

# CÓMO SELECCIONAR Y COMPARAR LUMINARIAS LED'S PARA APLICACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR



## Introducción

La utilización del LED de alta potencia como fuente de luz para iluminación exterior, incluida la viaria, ha motivado la aparición en el mercado de luminarias que, una vez instalada, no siempre cumplen con lo ofrecido en su publicidad.

En la práctica, además de poder constituir un fraude para el cliente supondría en primer lugar una competencia desleal y, en segundo lugar, un rechazo de los potenciales clientes que se sientan defraudados por la tecnología, predisponiéndolos a no adquirir otros productos de iluminación LED'S de primera calidad, que sí cumplan con los compromisos requeridos (tanto a nivel luminoso como en consumo energético) y que dé, como resultado final, la ralentización del desarrollo tanto de la tecnología LED como de la asociada a las luminarias dotadas de esta fuente de luz.

## Sumario |

Objetivo	1
Definición del LED	1
Configuraciones	2
Información facilitada por el fabricante de LEDs	2
Ensayo nominal de-fabricantes de LEDs	3
Relación existente entre los parámetros (variación de temperatura, variación de flujos, etc.)	3
Color del LED blanco	6
Elementos de alimentación y control. Pérdidas propias	7
Presentación de datos fotométricos en luminarias LED	8
Mediciones de temperatura	11
Normativa a cumplir	11
Garantías frente a la modificación de una luminaria	12
Instalaciones con luminarias LED	12
Resumen	13
Conclusiones	14

## Objetivo |

El objetivo de esta comunicación es facilitar a los posibles usuarios de luminarias con tecnología LED, la información que deben exigir a los fabricantes de luminarias para comparar de manera fiable los distintos productos existentes.

Asimismo, se pretende mostrar de forma clara, concisa, realista y normalizada, las características y parámetros técnicos de sus luminarias, evitando la presentación de datos confusos o parciales.

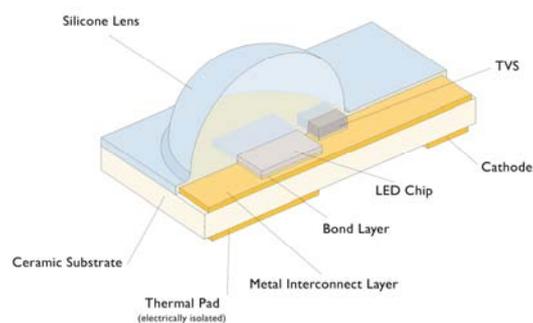
## Definición del LED |

LED (Light Emitting Diode) es un diodo compuesto por la superposición de varias capas de material semiconductor que emite luz en una o más longitudes de onda (colores) cuando es polarizado correctamente.

Un diodo es un dispositivo que permite el paso de la corriente en una única dirección. El diodo y su correspondiente circuito eléctrico se encapsulan en una carcasa plástica, de resina epoxi o cerámica según las diferentes tecnologías. Este encapsulado consiste en una especie de cubierta sobre el dispositivo y en su interior puede contener uno o varios LED'S

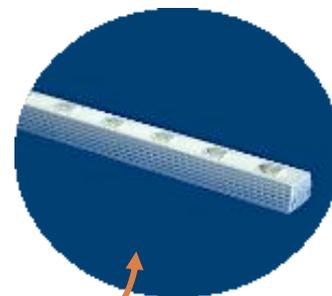
Un semiconductor es una sustancia cuya conductividad

eléctrica puede ser alterada mediante variaciones de temperatura, por aplicación de campos, concentración de impureza... etc. El material semiconductor más común es el silicio, que se utiliza predominantemente para aplicaciones electrónicas. Para aplicaciones opto-electrónicas (aquellas en las que se genera luz) deben utilizarse otros materiales semiconductores como el InGaP (que emite luz ámbar y roja) o InGaN (que emite en la zona próxima al UV, luz verde y azul). Por este motivo, el material semiconductor empleado en la fabricación del chip es el responsable del color de la luz que emitirá.



## Configuraciones |

Existen diferentes configuraciones o tipologías de LED aplicables en iluminación:



**LED Discreto:** LED individual

**Módulos LED:** Varios LED individuales sobre un circuito impreso. Pueden incluir otros componentes como disipadores de calor, sistemas ópticos, control electrónico, etc.

**Luminarias LED:** luminaria que utiliza la tecnología LED como fuente de luz. En sí misma puede ser un módulo LED o estar formada por varios módulos LED.

**LED Retrofit:** lámparas LED para la sustitución directa de otras fuentes de luz (por ejemplo lámparas incandescentes o halógenas).



## Información facilitada por el fabricante de LEDs |

Los parámetros proporcionados por los fabricantes de LED'S (el propio diodo emisor, o LED individual) **no** son extrapolables al funcionamiento de los mismos una vez incorporados a una luminaria, a un módulo LED o a una lámpara de tipo "Retrofit". Además y dependiendo de la configuración de la luminaria éstos pueden ir variando de forma acusada durante el funcionamiento de la misma. Esto es debido a que los fabricantes caracterizan sus LED'S en condiciones nominales.

## Ensayo nominal de fabricantes de LEDs |

Los fabricantes de LED's realizan el ensayo de propiedades, tanto ópticas como eléctricas, a toda su producción. Los valores obtenidos en dichos ensayos son los que posteriormente pueden verse en la documentación aportada por los fabricantes para cada tipo de LED.

