en el espacio de uso peatonal para conseguir una iluminación adecuada, especialmente en las esquinas e intersecciones, y una guía de dirección. Se resaltarán puntos de interés tales como carteles informativos, números, indicadores, planos, etc. utilizando luces directas sobre ellos, sin producir reflejos ni deslumbramientos, para facilitar su localización y visualización.

1.2. NORMATIVA.

Las normas con incidencia en el diseño del alumbrado público en el Ayuntamiento de Madrid son las siguientes:

- RD 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) y su Instrucción Técnica ITC-BT-09 referida a las instalaciones de Alumbrado Exterior.
- Real Decreto 1890/2008 que aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones Técnicas complementarias.
- Pliego de Condiciones Técnicas Generales del Ayuntamiento de Madrid, actualizado en los capítulos relativos al alumbrado exterior en 2010.
- Normalización de Elementos Constructivos en Obras de Urbanización (NEC), actualizada en lo relativo al Alumbrado Exterior en 2010.
- Instrucción para el Diseño de la Vía Pública, Ficha 10.3.
- Plan de calidad del Paisaje Urbano 2008.

Con el carácter de recomendaciones:

- Normas Tecnológicas de la Edificación (1978): NTE-IEE Alumbrado exterior.
- Recomendaciones de la Comisión Internacional del Alumbrado (CIE).

1.3. INSTRUCCIÓN PARA EL DISEÑO DE LA VÍA PÚBLICA.

De las normas expuestas, la que considera al alumbrado público como uno de los elementos o vertebradores de la calidad ambiental que debe proporcionarse a los ciudadanos, entre los elementos que la integran es, sin duda, la Instrucción para el Diseño de la Vía Pública del Ayuntamiento de Madrid.

Como hemos visto anteriormente, la iluminación constituye uno de los elementos de acondicionamiento de la vía pública, y como tal, debe coordinarse con el resto para lograr un conjunto armónico.

1. Funciones y tipos:

La Instrucción distingue dos funciones que puede cumplir la iluminación de la vía pública:

- Sustituir a la luz solar para permitir la realización normal de las actividades urbanas en condiciones de seguridad (circulatoria y ciudadana).

- Conseguir efectos específicos, como resaltar puntos singulares (intersecciones, pasos de peatones, edificios, espacios, monumentos, árboles) o crear y diferenciar ambientes.

- Tipos:

De acuerdo a su periodo de funcionamiento, se distinguen dos tipos de iluminación:

- Nocturna: cuyo objetivo es suplir la iluminación natural durante las horas de la noche.
- Permanente: cuyo objetivo es sustituir a la luz solar durante el día, allí donde ésta no llega.

De acuerdo a las características de las luminarias, se distinguen los siguientes tipos de iluminación:

- De gran altura: colocadas sobre mástiles, de 19 o más metros de altura que, en general, soportan varias luminarias. Proporcionan luz cenital homogénea en áreas amplias.
- De altura: constituidas por aquellas luminarias situadas sobre soportes de 8 a 18 metros de altura, que tratan de proporcionar luz cenital dirigida a iluminar el nivel del suelo. Es la que se utiliza para la iluminación de carreteras y autopistas, secciones completas de calles, plazas, áreas de estacionamiento, etc.
- De altura media o pequeña: constituidas por luminarias colocadas sobre soportes de altura entre 3 y 7 metros, diseñadas para proporcionar una iluminación con un importante componente lateral. Es la que se emplea en áreas peatonales, parques, etc.
- Especiales: localizadas a baja altura, incluso a nivel del suelo (como los focos, por ejemplo) y que pueden tener muy diversos objetivos: crear ambientes, iluminar monumentos, entradas a túneles, etc.

2. Criterios generales de iluminación:

2.1. Vías a iluminar:

- Todas las vías públicas en suelo urbano deberán contar con iluminación artificial nocturna.
- En suelo no urbanizable o urbanizable sin desarrollar:
 - o Contarán con iluminación artificial nocturna todas las vías con IMD superior a 50.000 vehículos.
 - o Asimismo, contarán con iluminación los pasos de peatones situados sobre tramos de carreteras.
 - o Se recomienda la iluminación de todos los enlaces y glorietas.
- Contarán con iluminación artificial permanente:
 - o Los túneles y pasos subterráneos para circulación rodada de más de 25 metros de longitud.
 - o Los pasos subterráneos para peatones, que no cuenten con iluminación natural.

2.2. Criterios generales de iluminación en áreas urbanas:

En áreas urbanas, la iluminación debe procurar:

- Destacar los puntos singulares y, en particular, las intersecciones, la directriz de la calle, los cambios de alineación y curvas pronunciadas, los túneles y puentes, los bordes físicos y, en general, todo aquello que pueda resultar de interés para que el conductor perciba con claridad la geometría de la vía y la configuración física y de actividad de sus bordes.

- Abarcar toda la sección de la calle, incluyendo las aceras, las bandas de estacionamiento, la calzada y sus aledaños.
- Proporcionar una luz adecuada a cada tipo de espacio, utilizando y disponiendo las luminarias de forma que creen el ambiente idóneo para cada uno: iluminación homogénea y antideslumbrante, para las calzadas, iluminación de ambiente y lateral, para los áreas peatonales, etc.
- Evitar que el arbolado obstruya su difusión, que se formen áreas de sombra o que la luz incida directamente sobre ventanas o espacios privados.
- Reducir al mínimo la contaminación lumínica en los espacios privados (hemisferio superior, fachadas, jardines, etc.).
- Minimizar el consumo de energía, aprovechando al máximo los flujos emitidos por las luminarias.

