ANFALUM COMUNICA Nº 20

“EVALUACIÓN DE LAS PRESTACIONES DE LAS LUMINARIAS LED”

La intención de este documento es proporcionar una guía a los usuarios (como especificadores, diseñadores de iluminación, ingenieros técnicos y legisladores) de luminarias LED destinadas a proyectos de iluminación. Permite la comparación idónea de *"manzana a manzana"* y una fácil evaluación de los datos de las prestaciones proporcionadas por los fabricantes al elaborar proyectos de iluminación o especificaciones de licitación.

Se hace hincapié en la explicación de los requisitos relativos a la "vida útil" (tiempo de vida útil). El documento recomienda un conjunto fijo de datos de prestaciones para luminarias LED. Este cúmulo de datos se centra en la información que es necesaria para el diseño de aplicaciones de iluminación.

Contenido del documento:

1. Introducción.

2. Requisitos de iluminación.

    2.1 Parámetros de las prestaciones de la luminaria (según IEC).

    2.2 Exigencias de aplicación a la iluminación (de acuerdo con CEN).

3. Consideraciones de vida útil.

    3.1 Descenso gradual de la salida de luz.

    3.2 Degradación repentina de la salida de luz.

    3.3 Por qué la vida útil no siempre es un factor crítico.

    3.4 Fundamentos sobre factores de mantenimiento en diferentes aplicaciones.

4. Recomendaciones de ANFALUM / LIGHTINGEUROPE.

Príncipe de Vergara, 12 – 1ºB 28001-MADRID
Telf.: + 34 91 435 32 23

4.1 Datos de las prestaciones iniciales recomendadas que se proporcionarán.

4.2 Datos prácticos de vida útil aconsejados que se facilitarán.

Anexo A: Términos, definiciones y referencias.

Anexo B: Requisitos de aplicación de las normas EN.

Anexo C: Ejemplo de hoja de datos: datos de prestaciones de la luminaria LED.

1. Introducción: evaluación de las prestaciones de las luminarias LED.

En los últimos años, se ha producido un aumento significativo en el uso de las luminarias LED. Inicialmente, no había estándares universales disponibles para medir o comparar las prestaciones de los productos de iluminación LED. Esta situación ha llevado a nuevos participantes no acreditados a inundar el mercado, algunos de los cuales suministran datos dudosos sobre las prestaciones de sus productos. En consecuencia, existe una confusión entre los clientes o usuarios acerca de qué luminaria LED se puede elegir.

Nota: La luminaria Led comprende la carcasa y, en su caso, el cierre y óptica, el módulo LED incluidos los elementos de disipación de calor y la fuente de alimentación eléctrica o driver dotado, en su caso, de sistema de control.

Sin embargo, aunque la calidad de la tecnología LED ha mejorado rápidamente y los fundamentos de la aplicación no han cambiado, los datos del producto han permanecido innecesariamente complejos. En este sentido, el principal desafío para el mercado profesional es mejorar la forma en que los usuarios de luminarias LED valoren los datos de las prestaciones de las luminarias suministradas por los diferentes fabricantes, tanto cuando diseñan proyectos de iluminación como cuando elaboran especificaciones para licitaciones. Hoy en día, a menudo comparan inadecuadamente, sin percatarse de ello, las *"manzanas con las peras".*

Los datos de prestación "inicial" y "vida útil" deben evaluarse adecuadamente para tener confianza en cómo se comportarán las luminarias LED, así como durante cuánto tiempo mantendrán sus características nominales a lo largo de sus años de funcionamiento.