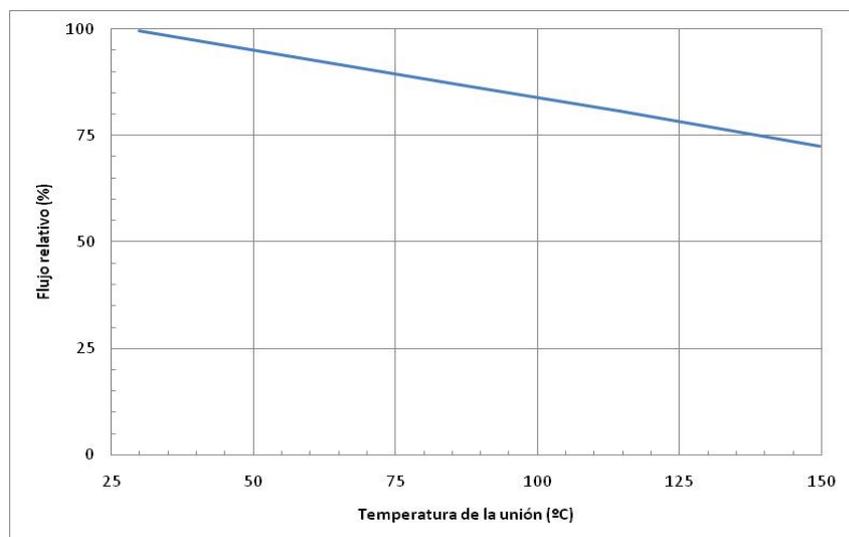
Las mediciones, tanto ópticas como eléctricas de dicho ensayo, se obtienen haciendo circular por el LED la corriente nominal de ensayo durante un periodo muy corto de tiempo. Esto permite suponer que el LED se encuentra, mientras emite la luz, a la temperatura de ensayo de 25°C normalmente. El efectuar el ensayo de forma pulsada, permite deducir a los fabricantes de LED'S que estos no se calientan durante la emisión, y que la temperatura de la unión ( $T_j$ ) es también 25°C, por lo que los datos medidos y posteriormente publicados están siempre referenciados a esa temperatura.

Los datos así medidos y presentados, no son en ningún caso representativos de los valores que se pueden obtener una vez instalados los LED'S en una luminaria, módulo o lámpara de sustitución, dado que a que el LED debe funcionar de forma continua y no pulsada. Al operar de forma continua, éste se calienta y se produce una depreciación del flujo luminoso emitido y, por tanto, una pérdida de eficacia (lm/w).

## Relación existente entre los parámetros (variación de temperatura, variación de flujos, etc.) |

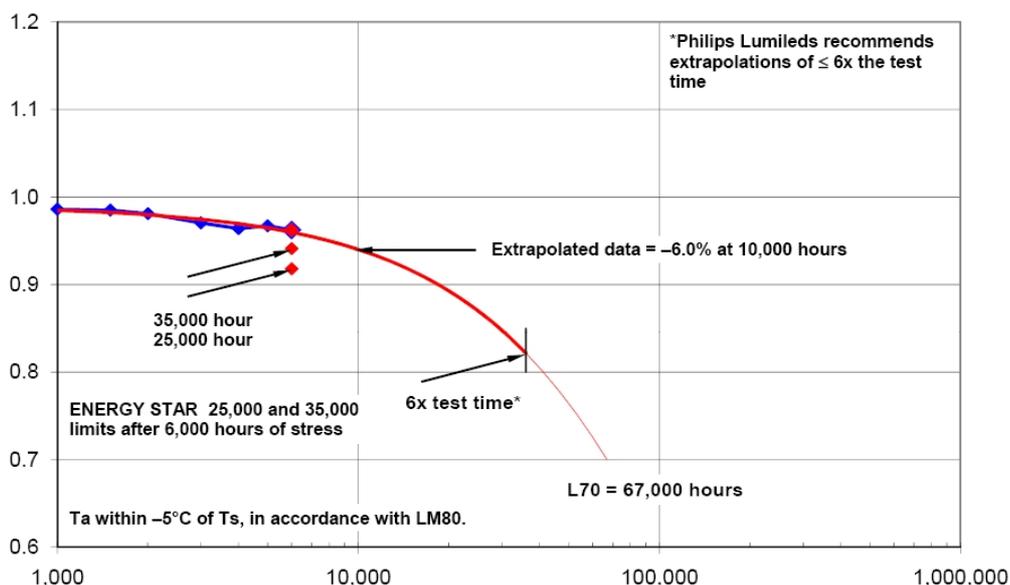
A diferencia de otras fuentes de luz, en la tecnología LED todos los parámetros de funcionamiento están relacionados entre sí.

La principal causa de la depreciación del **flujo luminoso** de un LED es el calor generado en el interfaz de unión del LED. Al no emitir radiación infrarroja (IR), el calor producido en el proceso de generación de luz, debe ser disipado por conducción o convección. Un aumento continuo de la temperatura de funcionamiento provocará dos efectos: Una depreciación del flujo emitido (**Figura 1**):