3. Criterios de disposición en planta de las luminarias:

En general, para decidir la disposición en planta de los puntos de luz, debe procederse ubicando primero los correspondientes a intersecciones, curvas pronunciadas y otros puntos singulares de la vía, para, posteriormente, hacerlo en los tramos rectos o asimilables. Se toma como base la NTE de Alumbrado.

3.1. Disposición en tramos rectos:

Las luminarias instaladas sobre báculos o columnas se sitúan normalmente sobre las aceras o medianas, en la proximidad de la calzada. Admiten básicamente las siguientes disposiciones en planta:

a.1) Vías sin mediana:

- Unilateral, cuando los puntos de luz se disponen a un mismo lado de la calle.
- Al tresbolillo o zig-zag, cuando se disponen alternados a ambos lados de la calle.
- Pareada, cuando se disponen por pares enfrentados a uno y otro lado de la calle.

Solamente se duplicarán los puntos de luz, especialmente en aceras, cuando la instalación proyectada para el alumbrado de las calzadas no permita alcanzar los niveles de iluminación definidos en el apartado correspondiente de la IVP.

a.2) Vías con mediana:

En vías con mediana, puede optarse por localizar las luminarias sobre la mediana o sobre las aceras o arcenes, tratándose cada calzada como una calle, aunque normalmente se disponen pareadas situándose cada par, bien sobre aceras opuestas, bien ambas sobre la mediana, enfocadas cada una hacia cada calzada.

No obstante, dada la peligrosidad que pueden suponer, tanto para la circulación rodada, como para los encargados del mantenimiento, no se autorizará la localización de luminarias sobre la mediana, salvo en vías con medianas que permitan mantener las separaciones de los postes al bordillo (apdo. 3.4. de esta Ficha 10.3) y que dispongan de fácil acceso para los servicios de mantenimiento.

Cuando se utilizan tipos convencionales, de luminaria sobre soporte, la parte de la sección de la calle que recibe la suficiente iluminación depende de la altura del soporte. De ahí que, las recomendaciones sobre la disposición en planta de los puntos de luz suelen hacerse en función de la relación entre la altura de la luminaria y la anchura de la calle.

En este sentido, y sin perjuicio de las indicaciones que se hagan para calles con importante presencia peatonal, se recomienda utilizar:

- Disposición unilateral, en calles donde la relación anchura calle/altura luminaria sea inferior a 1.
- Disposición al tresbolillo, en calles donde la relación anchura calle/altura luminaria sea de 1 a 1,5.
- Disposición pareada, en calles donde la relación anchura calle/altura luminaria sea superior a 1,5.

3.2. Separación entre luminarias:

Una vez elegida la disposición, en planta de las luminarias, en función del ancho y sección de la calle, la separación longitudinal entre luminarias depende básicamente de la potencia de la lámpara, de su altura de colocación y del nivel de iluminación que se desea conseguir.

Para el cálculo de la separación de las luminarias podrá utilizarse cualquiera de los métodos existentes, recomendándose el establecido por la "Comisión Internacional de L' Eclairage" (CIE) nº 12 de 1.975. (Anexo I de la IVP). *(Además, se estará a lo establecido por el RD 1890/2008 de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior)*

3.3. Disposición en curvas.

La iluminación en tramos de curvatura pronunciada (con radio inferior a 300 metros) debe subrayar el trazado curvo de la vía, de cara a advertir a los conductores de su proximidad y forma concreta. Ello exige modificar los criterios de disposición en planta recomendados para tramos rectos.

En principio, en tramos de curvatura pronunciada, no se recomienda utilizar la disposición al tresbolillo, ya que no indica bien la directriz del trazado de la vía y puede dar lugar a confusión.

Cuando se utilice disposición unilateral, los puntos de luz deben localizarse en la parte exterior de la calzada, situando uno de ellos en la prolongación de los ejes de circulación, para alertar al conductor de la imposibilidad de continuar una trayectoria rectilínea.

En general, se recomienda reducir la separación entre luminarias calculada para los tramos rectos, de forma a permitir la percepción de varias luminarias, o pares de luminarias, en todo momento, y con ellas la forma curva de la vía. Se recomiendan reducir la distancia a valores comprendidos entre 3/4 y 1/2 de la correspondiente a los tramos rectos, tanto más cuanto menor sea el radio de curvatura.

3.4. Separación al bordillo.

Con objeto de reducir la peligrosidad que implica la colocación de báculos o columnas en el borde de las aceras o medianas, se recomienda mantener siempre las siguientes separaciones al bordillo:

SEPARACIONES DEL BORDILLO DE COLUMNAS Y BÁCULOS		
Velocidad de referencia (Km/h)	Recomendada (m)	Mínima (m)
80	1,5	1,0
50 y menos	0,8	0,8

En caso de vías existentes, con anchuras de aceras de 3 metros o inferiores, la ubicación de las columnas puede obstaculizar el paso de los peatones, por lo que se recomienda localizarlas al final de la acera, pegadas al límite del espacio privado o colgadas y adosadas a las fachadas. En esos casos, deberá comprobarse que el ruido que puedan generar no afecte a espacios o edificios sensibles al mismo.

3.5. Tipos de columnas y luminarias.

Para el diseño concreto de los tipos de columnas, luminarias, candelabros, palomillas, faroles, etc, así como para todas sus especificaciones técnicas, se estará a lo dispuesto en el Pliego de Condiciones Técnicas Generales y en la Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid. *(recordamos, ambos actualizados en lo referente a Alumbrado Exterior en el año 2010).*

Con carácter general se emplearán lámparas de vapor de sodio de alta presión. En las instalaciones que requieran mayores exigencias cromáticas que las que se consiguen con las lámparas de sodio de alta presión, como áreas estanciales, vías en áreas centrales o comerciales, calles residenciales, áreas monumentales, etc., podrán emplearse otras lámparas, siempre que estén homologadas conforme a los correspondientes artículos del PCTG del Ayuntamiento de Madrid.