**Figura 1:** ejemplo de depreciación del flujo luminoso emitido en función de la temperatura alcanzada por el LED.

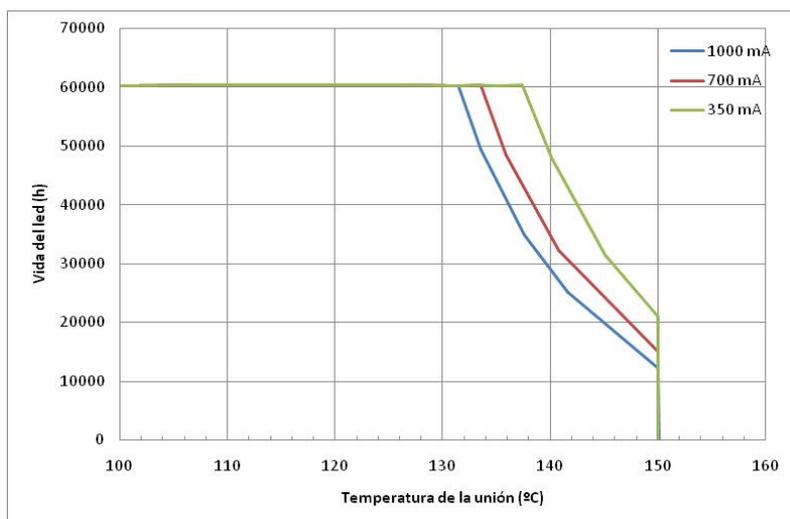
Una depreciación permanente del flujo máximo (**Figura 2**):



**Figura 2:** el gráfico muestra la depreciación del flujo luminoso de las LED en función de las horas de uso. Medición realizada hasta 6000 horas de funcionamiento. Mediante la extrapolación de estos datos se obtienen las horas de vida para una depreciación del 30% del flujo luminoso.

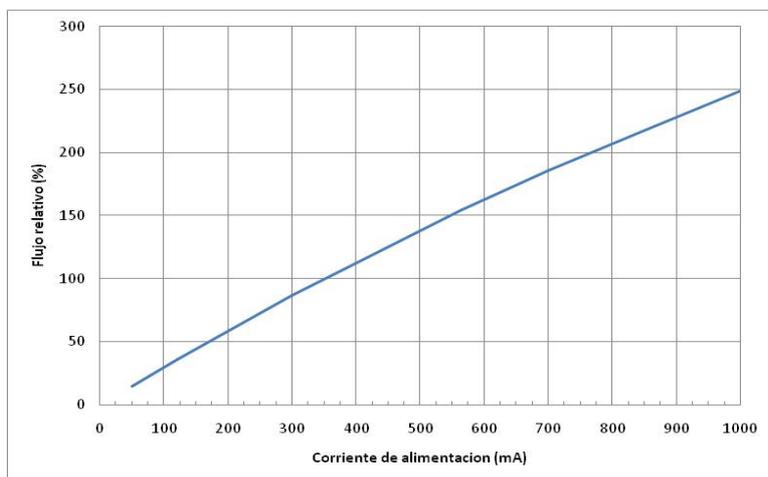
Todo esto teniendo en cuenta que no se sobrepasa la temperatura máxima indicada por el fabricante para la intensidad a la que se le está haciendo funcionar, ya que se reduciría la vida del LED, por una mayor depreciación de flujo emitido, o generar un colapso del mismo.

Es decir, **la vida del LED** (tiempo en el que el LED emite el flujo luminoso indicado en la especificación) **depende de su temperatura de funcionamiento y de la corriente** a la que esté alimentado (**Figura 3**). Cuanto mejor sea la disipación de calor, más larga será la vida del LED y mayor será el flujo luminoso emitido.



**Figura 3:** ejemplo de curvas de vida de un LED en función de la temperatura de la unión y la corriente de circulación. Actualmente este tipo de información no es mostrada por los fabricantes de forma tan clara.

Otro parámetro fundamental de los LED'S que requiere una explicación es la relación entre el **consumo** (corriente de alimentación) y el **flujo emitido**. Por otra parte, a un mismo LED se le puede hacer funcionar con diferentes intensidades y por tanto con distintos consumos. La relación entre el flujo emitido y el consumo, despreciándose los efectos de temperatura no es actualmente lineal, al realizarse un ensayo pulsado (**Figura 4**):



**Figura 4:** ejemplo de la variación del flujo relativo en función de la corriente de ensayo.

Al aumentar la corriente, la eficiencia de transformación de corriente en luz se ve reducida de tal manera que, en promedio, aumentar al doble la corriente de ensayo (700 mA) sólo produce un aumento del flujo luminoso del 1,7. Es decir, un LED que a 350 mA emite 100 lúmenes a una temperatura ambiente de 25°C, emitiría del orden de 170 lúmenes alimentado a 700mA y a la misma temperatura ambiente. De esta manera, la eficacia pasa de ser 82 lum/W a 69 lum/W. En esta pérdida de eficacia no se ha tenido en cuenta, como se ha indicado anteriormente, la depreciación por el efecto de la temperatura.

El último parámetro que se ha de analizar es la **vida** de los LED'S indicada por los fabricantes. Si nos atenemos a la información aportada en su documentación podemos ver que la vida se garantiza en función de la corriente a la que se alimente, la temperatura de la unión (Tj) y, en algunos casos, con respecto a la temperatura ambiente en las proximidades del LED. La forma de garantizar la vida se hace en función del parámetro L70 B50 o únicamente L70.

- **L70 B50:** Esta nomenclatura indica que, transcurridas las horas de vida señaladas, al menos en el 50% de los LED'S el flujo luminoso será del 70%
- **L70:** Se indica de este modo que, transcurridas las horas señaladas, el flujo luminoso será del 70% para el 100% de los LED'S.

Para la realización de cálculos fotométricos con LED'S, se debe de exigir la utilización de un Factor de Mantenimiento. Si asimilamos la fuente LED a las lámparas tradicionales utilizadas en iluminación exterior, deberíamos escoger un valor recomendado que oscilaría entre 0,8-0,85 máximo, justificado siempre en la documentación suministrada por el fabricante de la luminaria. Si el Factor de Mantenimiento empleado es mayor, deberá estar justificado claramente con curvas de depreciación del flujo y mortalidad.

Para horas de vida muy superiores a las utilizadas con lámparas tradicionales, el factor de mantenimiento deberá ser cuidadosamente escogido para evitar sobredimensionamientos de las instalaciones de iluminación exterior, que podrían ser poco rentables y escasamente eficientes.

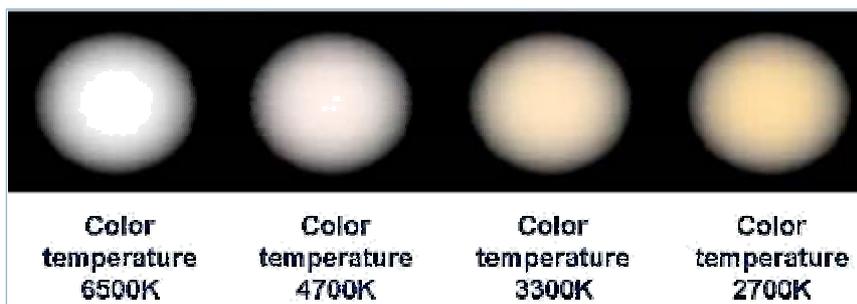
En el caso de un LED tipo L70, el Factor de Mantenimiento sería de:  $F_m = 1 - (30\%/2) = 85\%$

## Color del LED blanco |

Otro parámetro a tener muy en cuenta en las características de los LED es la temperatura de color en Kelvin. Aunque este parámetro no tiene relación directa con la temperatura, la vida o la depreciación, sí tiene relación con el flujo emitido por los LED y sobre todo con el efecto final que se obtendrá en una instalación en exterior.

Normalmente, los LED de color blanco se generan a partir de LED de color azul, o incluso ultravioleta, a los que se añaden una serie de fósforos en el encapsulado que absorben la radiación ultravioleta y emiten luz blanca en frecuencias visibles, en un proceso muy similar al que se produce en las lámparas de fluorescencia.

En función de la cantidad de fósforos y el tipo de éstos, se consigue que la luz blanca sea más o menos fría, o lo que es lo mismo, con más o menos temperatura de color. De esta manera se pueden conseguir LED de luz blanca con temperaturas de 6.000 K (luz fría), 5.000K, 4.000K, 3.500K o incluso de 2.700K (luz cálida).



Además, por regla general, cuanto más cálida sea la luz blanca conseguida (y por tanto más fósforos se hayan empleado), el índice de reproducción cromática IRC también mejora en proporción directa. Y por el contrario, si la luz blanca generada es muy fría (con pocos fósforos y luz cercana al azul), el IRC será bastante más pobre.

Por último, la eficiencia del LED también se ve afectada por este parámetro de tal modo que, en general y con la tecnología actual, los LED blancos más fríos tienen mayor eficiencia (ya que tienen menos fósforos en su encapsulado) y los LED blancos más cálidos ven reducida su eficiencia al disponer de mayores capas de fósforos en su encapsulado.

En la siguiente tabla se resume la relación entre los parámetros anteriores.

LED blancos fríos	Temperaturas de color altas	Mayores eficiencias	<b>Menor Índice de Reproducción Cromática</b>
LED blancos <b>cálidos</b>	Temperaturas de color bajas	Menores eficiencias	<b>Mayor Índice de Reproducción Cromática</b>

Por ejemplo, una alta eficiencia de los LED podría dar lugar a una instalación con una temperatura de color demasiado fría para una aplicación de exterior con un IRC bajo.

En definitiva, la elección del tipo de LED blanco influirá decisivamente en el IRC, en la eficiencia y en la temperatura de color final de la instalación, por lo que se trata de un parámetro más a tener en cuenta.



## Elementos de alimentación y control. Pérdidas propias |

El LED, al ser un diodo y como elemento discreto, solamente funciona (emite luz) cuando es alimentado con una polarización correcta en sus bornes (patillas). Esto significa que funciona a corriente continua y que no pueden conectarse directamente a tensión de red. Por otro lado, debido a su resistencia interna muy baja, no pueden ser alimentados a voltajes altos, ya que la corriente que circularía por ellos sería tan elevada que los destruiría instantáneamente.

La forma más común de realizar esta adaptación es incorporando en el sistema una fuente de alimentación, denominada comúnmente “driver”.



Al igual que con el resto de elementos eléctricos introducidos en una luminaria, éste ha de cumplir todas las normativas de seguridad vigentes a la que estén sujetos y que se ven reflejadas en el marcado CE de dicho elemento (rotura dieléctrica, aislamiento, etc.).

La **vida** de estos “drivers”, al estar constituidos principalmente por elementos electrónicos, va a depender de la temperatura que alcancen durante su funcionamiento y la temperatura del ambiente que los rodea. Los fabricantes de equipos están obligados a marcar un punto de medida y una temperatura  $T_{c_{driver}}$ . Esto significa que, solamente se garantizan las propiedades (consumo, vida, corriente suministrada, etc.) del “driver” si la temperatura superficial en el punto de medida se mantiene por debajo al valor  $T_{c_{driver}}$  marcado.