En este punto el PCTG recomienda efectivamente las lámparas de vapor de sodio de alta presión libres de mercurio con carácter general, definiendo como salvedades las instalaciones singulares así como las instalaciones de los pasos de peatones, para las cuales podrán instalarse otras lámparas en el primer caso y lámparas fluorescentes en el segundo (Art. 43.60 PCTG).

No obstante, en los programas de actuación urbanística, planes parciales, especiales y proyectos de urbanización, podrán proponerse otros modelos formales de elementos de iluminación para determinadas áreas del municipio, siempre que: estén perfectamente definidos en los mismos, constituyan un conjunto coherente y cumplan las especificaciones técnicas del PCTG. Estos nuevos modelos se referirán exclusivamente a calles locales de acceso y áreas estanciales, debiendo mantenerse, en todo caso, los tipos de elementos de iluminación previstos en la NEC en vías locales colectoras y en las de la red principal.

3.6. Consumo energético.

Todas las instalaciones de alumbrado exterior se proyectarán de tal forma que la potencia instalada de las mismas sea inferior a un vatio por metros cuadrado en calzadas y aceras (1 w/m²). No obstante, en casos excepcionales y debidamente justificados, podrá llegarse a potencias instaladas de uno coma cinco vatios por metro cuadrado (1,5 w/m²).

En todos los proyectos se incluirá inexcusablemente el cálculo del anterior coeficiente de potencia instalada. No podrá aprobarse ningún proyecto que carezca del mismo y. del correspondiente estudio justificativo cuando se supere un vatio por metro cuadrado.

Recordemos al respecto, que además debe cumplirse lo dispuesto en el R.D, 1890/2008 sobre eficiencia energética.

4. Criterios de iluminación en las distintas vías.

a) Vías urbanas y distritales.

El objetivo principal de la iluminación en vías urbanas y distritales es orientar a los conductores, haciendo plenamente visible el trazado y el pavimento de la vía, de forma que pueda ser perceptible cualquier obstáculo presente en la calzada y en sus alledaños.

En general, la iluminación de las aceras podrá confiarse a las mismas luminarias que aseguran la iluminación de la calzada. No obstante, a partir de 5 metros de anchura de acera o con importante frecuentación peatonal, debe considerarse la conveniencia de disponer una iluminación especial de las aceras, que cumpla las especificaciones de iluminación de éstas Y que puede integrarse o no en los soportes de las luminarias previstas para la calzada.

En general, la forma más idónea de iluminar vías de tráfico intenso es mediante luz cenital, que evite el deslumbramiento de los conductores.

Se utilizarán los tipos de disposición indicados en el apartado de Disposición en planta en función de la relación entre la altura y la anchura de la calle. En intersecciones, las luminarias se dispondrán de acuerdo con lo que se expone posteriormente.

En los casos o tramos, en que una vía principal coincida o atraviere un área central, comercial o de fuerte presencia peatonal, deberá atenderse a lo dispuesto para las vías locales.

En áreas urbanas, no se recomienda disponer luminarias sobre las medianas en este tipo de vías.

Las luminarias se colocarán siempre con su plano de simetría normal al plano de la calzada en ese punto, lo que implica girarlas sobre la vertical en el caso de tramos en pendiente.

En caso de vías existentes, con anchuras de aceras de 3 metros o inferiores, la ubicación de las columnas puede obstaculizar el paso de los peatones, por lo que se recomienda localizarlas al final de la acera, pegadas o integradas al límite con el espacio privado.

En cuanto a especificaciones y modelos, se estará a lo dispuesto en el Pliego de condiciones técnicas y la NEC del Ayuntamiento de Madrid.

Finalmente, la IVP incorpora unos cuadros referidos a los Parámetros de iluminación en vías de superficie así como en túneles y pasos bajo estructuras, que indica son extraídos de la Comisión Internacional del Alumbrado (CIE) nº 115 de 1995. No obstante, con posterioridad, se produce la actualización del PCTG del Ayuntamiento de Madrid en 2010, el cual recoge cuadros análogos con parámetros de iluminación adaptados al RD 1890/2008, y que se han recogido en la primera parte del tema. En consecuencia, se entiende que los parámetros de iluminación de aplicación deben ser estos últimos.

b) Vías locales.

Los objetivos principales de la iluminación en vías locales son orientar a los peatones, permitiéndoles detectar los riesgos derivados de la circulación y desincentivar la delincuencia contra personas o propiedades. Aunque la iluminación de estas vías debe permitir orientarse a los conductores, se admite que para la percepción por éstos de posibles obstáculos en la calzada, deban hacer uso de las luces de su propio vehículo.

En la iluminación de vías locales es recomendable aplicar los siguientes criterios:

- Mantener la iluminación durante toda, la noche, no dejando zonas oscuras.
- Aunque el objeto de iluminación prioritario es el espacio de los peatones, la extensión de este a los jardines o fachadas adyacentes puede mejorar el aspecto nocturno del área y ayudar o proteger la, propiedad del vandalismo o la delincuencia.
- El criterio anterior debe aplicarse siempre que no se invada la intimidad de las viviendas o áreas privadas adyacentes, evitando que la luz se proyecte en el interior de los edificios o en los jardines privados.
- Disponer las luminarias de forma que iluminen los elementos verticales y, en particular, la escala humana, para que sea perceptible la actitud de las personas presentes en la calle.

En cuanto a los parámetros iluminación y altura de luminarias, se remite a los mismos cuadros, por lo cual aplica la misma aclaración del apartado anterior.

Respecto a la disposición de las luminarias, en el caso general, con dos aceras, se recomienda la disposición alternada o al tresbolillo, aunque pueden disponerse en un sólo lado, siempre que cumplan las especificaciones.