De igual manera, también están obligados a indicar el rango de temperatura ambiente  $T_a$  a la que puede funcionar el equipo. Esta temperatura ambiente es la que se da en las proximidades del equipo, por lo que si éste va alojado en un compartimiento de la luminaria, se ha de medir la temperatura ambiente dentro de ese compartimiento y no fuera de la luminaria.

La vida de un equipo electrónico debe definirse en horas, con una tasa máxima de fallos (por ejemplo 50.000 horas y tasa de fallos máxima del 10%)

A la hora de analizar la eficacia de una luminaria de LED'S, se han de contemplar también las pérdidas en estos equipos, ya que, exceptuando las luminarias que funcionen únicamente con batería, todas han de estar alimentadas a 230 voltios.

## Presentación de datos fotométricos en luminarias LED |

El primer problema con el que nos encontramos es la dificultad de realizar las fotometrías siguiendo el procedimiento utilizado en las luminarias de lámparas de descarga.

En el caso de las lámparas de descarga, lo primero es medir el flujo real del conjunto (lámpara y equipo) patrón. Para ello normalmente se utiliza una esfera de Ulbricht. Una vez hecho esto, se procede a realizar la fotometría de la luminaria utilizando como fuente luminosa el conjunto anteriormente calibrado. De esta manera, obtenemos el rendimiento del sistema óptico (reflector, lente, cierre, cuba, etc.) y por tanto la eficiencia de la luminaria. Este procedimiento no es viable en el caso de una luminaria de LED'S por dos motivos fundamentales:



- El flujo emitido por un LED depende drásticamente de la temperatura a la que se encuentre el mismo. El flujo nominal, y el resto de los parámetros tanto eléctricos como fotométricos presentados por los fabricantes de LED'S, se miden en un ensayo pulsado donde se considera que el LED no se calienta, al resultar el periodo de tiempo que está emitiendo muy corto, por lo que no pueden ser tomados como valores de referencia de ensayo fotométrico de la luminaria.
- El segundo problema que se plantea es de tipo logístico. En una luminaria donde hay, por ejemplo, 90 LED'S, se deberían calibrar los 90 elementos en conjunto con la fuente de alimentación que se tiene intención de utilizar, para posteriormente introducirlos en la luminaria y así obtener el rendimiento óptico-térmico de la misma.

Además, por la naturaleza de los LED'S, y con la finalidad de obtener el mejor rendimiento a través una buena disipación de calor, éstos quedan fijados a la luminaria de tal forma que su utilización para la obtención del rendimiento posterior de otras luminarias es completamente inviable.



Relacionado con este último punto se encuentra el hecho de que, para obtener el rendimiento sin calentar de los LED'S, el equipo utilizado debe ser capaz de generar un pulso de intensidad en unas condiciones muy concretas. Pero si atendemos a la filosofía del ensayo, es necesario que el equipo sea idéntico, y con el mismo tipo de funcionamiento que el utilizado en la obtención de la fotometría (distribución fotométrica de la luminaria y rendimiento del conjunto). Es decir, que no será una alimentación pulsada a los LED'S, sino de forma constante en un periodo de tiempo largo (aproximadamente 30 minutos para la obtención de la fotometría y un periodo similar para el calentamiento de la misma).

Como el tiempo empleado en la realización de la fotometría no puede ser reducido, se ha de cambiar la forma de obtener el flujo luminoso emitido por el conjunto de LED'S independientes de la luminaria. Como ya no van a estar encendidos una fracción de tiempo tan pequeño que no se calienten, y debido a que los LED'S varían muy fuertemente su flujo luminoso con la temperatura, a la hora de obtener el flujo se debería de disponer de un sistema de refrigeración que permitiese mantener los LED'S, durante todo el periodo de la medida, a una temperatura estable y controlada.

Los dos motivos señalados hacen completamente inviable la utilización de los mismos conceptos de rendimiento, eficiencia, etc. y por tanto las formas de determinarlos, cuando se habla de luminarias con lámpara que cuando se trata de una luminaria de LED'S.

En el caso de una luminaria de LED'S, la organización CELMA (Federación Europea de Asociaciones Nacionales de Fabricantes de Iluminación), cuyo miembro español es ANFALUM propone la presentación de los datos fotométricos de la siguiente manera:

- Fotometría referenciada a 1000 lúmenes y realizada con un goniómetro calibrado, de fabricante reconocido internacionalmente, siendo recomendable las mediciones realizadas en un gonio que mantenga la luminaria en su posición de trabajo, con la temperatura estabilizada, sin que existan corrientes de aire en la sala y a una temperatura ambiente de 25°C más menos 1°C.
- Obtención del flujo luminoso global emitido por la luminaria.
- Medida del consumo energético total de la luminaria en funcionamiento.
- Indicar el dato de eficacia de la luminaria en lum/W, siendo ambos valores los reales medidos. Es decir, los vatios consumidos por la luminaria incluidos los equipos transformadores y los lúmenes finales medidos por el fotogoniómetro.

Figura 5: Propuesta CELMA para presentación de datos luminotécnicos de una luminaria de LED'S.

**Proposal on presentation of photometric data for LED-luminaires**  
draft proposal based on EN13032-1, EN 13032- 2 and EN 15193

**Presentation of luminaire data according to En 13032-2**

**Essential luminaire data**

**Luminaire code**  
**Dimensions of the luminous parts of the luminaire**  
The dimensions of those parts of the luminaire from which light is emitted shall be given in m or m<sup>2</sup>.  
**Normalised intensity table**  
**Normalised luminance table**  
The tabulated luminous intensity values normalised to total lumen output from the luminaire of 1000 lm shall be given in cd.klm-1.  
**Unified Glare Rating (UGR) table**  
**Glare rating (GR)**  
**Correction factors**  
**Shielding angle**

**Useful luminaire data**

**Physical dimensions of the luminaire**  
**Intensity diagram**  
The intensity distribution presented as a graph is mainly intended to give a first impression of the shape of the luminous intensity distribution. The graph may be in any form (e.g. polar, Cartesian, etc.).  
**Spacing to height ratio (SHR)**  
**Light output ratios**  
**Luminaire maintenance factor (LMF)**  
**Utilisation factor (UF) tables**

---

**Proposal on presentation essential data for LED luminaires**  
(until EN 13032-1 and 2 are revised)

**Luminaire light output (LO)**  
Total flux of the luminaire measured under practical specified conditions with its own lamp and equipment

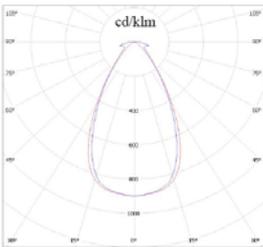
**Luminaire power (Pi)**  
The total rated power (in watts) of a specific luminaire should be obtained in accordance with EN 15193 Annex B. (see below)

**Luminaire lumens (light output) efficacy (LLE)**  
Total luminaire light output, (LO) divided by the total luminaire power, (Pi)

**Normalised intensity table**  
The tabulated luminous intensity values normalised to the total luminaire output from the luminaire of 1000 lm and shall be given in cd.klm-1.

**Correlated colour temperature (T<sub>cp</sub>)**

**Luminous intensity distribution**



LO 475 lm  
LLE 23,75 lm/W      T<sub>cp</sub> 6500 K

**Luminaire power (Pi)** /according to EN 15193 - 3.3.1 /  
electrical power from the mains supply consumed by the lamp(s), control gear and control circuit in or associated with the luminaire, measured in watts which includes any parasitic power when the luminaire is turned on.  
NOTE The rated luminaire power (Pi) for a specific luminaire may be obtained from the luminaire manufacturer.

**Luminaire parasitic power (Ppi)** /according to EN 15193 - 3.3.3.1 /  
electrical power from the mains supply consumed by the charging circuit of emergency lighting luminaires and the standby power for automatic controls in the luminaire when lamps are not operating, measured in watts P<sub>pi</sub> = P<sub>ci</sub> + P<sub>ei</sub> (W)

La presentación de los datos de esta forma implica que **la eficacia** será un parámetro fundamental para la elección de qué luminaria LED se quiere instalar y dará cuenta no sólo de la calidad de la óptica, sino de la capacidad de disipar calor de la misma.

Como se ha señalado anteriormente, el flujo emitido por un LED decrece con el aumento de la temperatura del mismo. De esta manera dos luminarias diferentes con la misma óptica, el mismo tipo de LED y el mismo consumo, pueden tener rendimientos muy diferentes si una es capaz de disipar calor mejor que la otra.

## Mediciones de temperatura |

Una luminaria de LED'S, es un conjunto de elementos electrónicos instalados en una carcasa y cuya finalidad es la de iluminar. Como se ha visto anteriormente, la eficacia de la misma y la vida de sus componentes están muy relacionadas con la temperatura que alcanzan durante su funcionamiento.

Al igual que otros elementos electrónicos, la normativa EN-62031 (módulos LED) indica que en una luminaria se ha de marcar su temperatura crítica de funcionamiento  $T_c$  y el rango de temperaturas  $T_a$  a las que puede funcionar dicha luminaria sin que se vean alteradas sus especificaciones (vida del conjunto, eficacia, etc.). La temperatura realmente crítica en un LED, y aquella que debe garantizarse con el diseño térmico de la luminaria, es la temperatura de unión  $T_j$ . Cómo llevar a cabo la medición de ésta es muy complejo (por tener que realizarse a nivel de componente); puede señalarse un punto de control térmico accesible donde medir  $T_c$  (temperatura crítica, directamente relacionada con  $T_j$ ).

En este sentido, aunque la luminaria no esté marcada según esta norma EN-62031, se debería indicar cuál es el rango de temperaturas a la que puede funcionar, ya que como la vida de los LED'S y el flujo emitido por los mismos están relacionados con su temperatura interna y que ésta a su vez está vinculada con la temperatura exterior a través de la capacidad de disipación de la luminaria, una excesiva temperatura exterior puede hacer que los LED'S superen su temperatura máxima de funcionamiento.

Por este motivo, es importante especificar cuál es el rango de temperaturas  $T_a$  a la que puede funcionar la luminaria. Dichos ensayos se han de realizar en posición de funcionamiento y en una sala donde se pueda controlar la temperatura ambiente y donde no existan corrientes de aire.

## Normativa a cumplir |

En la actualidad existen unos requisitos de obligado cumplimiento, para poder fabricar o comercializar una luminaria en el mercado Español:

- La luminaria debe disponer del marcado CE. Esto significa que el fabricante debe haber elaborado un expediente técnico que muestre las normas que cumple la luminaria, el procedimiento de calidad que posee, su proceso productivo. A continuación debe redactar una declaración de conformidad, con las Directivas que le afectan que en este caso son Compatibilidad Electromagnética (2004/108/CE) y Real Decreto 1580/2006 y de Baja Tensión 2006/95/CE y Reales Decretos 7/88 y 154/1995 y de las normas UNE-EN relacionadas.