Se recomienda colocar las luminarias de forma a resaltar las singularidades de la red peatonal y rodada, en particular, el entronque de sendas peatonales o de bicicletas, la entrada a recintos o parques de uso público, la presencia de badenes o reductores de velocidad, que actúen como pueda de entrada a un recinto de velocidad controlada, etc.

En vías locales, las luminarias pueden colocarse sobre soportes en la acera o adosarse o empotrarse en las fachadas o separaciones del espacio privado.

En caso de luminarias sobre soporte localizadas sobre la acera, estos distarán siempre como mínimo 0,8 metros del borde de la acera.

La opción por uno u otro tipo de colocación se hará en función del ancho de acera y del tipo de sección resultante de aplicar la distancia mínima indicada.

En cuanto a especificaciones y modelos, se estará a lo dispuesto en el Pliego de condiciones técnicas y la NEC del Ayuntamiento de Madrid. En vías locales de acceso y áreas estanciales podrán introducirse nuevos modelos de elementos de iluminación, de acuerdo a los procedimientos de homologación previstos en el capítulo 49 del PCTG.

c) Vías en áreas centrales y comerciales.

El objetivo de la iluminación en áreas centrales, comerciales, y, en general, las altamente frecuentadas es, básicamente, conformar una escena urbana atractiva, donde las personas y el entorno sean fáciles de identificar.

En este tipo de áreas, el efecto estético de la iluminación, durante el día, debe ser considerado cuidadosamente, ya que, su atractivo es especialmente sensible a su imagen visual. Ello exige integrar plenamente el diseño de la iluminación (localización, tamaño, color, tipo de luminarias) en el proyecto de estos espacios urbanos o adaptarlo a sus características arquitectónicas y paisajísticas.

Con carácter general, puede decirse que la iluminación debe centrarse en los espacios peatonales, y no en las calzadas, y que debe tener un importante componente horizontal, que permita dar luz a planos verticales y, en concreto, a los peatones.

Puede ser conveniente combinar varios tipos de iluminación, para promover la conformación de ambientes diversos, mejorando así el atractivo del área.

También debe considerarse la iluminación complementaria que introducen los escaparates y, en general, las instalaciones privadas, así como los focos específicos de monumentos y otros elementos (paradas de autobús, etc). A este respecto puede, incluso, considerarse, la posibilidad de dos niveles de iluminación, uno para el período en que funciona la luz privada y, otro, para el resto de la noche.

Debe prestarse especial atención a las cuestiones de seguridad de las personas (tráfico, delincuencia), evitando zonas de sombra (esquinas, etc), y de las propias luminarias (accidentes, vandalismo). A este respecto, es conveniente garantizar mediante la disposición de las luminarias que, por avería de una sola lámpara, no quede un área sin iluminación.

En cuanto a los parámetros iluminación y altura de luminarias, se remite a los mismos cuadros, por lo cual aplica la misma aclaración del apartado anterior.

No obstante, en tramos de vías de la red principal que atraviesen áreas centrales o comerciales con fuerte presencia peatonal, aunque manteniendo las especificaciones correspondientes a la iluminación de la calzada, debe marcarse el cambio y el carácter de la zona atravesada. Para ello puede ser conveniente:

- Reducir la altura de las luminarias.
- Introducir iluminación complementaria, específica para las aceras o áreas peatonales, que puede montarse sobre los mismos soportes (recomendado para aceras) o localizarse autónomamente.

En la elección de los tipos concretos de luminaria, prestar especial atención a su efecto estético diurno.

En vías de la red local, puede ser conveniente evitar las columnas como soportes de luminaria, prever el deslumbramiento e iluminar los monumentos.

En vías peatonales la iluminación debe tender a crear sensación de seguridad y bienestar, mediante un alto nivel de iluminación y utilizando luminarias que destaquen los colores.

En áreas peatonales o en aceras y bulevares amplias de alta frecuentación, que precisen iluminación complementaria a la de la calzada, se recomienda situar las luminarias entre los 3 y los 7 metros de altura.

d) Autopistas y autovías.

El objetivo fundamental de la iluminación en autovías y autopistas es guiar a los conductores desvelando el trazado, los bordes, las marcas viales, las salidas y entradas, la información sobre direcciones, etc.

Se iluminarán todas las autovías y autopistas en suelo urbano y todas aquellas que superen los 50.000 vehículos de IMD. Cabe recordar además en este punto que el PCTG añade que en estos casos no se proyectará la instalación de sistemas de regulación, debiendo permanecer en régimen de nivel normal durante todo el horario de encendido.

Dada la mayor velocidad e importancia del tráfico, en estas vías deben utilizarse niveles de iluminación más elevados. La iluminación de autovías y autopistas competencia de otras administraciones, se ajustará a las prescripciones de aquellas.

En general, se recomienda la disposición de luminarias a ambos lados de la vial.

La disposición en un sólo lado puede ser útil con calzadas muy separadas, aunque, al igual que la pareada convencional, tiene el inconveniente de desperdiciar parte del haz de luz.

Con medianas amplias, puede ser conveniente la disposición de pares de luminarias en la mediana, de forma a aprovechar todo el haz de luz. En esta disposición debe considerarse la dificultad de acceso y la peligrosidad implícita. Con calzadas muy amplias, puede ser necesario llegar a una combinación de pares centrales y pares laterales.

En casos de extremada dificultad de disposición de las luminarias o amplios espacios viarios puede ser conveniente la utilización de mástiles (enlaces, áreas de peaje).

En cuanto a los parámetros iluminación y altura de luminarias, se remite a los mismos cuadros, por lo cual aplica la misma aclaración de los apartados anteriores.

Por último, la IVP se refiere a la iluminación de situaciones específicas, para las cuales se apuntan las principales características, teniendo en todo caso presente lo que al respecto determina el PCTG así como el REEIAE:

e) Pasos de peatones:

Aquellos situados sobre tramos de la red principal o sobre vías colectoras que no estén integradas en una intersección de tráfico rodado. Se situará una luminaria a cada uno de los lados del paso, nunca adyacentes al mismo, lo que puede requerir reducir la distancia de disposición de las luminarias en el tramo. Se recomienda:

- En disposición al tresbolillo, disponer la luminaria anterior al paso, en la acera izquierda de los vehículos que se aproximan y la luminaria posterior, en la acera derecha, para evitar el deslumbramiento de los vehículos. La distancia de las luminarias al eje del paso de peatones, medida paralelamente al eje de la vía, no será superior a 10 m. y será igual para ambas.
- En disposición pareada, disponer dos pares simétricos respecto al eje del paso de peatones a una distancia del mismo no superior a 15 m.

f) Pasos subterráneos:

Se iluminarán con un nivel de iluminación superior al de su entorno para evitar la sensación de agujero negro. En pasos largos o complejos debe asegurarse luz durante 24 horas, aunque sea con sistemas de regulación de la intensidad. Será

obligatoria la disposición de un equipo de alumbrado de emergencia que garantice, al menos durante una hora, un nivel mínimo de iluminación.

g) Intersecciones:

En suelo urbano, la iluminación de intersecciones no debe suponer un cambio en los criterios de iluminación de las calles confluyentes, excepto en la colocación de las luminarias, que se adecuará a los objetivos específicos de la intersección.

El nivel de iluminación de una intersección será el correspondiente a la vía de mayor nivel de las que confluyen en ella. El hecho de que la intersección esté semaforizada no debe influir en el diseño de su iluminación.

h) Túneles y pasos bajo estructura:

Los túneles de menos de 25 metros no plantean problemas de iluminación diurna. Los de 25 a 50 m. pueden precisar una limitada iluminación diurna, sobre todo en crepúsculo y amanecer. Aquéllos entre 50 y 150 m. suelen necesitar iluminación diurna completa.

2. REFERENCIA AL PLAN DE CALIDAD DEL PAISAJE URBANO.

El ámbito del Plan de Calidad del Paisaje Urbano, aprobado en enero de 2009, está constituido por todo el término municipal, estableciendo un tratamiento específico para la zona del Centro Histórico, debido a su importancia. Su objetivo genérico fundamental se orienta hacia la **mejora de la escena urbana**.

El documento recoge un profundo Diagnóstico del Paisaje Urbano de la Ciudad de Madrid, como consecuencia del cual se establecen una serie de Directrices y Recomendaciones.

Las Recomendaciones presentan un carácter más general que no presupone la forma en que el Ayuntamiento de Madrid pueda ponerlas en práctica.

Por su parte, las Directrices, son propuestas más concretas concebidas para servir de instrucciones para la actuación de los servicios municipales.

Entre las directrices o recomendaciones que el PCPU recoge con la finalidad de promover la política de calidad del paisaje urbano y la revalorización del patrimonio histórico se encuentran las relativas a la configuración de la vía pública, los pavimentos y las soluciones de urbanización, tratando de lograr una sistematización de procedimientos para mejorar los proyectos futuros.

Así, el PCPU, dentro del capítulo de directrices y recomendaciones para los campos de intervención y estructuras paisajísticas, dedica su **8º Campo de Intervención a la Iluminación**, que contiene las Recomendaciones en este ámbito, sin incluir en este caso Directrices.

Las Recomendaciones referidas a la Iluminación son las siguientes:

R.1. Como primera recomendación se recoge la necesidad de elaborar un **catálogo de elementos de iluminación** normalizados que incluirán la zonificación de paisaje asociada a cada familia de modelos.

- El catálogo deberá incluir soluciones de coordinación constructiva con el despiece del pavimento.
- Como criterio de carácter general, se admitirán modelos historicistas en centros históricos sean réplicas admitidas o reinterpretaciones que no tendrán cabida en ámbitos de paisaje urbano más reciente.
- Elaboración, si procede, de un catálogo, de elementos homologados con zonificación de paisaje vinculada, que incorpore las luminarias procedentes de proyectos singulares.

R.2. Redacción de un **estudio del fomento del paisaje de la ciudad** a través de la iluminación.

- El objetivo principal del estudio será poner en valor las estructuras urbanas y paisajísticas de mayor interés acentuando su presencia y mejorando la lectura unitaria de la ciudad.

- Los ámbitos urbanos no incluidos en estos programas serán considerados “áreas de silencio lumínico”, en contraste con las zonas representativas de la ciudad.
- Criterios para la iluminación a incluir en el estudio:

Los criterios de carácter general para la iluminación de las áreas urbanas enfocadas a la mejora del paisaje, partirán del diagnóstico de dicho plan, atendiendo en cualquier caso a los siguientes:

- Se emplearán lámparas con diseño específico para cada tipo de ámbito y estructura de paisaje, teniendo en cuenta las características propias de estos elementos y los objetivos paisajísticos que se pretenden conseguir descritos en los correspondientes programas.
- Se utilizarán lámparas con la temperatura de color adecuada, aptas para percibir los colores con cierta fidelidad.
- Se priorizará la iluminación de las áreas peatonales a las rodadas.
- Se procurarán diseños que eviten el derroche energético; evitando expresamente la dispersión lumínica a edificios cercanos o hacia el cielo, excepto en soluciones puntuales justificadas.
- De acuerdo con el punto anterior, se deberá estudiar la posibilidad de coordinar la iluminación pública con la privada, (aunque el alumbrado público no debe de proyectarse en función del privado).