- El fabricante o importador debe estar dado de alta en un SIG (Sistema Integrado de Gestión), que garantiza un correcto tratamiento del residuo, como es el caso de ECOLUM.

Como complemento de lo anterior, es recomendable que la luminaria cumpla la Norma General de Luminarias EN 60598, la de Seguridad de los Módulos LED'S, EN 62031 y la de Radiación Óptica, EN 62471. En estas normas se incluyen temas de marcado y de parámetros fotobiológicos.

En el momento actual, se están desarrollando otra serie de normas para LED'S, recomendándose la lectura del ANFALUM COMUNICA N° 11, para una mayor información.

## Garantías frente a modificación de una luminaria |

El fabricante de alumbrado exterior, cuando diseña una luminaria para LED'S, lo hace exclusivamente para esta tecnología y, por tanto, nunca es aconsejable la intercambiabilidad con otras tecnologías que requieren otro equipamiento y condiciones de servicio.

En la actualidad se están presentando muchas propuestas (algunas se han llevado a cabo) para la modificación de luminarias ya instaladas, y adaptarlas a diferentes sistemas de LED'S con diferentes soluciones LED'S, bien con "lámparas de reemplazo" o mediante la "sustitución de todo el sistema óptico". Ante estas situaciones, el usuario debe saber que, cuando se coloca el LED en una luminaria y a ésta se la hace funcionar para iluminar (encendida de forma continuada en un periodo superior a escasos milisegundos), este LED se calienta: por lo tanto el flujo emitido por el mismo será menor que el nominal indicado por el fabricante del propio diodo LED y dependerá de la capacidad de la luminaria para disipar el calor desprendido por el LED. Esta capacidad, al no haberse diseñado la luminaria para los LED'S, será normalmente pequeña.

Se ha de entender que la modificación de una luminaria mediante "sustitución del sistema óptico", modificación del equipo eléctrico, recableado, etc., implica que la persona que efectúa estas operaciones es la responsable de efectuar el marcado CE de la luminaria, al considerarse que estas operaciones convierten, el conjunto, en un producto nuevo.

Deberá constituir un nuevo expediente técnico, garantizando la conformidad con la normativa de seguridad eléctrica y efectuar una nueva declaración de conformidad.

Con todo ello, el fabricante de la luminaria original se libera de toda responsabilidad frente a los daños causados por el producto modificado o por fallos de funcionamiento del mismo.

De igual manera, se pierde toda la garantía referente a normativas cumplidas por la luminaria, resultados fotométricos, etc.

En el caso de que se introduzca una "lámpara" denominada de sustitución que incorpore LED'S habría que tener en cuenta dos posibles situaciones:

1. La lámpara LED es de sustitución directa. Esto significa que no se ha de modificar el esquema eléctrico de la luminaria y que por tanto funciona conectada al equipo (balasto electromagnético o electrónico) instalado en la luminaria.

2. La lámpara LED no es realmente de sustitución. Esto significa que se ha de desconectar o puentear el equipo (balasto electromagnético o electrónico) instalado en la luminaria.

En todos los casos, el fabricante original de la luminaria queda excluido de toda responsabilidad relativa a los resultados, funcionamiento y seguridad de la misma, trasladando ésta al autor de la modificación o intervención.

## Instalaciones con luminarias de LEDs |

A la hora de utilizar una luminaria de LED'S en un proyecto de iluminación, los parámetros más importantes a determinar son tres:

- Flujo total útil** ofrecido por la luminaria (ya expuesto en el apartado correspondiente)
- Fotometría de la luminaria** (es necesaria una fotometría específica de la luminaria con el sistema de LEDs propuesto)
- Factor de mantenimiento** a aplicar

Respecto a este último y como ya se ha indicado, durante la vida del LED éste va perdiendo flujo luminoso. En función de las horas de vida que se garanticen y del resto de los condicionantes que afecten a la obtención del factor de mantenimiento, este valor deberá ser distinto e indicado en el proyecto luminotécnico. El fabricante de la luminaria de LED'S deberá recomendar y justificar un valor para el factor de mantenimiento. En cualquier caso este valor será siempre inferior a 1, recomendándose 0.85 como factor de depreciación del flujo luminoso y de supervivencia de la lámpara LED para una luminaria marcada L70 u otro valor diferente según la documentación aportada.