En las "áreas de silencio lumínico" se rebajará la intensidad luminosa, mediante diseños que busquen una iluminación más discreta y ambiental, buscando el ahorro energético, acabar con la iluminación superflua y reducir la contaminación lumínica, tanto la que afecta a las viviendas colindantes como al cielo nocturno en general.

Se debe de priorizar la eficiencia lumínica frente a diseños que sean más contaminantes o con bajos rendimientos luminosos.

- Normativa Municipal:

La normativa municipal vigente: Pliego de Condiciones Técnicas Generales y la Normalización de elementos constructivos para Obras de Urbanización, así como el Catálogo de elementos normalizados se consideran adecuados en términos generales, pues garantiza unos mínimos de las instalaciones, en cuanto a los niveles de iluminación, seguridad eléctrica y reducción de la contaminación lumínica y eficiencia energética. De todas formas debe de adecuarse en próximas revisiones para adecuar su contenido en su caso a los contenidos del Plan de Calidad del Paisaje Urbano.

3. ALUMBRADOS ESPECIALES Y NUEVAS TECNOLOGÍAS.

3.1. ALUMBRADOS ESPECIALES:

Como veíamos al inicio del tema, el alumbrado de exteriores se puede clasificar en varias categorías, de conformidad con la mencionada ITC-EA-02:

- Alumbrado Vial: que a su vez puede ser funcional o ambiental
- Alumbrados específicos:

- 1.- Pasarelas peatonales
- 2.- Pasos subterráneos peatonales
- 3.- Adicional de pasos de peatones
- 4.- Parques y Jardines
- 5.- Pasos a nivel de ferrocarril
- 6.- Fondos de Saco
- 7.- Glorietas
- 8.- Túneles

9.- Aparcamiento de vehículos al aire libre

10.- Áreas de trabajo exteriores

- Alumbrado ornamental

- Alumbrado de Vigilancia y seguridad nocturna

- Señales y anuncios luminosos

- Alumbrado festivo y navideño

Además, el PCTG del Ayuntamiento se refiere a Instalaciones Singulares que pueden declararse, y se abordará además el alumbrado en los espacios catalogados.

Una vez desarrollado el alumbrado vial en los apartados anteriores, nos referiremos a continuación a los alumbrados específicos más relevantes, así como a los singulares, entendiendo todos ellos como alumbrados especiales.

- Alumbrados específicos:

1.- Pasarelas peatonales: su instalación de alumbrado deberá integrarse armoniosamente en el conjunto. Cuando la pasarela peatonal atraviese una vía con poca iluminación o sin iluminar, su alumbrado no deberá ser molesto para los usuarios de dicha vía. De conformidad con el PCTG, podrán utilizarse luminarias equipadas con lámparas de fluorescencia, proyectores de alumbrado ornamental o cualquier otra normalizada.

2.- Pasos subterráneos peatonales: requieren una correcta iluminación debido a las potenciales necesidades de seguridad. De conformidad con el PCTG, si la longitud del paso no permite ver las entradas del mismo, se instalará alumbrado de emergencia. Se estará a lo dispuesto para los túneles.

3.- Adicional de pasos de peatones: su instalación será prioritaria en aquellos pasos sin semáforo. De conformidad con el PCTG, se reforzará el alumbrado para los pasos de peatones conforme a la ITCEA02 del REEIAE, así como al RD 13/2007 de Accesibilidad. SE replanteará la situación de los puntos de luz aumentando el nivel en la zona de paso. Si fuera necesario se podrá instalar un punto de luz de refuerzo o se podrá incrementar la potencia de la lámpara a otra de rango superior a la instalada en el resto del viario.

4.- Parques y Jardines: tiene por objeto proporcionar durante la noche niveles de iluminación adecuados a cada zona del parque o jardín, permitiendo durante el día su armonización con la estética del mismo. Se tendrán en cuenta criterios similares al alumbrado de las vías peatonales. Se proyectará de manera que se obtengan efectos decorativos o se resalten detalles arquitectónicos y garanticen la seguridad de los usuarios. De conformidad con el PCTG sólo se iluminarán las zonas de paseo y estanciales más importantes. Los circuitos correspondientes a estas zonas deberán independizarse del resto para que puedan tener distinta programación de funcionamiento.

5.- Pasos a nivel de ferrocarril: el nivel de iluminación sobre la zona de cruce comenzará a una distancia mínima de 40 m. y finalizará 40 m. después.

6.- Fondos de Saco: importante señalar a los conductores los límites de la calzada.

7.- Glorietas: además de la iluminación de la glorieta, el alumbrado deberá extenderse a las vías de acceso a la misma, en una longitud de al menos 200 m. en ambos sentidos. Los niveles de iluminación serán un 50% mayores que los niveles de los accesos a la misma.

8.- Túneles: equiparables a los pasos subterráneos peatonales, se regirán por las recomendaciones de la CIE.

9.- Aparcamiento de vehículos al aire libre: por razones de seguridad, deben iluminarse de una forma satisfactoria, evitando que se constituyan en zonas oscuras.

10.- Áreas de trabajo exteriores: niveles de iluminación especificados en la norma EN 12464-2:2007.