# Resumen |

- El LED como fuente de luz para Iluminación Exterior ya es una realidad, con un futuro de enormes posibilidades y expectativas.
- Dicha evolución del LED y el gran atractivo que tiene esta nueva tecnología ha motivado la aparición en el mercado de luminarias que posteriormente no cubren las expectativas del cliente. Esto hace que se deban tener en cuenta una serie de parámetros que son clave para detectar producto que no cumple los requisitos esperados por el cliente.
- La **Disipación de Calor**: al no emitir radiación infrarroja (IR), el calor producido en el proceso de generación de luz, debe ser disipado por conducción o convección. Un aumento continuo de la temperatura puede provocar una disminución del flujo emitido y/o una depreciación permanente del flujo máximo, por lo que es importante exigir el factor de disipación de la luminaria.
- La **Corriente Eléctrica** que circula por el LED es otro parámetro a tener en cuenta, ya que un exceso de corriente puede incidir en la vida útil del LED.
- La **Temperatura de Color**: a temperaturas de color frías se obtienen mejores eficiencias del LED pero peor Índice de Reproducción Cromática (IRC) y a temperaturas más cálidas peores eficiencias pero mejor IRC.
- La **vida útil del LED** está en función de la corriente que circula por el mismo, la temperatura de unión ( $T_j$ ) y la temperatura ambiente en las proximidades del LED.
- Las **Pérdidas en el Equipo de Alimentación** han de tenerse en cuenta a la hora de analizar la eficacia de una luminaria LED ya que, exceptuando las luminarias que funcionen con baterías, todas deben estar alimentadas a 230V e introducen pérdidas en el sistema.
- Existen en el mercado diferentes productos LED'S pero la información aportada, en la mayoría de los casos, no permite al cliente final averiguar cuál es el que más se ajusta a sus necesidades.
- La información suministrada por los fabricantes de luminarias debe normalizarse, de tal manera que el cliente pueda comparar sin que caiga en la trampa de las interpretaciones.
- No se puede trasladar la información de vida y eficacia de los LED'S individuales directamente a las luminarias, módulos LED'S o lámparas de sustitución: el ensayo realizado por el fabricante del diodo LED no es representativo del funcionamiento del LED dentro de estos elementos.
- El ensayo realizado por los fabricantes del diodo LED'S se hace de forma pulsada y durante un periodo de tiempo muy corto, lo cual evita que el LED se caliente: por tanto su valor no sirve como referencia para su aplicación.
- Durante el funcionamiento del LED en una luminaria, éste se calienta y el flujo luminoso emitido y su vida útil dependen de la temperatura que alcanza en las condiciones de funcionamiento.
- En el caso de luminarias de LED'S no se puede hablar de eficiencia, ya que no se puede evaluar su flujo luminoso fuera de la luminaria y en las mismas condiciones, como es requerido para su evaluación. Debemos indicar el valor de su **eficacia** como cociente entre el flujo real emitido por una luminaria y su consumo total real (LED'S + electrónica y fuente de alimentación).
- La eficacia es un parámetro que engloba la calidad de los elementos introducidos en la luminaria, la capacidad para disipar calor de la luminaria y la eficiencia del conjunto óptico utilizado.
- Las mediciones de temperatura han de realizarse en posición de funcionamiento y sin corrientes de aire.
- La fotometría y el flujo de una luminaria LED es distinta que la fotometría y el flujo de 1 LED multiplicado por el número de LED de la luminaria. Dicha fotometría debe ser referenciadas a 1000 lúmenes y realizada con un goniofotómetro calibrado, de fabricante reconocido internacionalmente, siendo recomendable que las mediciones sean ejecutadas en una sala acondicionada para efectuar la medida con la luminaria en su posición de trabajo, sin que existan corrientes de aire y a una temperatura ambiente de  $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ . Otros datos fotométricos exigibles son: el flujo luminoso global emitido por la luminaria, medida del consumo energético total de la luminaria en funcionamiento y eficacia de la luminaria medida en lum/W.
- La adaptación de luminarias ya instaladas y diseñadas expresamente para otras fuentes de luz que quieran ser utilizadas con LED'S, exige al fabricante original de cualquier responsabilidad. Será el autor de la modificación quien ha de volver a autocertificar CE la luminaria.
- Es aconsejable que la luminaria haya superado los ensayos recogidos en la Norma General para luminarias (EN-60598) y todas las de normativa de módulos LED (EN-62031). Finalmente, sería deseable que la luminaria estuviese marcada ENEC.
- El fabricante o importador ha de estar dado de alta en un SIG (Sistema Integrado de Gestión).

# Conclusiones |

ANFALUM, en el ánimo de colaborar en temas de eficiencia energética y en cumplimiento del RD 1890/2008 del 14 de Noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior (REEAS), **recomendamos** las siguientes medidas preventivas destinadas a la correcta evaluación de una solución de alumbrado mediante luminarias con fuente de luz LED'S solicitando al fabricante los siguientes datos:

- Flujo útil entregado por la luminaria para ser empleado en los cálculos luminotécnicos, en lm.
- Potencia nominal del sistema de LED'S (nº de LED'S, intensidad y su potencia nominal individual).
- Potencia total consumida por la luminaria de LED'S, en W.
- Eficacia del sistema de LED'S funcionando en la luminaria, en lm/W
- Factor de mantenimiento a emplear en los cálculos luminotécnicos y su justificación.
- Temperatura de color en K del LED empleado.
- Fotometría y/o estudio luminotécnico.
- Vida útil del sistema de LED'S en la luminaria (XX horas) (L70: mantenimiento del 70% del flujo inicial establecido de la luminaria, valor que deberá emplearse para el cálculo del factor de mantenimiento).
- Vida media del conjunto electrónico (horas a partir de las cuales puede aparecer fallos superiores a un determinado porcentaje).
- Rango de Temperatura ambiente a la que puede funcionar la luminaria de forma permanente sin que se vean alteradas sus especificaciones.
- Por ser una luminaria para alumbrado exterior y alojar dispositivos electrónicos, es necesario definir un grado de hermeticidad IP (recomendable no inferior a IP65), su resistencia a impactos IK, material del cuerpo y protector, sistema de apertura y cierre, tipo de fijación mecánica, pintura... y demás características mecánicas que definen la calidad de una luminaria y su aptitud para esta aplicación.
- Certificación de producto.

**Redactores del documento:** *Francisco Cavaller, Fernando Rodriguez y Alfonso Ramos, José Ramón Córcoles, Francésc Jordana y Ana García y Miguel Angel Ramos.*

Enero 2010