- Alumbrado ornamental: se refiere a los que corresponden a la iluminación de fachadas de edificios y monumentos, así como estatuas, murallas, fuentes, etc y paisajistas de ríos, riberas, frondosidades, etc. De conformidad con el PCTG, el alumbrado ornamental se alimentará con circuitos independientes, con el fin de poder programar distintos horarios de funcionamiento. En lo que se refiere a la iluminación de monumentos, es frecuente el empleo de proyectores en este tipo de iluminación. Se admitirán lámparas con halógenos metálicos y lámparas de incandescencia, siempre que cumplan los requisitos del PCTG y del REEIAE. La instalación de otro tipo de lámpara o fuente luminosa requerirá la declaración de singularidad de la instalación. La luz se dirigirá en sentido descendente y no ascendente. Será obligatoria la instalación de un interruptor de horario astronómico, con desconexión programable y cuyos horarios serán fijados por el Departamento de Alumbrado Público.
Se deberán apantallar los proyectores o fuentes de luz para delimitar el elemento a iluminar y evitar deslumbramientos molestos, logrando con ello el control del flujo luminoso y limitar la emisión directa de la luz fuera del área a iluminar conforme al REEIAE.
En lo que se refiere a la iluminación de fuentes, los aparatos de alumbrado ubicados en el seno del agua, se situarán en huecos practicados en el fondo del vaso de la fuente, adecuadamente protegidos.
- Alumbrado de Vigilancia y seguridad nocturna: se corresponde con la iluminación de fachadas y áreas destinadas a actividades industriales, comerciales, de servicios, deportivas y recreativas, con fines de vigilancia y seguridad durante la noche. También en zonas residenciales suburbanas. Su objetivo es disuasorio.
- Señales y anuncios luminosos: Es el correspondiente a señales, carteles, anuncios luminosos, anuncios iluminados, alumbrado de escaparates, mobiliario urbano y edículos como marquesinas, cabinas telefónicas, etc. Se excluyen de este tipo todas las señales y anuncios de tráfico. Se incorpora tabla con los valores de referencia de niveles máximos de luminancia (cd/m²) para señales y anuncios luminosos.
- Alumbrado festivo y navideño: La potencia máxima instalada por unidad de superficie (W/m²), en función de la anchura de la calle y del número de horas de funcionamiento por año del alumbrado festivo o navideño, no sobrepasarán los valores establecidos en la tabla correspondiente. No se establece límite de potencia instalada por unidad de superficie para alumbrados festivos y navideños cuya duración de funcionamiento sea inferior a 100 horas anuales.

Además de los anteriores, de conformidad con el PCTG, se entiende por Declaración de singularidad la resolución adoptada por el Ayuntamiento de Madrid permitiendo la instalación de elementos de mobiliario urbano y alumbrado exterior no homologados, por concurrir circunstancias relevantes desde el punto de vista paisajístico, cultural-artístico, histórico o de otra índole.

La solicitud de declaración de singularidad seguirá el procedimiento indicado en la ordenanza aplicable en materia de mobiliario urbano.

Se consideran instalaciones singulares de alumbrado exterior aquellas cuyos soportes y luminarias puedan tener formas, dimensiones y materiales que no figuran entre las normalizadas. El resto de elementos que componen la instalación, como canalizaciones, red eléctrica, centros de mando, etc, deberán cumplir el PCTG y la NEC.

Será condición indispensable obtener documentalmente la condición de singularidad para que la instalación pueda ser incluida en la conservación municipal.

Se dejará además un acopio del 10% del material singular instalado (soportes, luminarias, y/o lámparas), que será entregado en el almacén municipal correspondiente.

En este tipo de instalaciones no regirá la prohibición de instalar puntos de luz con menos de 3,20 m. de altura, exigiendo las protecciones adicionales que se consideren necesarias.

También se considerarán instalaciones singulares aquellas que incluyan elementos surgidos por el desarrollo de la tecnología LED, para su utilización como alumbrado de la vía pública.

Las instalaciones singulares incluirán preceptivamente en el proyecto un estudio económico en el que se cuantifiquen los costes de primera instalación, de funcionamiento (consumos) y de mantenimiento y conservación.

El PCTG establece la documentación acreditativa de los elementos de la instalación que se debe aportar, así como la documentación a presentar en el proyecto.

Por último, en atención a la iluminación en los espacios catalogados, las NNUU del PGOUM 97, recogen en su **Capítulo 4.9 Catálogo de Espacios Públicos**, las determinaciones específicas para estos espacios, entre las cuales se encuentran aquellas dirigidas a la iluminación.

El Catálogo establece cinco categorías, en espacios que van del primer al quinto grado, fijando además unas condiciones específicas para el Casco Antiguo.

Se establecen como **Disposiciones generales para el Casco Antiguo y los Niveles 3º, 4º y 5º**: que, los elementos de iluminación serán de diseño y materiales tradicionales recomendándose las farolas de fundición de pie o adosadas. Queda prohibida la utilización de luminarias de autopista, con báculo o adosadas.

3.2. NUEVAS TECNOLOGÍAS:

Finalmente, en cuanto al desarrollo de nuevas tecnologías en iluminación, es imprescindible citar la tecnología L.E.D (siglas inglesas de Light Emitting Diode), especialmente por reunir en la misma tecnología la calidad de iluminación con el ahorro energético. Se trata de un diodo emisor de luz: un pequeño dispositivo recubierto de plástico, con un material semiconductor dentro, que emite luz de un color predeterminado al aplicarle una corriente eléctrica. Las luminarias LED carecen de toxicidad, tienen un alto rendimiento energético, son muy resistentes y muy duraderas. Su precio es aún elevado, pero a medida que vayan conquistando mercado su producción se abaratará. Inicialmente se utilizaron las luminarias LED las luces de automóvil, semáforos, uso doméstico, linternas, etc. Actualmente su uso se ha ampliado a la iluminación de edificios y elementos arquitectónicos, iluminación de vías públicas, etc.

Desde el invento de la bombilla incandescente, se alzaron voces que señalaron que pese a ser una tecnología sencilla y eficaz, era muy poco eficiente. Efectivamente su rendimiento energético es muy bajo. Gran parte de la energía se disipa en forma de calor.

Se pasó posteriormente a los tubos de vacío y posteriormente a la tecnología C.F.L (fluorescentes compactas de luz), también denominadas bombillas de bajo consumo, cuyo rendimiento energético es muy superior a las anteriores, su emisión de calor es muy baja, pero tampoco es una tecnología que se pueda considerar definitiva, por su alto efecto contaminante. Generalmente están rellenas de vapor de mercurio, agente muy tóxico, y además el elemento que produce la luz es el fósforo blanco que las recubre interiormente.

El gran desarrollo experimentado por la tecnología LED (Light Emitting Diode), de alta potencia, como fuente de luz para su aplicación en luminarias de alumbrado exterior, ha motivado la aparición en el mercado de productos que implantan esta tecnología para sustituir a la iluminación convencional.

Estas innovaciones podrían traer consigo grandes beneficios si se constata que se trata de instalaciones de alumbrado más eficientes energéticamente y que reducen los costes de mantenimiento en función de su durabilidad.

Aunque el futuro es muy prometedor, actualmente la fabricación de estos productos se encuentra en fase de constante desarrollo y algunas instalaciones no han conseguido cumplir con las expectativas iniciales.

En este sentido, mediante Decreto de la Delegada del Área de Gobierno de Obras y Espacios Públicos de fecha 4 de noviembre de 2010, se aprobó el Protocolo de Pruebas de Luminarias-Led de Alumbrado Exterior, con objeto de establecer un procedimiento para la realización de las pruebas precisas que valoren la idoneidad de las luminarias de alumbrado exterior con tecnología LED, de forma que el Ayuntamiento de Madrid determine su validez para su posible inclusión en cualquier futuro proyecto de carácter singular que se vaya a realizar en la ciudad.. El constante cambio que está experimentado la tecnología LED requiere que este documento se adapte a los nuevos criterios o parámetros que se van determinando en base a los elementos que se fabrican. Por ello, a la vista de la experiencia obtenida en la aplicación del hasta ahora vigente Protocolo, se actualizó el mismo en mayo de 2012.

No obstante, la implantación de la tecnología LED en el alumbrado público, no deja de ser un **tema controvertido**, respecto del cual desde diversos ámbitos se cuestiona su posible contribución a una contaminación lumínica no deseada para la ciudad de Madrid.

La contaminación lumínica es el brillo o resplandor de luz en el cielo nocturno producido por la reflexión y difusión de la luz artificial en los gases y en las partículas del aire por el uso de luminarias inadecuadas y/o excesos de iluminación.

Según varios estudios comparativos mediante imágenes de satélite, ya en 2013 Madrid era la capital europea con mayor contaminación lumínica por metro cuadrado. En los últimos años, entre 2014 y 2015, la capital madrileña realizó una conversión del 40% del alumbrado público a una nueva tecnología LED con el objetivo de conseguir una mayor eficiencia energética y reducir la contaminación lumínica.

Sin embargo, desde diversos sectores se pone en duda que esta conversión haya reducido la contaminación lumínica, argumentando estudios de organizaciones como la International Dark-Sky Association (IDA) y la American Medical Association (AMA), así como las investigaciones realizadas en el marco de la Red Española de Estudios sobre la Contaminación Lumínica (REECL) y otros grupos internacionales. Argumentan que la mayor emisión de luz azul de los LED que se están instalando es la responsable de que el impacto de la contaminación lumínica se haya multiplicado.

Se plantea la posibilidad de que este impacto, pueda afectar a cinco grandes ámbitos: el ecológico, el energético, la salud, la seguridad y la cultura, con una incidencia potencial en el medio ambiente y espacios protegidos, en especial el Monte del Pardo y el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama; en la salud pública; en la seguridad vial y ciudadana, y en el deterioro del patrimonio cultural inmaterial y los símbolos de Madrid.

Se argumenta, en base a numerosos estudios científicos, que la iluminación artificial nocturna de las vías públicas y espacios privados —incluyendo el alumbrado comercial, industrial, publicitario, ornamental, pantallas luminosas y señalización— está en el origen de un importante impacto ambiental, debido a factores como la dirección de emisión de la luz, su intensidad y el espectro (color) de las lámparas utilizadas.

Como consecuencia de todo lo anterior, diversas entidades han solicitado que el Ayuntamiento realice un estudio global del impacto ambiental producido por la mencionada sustitución del 40% del alumbrado público de Madrid a LED.

FUENTES RECOMENDADAS

- *Documento de Memoria del Plan General de Ordenación Urbana de Madrid 1997*
- *Compendio de las Normas Urbanísticas comentado y actualizado a septiembre de 2017*
- *RD 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) y su Instrucción Técnica ITC-BT-09 referida a las instalaciones de Alumbrado Exterior.*
- *Real Decreto 1890/2008 que aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones Técnicas complementarias.*
- *Pliego de Condiciones Técnicas Generales del Ayuntamiento de Madrid, actualizado en los capítulos relativos al alumbrado exterior en 2010.*
- *Normalización de Elementos Constructivos en Obras de Urbanización (NEC), actualizada en lo relativo al Alumbrado Exterior en 2010.*
- *Instrucción para el Diseño de la Vía Pública (2010)*
- *Plan de calidad del Paisaje Urbano de la Ciudad de Madrid (2009)*
- *Manual de Accesibilidad para Espacios Públicos Urbanizados del Ayuntamiento de Madrid, de 2016*
- Instrucción 1/2018 relativa al Estudio de Accesibilidad que ha de acompañar a los proyectos municipales de intervención sobre el espacio público y las instrucciones para su elaboración
- *Normas Tecnológicas de la Edificación (1978): NTE-IEE Alumbrado exterior.*
- *Recomendaciones de la Comisión Internacional del Alumbrado (CIE).*
- *Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación: Alumbrado Público del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (I.D.A.E.).*

www.madrid.es