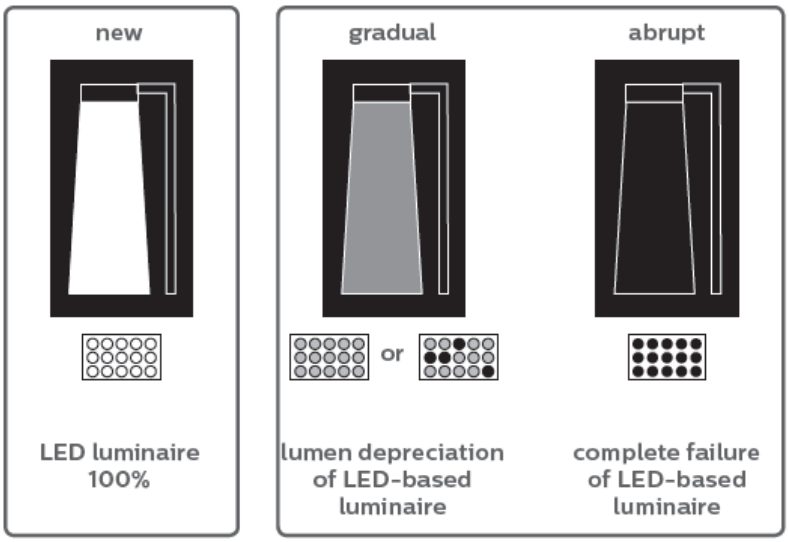

Fig. 1 - Evaluación de la disminución del flujo luminoso "inicial" y a lo largo de la "vida útil" de las luminarias LED.

De acuerdo con el actual "estado del arte", la valoracción de las luminarias LED es compleja debido a dos razones principales:

> ***1. El uso de diferentes definiciones técnicas y parámetros relacionados para describir las prestaciones de los productos, lo que dificulta su comparación (por ejemplo, uso incorrecto del módulo LED o datos de fuentes de luz LED, en lugar de datos de luminarias LED).***
>
> ***2. Las elecciones del diseño técnico realizadas para un producto pueden marcar una gran diferencia en términos de prestaciones a lo largo de la vida útil.***

ANFALUM y LIGHTINGEUROPE consideran que, el establecimiento de métricas de prestaciones simplificadas que respalden las necesidades de un buen diseño de la iluminación, y permitan realizar comparaciones fáciles entre producto y producto, agregará valor al mercado profesional.

La confusión debido al uso de diferentes tipologías de definiciones se puede aliviar siguiendo los últimos estándares IEC / EN sobre las prestaciones de las luminarias LED. Estas normas brindan orientación sobre "qué" (fenómenos y métricas) publicar y "cómo" (método de medición y/o cálculo) que hay que aplicar para llegar a un conjunto de especificaciones de productos comparables.

2. Requisitos de iluminación.

Para efectuar cálculos acertados y alcanzar buenos resultados en el diseño de la iluminación interior y el alumbrado exterior, se requieren el conocimiento de los diferentes datos técnicos de la luminaria LED, basados en parámetros estandarizados y, por lo tanto, comparables. La norma IEC 62722-2-1 *"Requisitos de prestaciones para luminarias LED"*, ofrece una visión general de los parámetros relevantes de información del producto, tanto "inicial" como en el transcurso de la "vida útil", que deben utilizarse para la planificación de los diseños de iluminación.

2.1 Parámetros de las prestaciones de la luminaria (según IEC / CENELEC).

Parámetros relevantes de información de la luminaria LED, de acuerdo con lo establecido en la norma IEC 62722-2-1, son los siguientes:

1. *Potencia de entrada nominal (P en W).*
2. *Flujo luminoso nominal (Φ en lm).*
3. *Eficacia luminosa nominal (η en lm / W).*
4. *Distribución de la intensidad luminosa nominal (en cd o cd / klm).*
5. *Temperatura de color correlacionada nominal (Tcp en K).*
6. *Índice de reproducción de color nominal (CRI).*
7. *Temperatura ambiente relacionada con el rendimiento de la luminaria (tq en ˚C).*
8. *Vida útil media (Lx en horas con x como factor de mantenimiento del flujo luminoso nominal asociado en%).*
9. *Valor de fallo repentino o mortandad (en%).*

En este contexto, la expresión "nominal" significa el valor del parámetro para la luminaria LED declarado por el fabricante, cuando se opera bajo las condiciones especificadas. Se recuerda que siempre se informará del valor de (tq) para el que se declaran los datos de las prestaciones, incluso si dicha temperatura es 25˚C. Cuando las aplicaciones exigen temperaturas (tq) diferentes de 25 ° C, se necesitan todos los datos de las prestaciones para reflejar el rendimiento real para estas temperaturas (tq) específicas.

Para permitir la correcta comparación de producto de uno en uno (*de "manzana a manzana"*), ANFALUM y LIGHTING EUROPE recomiendan que el cúmulo de datos de las prestaciones siempre se declaren a una temperatura de 25 ° C.

Para aplicaciones específicas, los fabricantes pueden exponer conjuntos de datos de prestaciones adicionales a diferentes valores (tq)

En esta sección, se describen los parámetros de las prestaciones de la luminaria LED inicial (parámetros 1-7) que se pueden usar como datos de entrada para los cálculos de diseño de la iluminación. Los valores válidos de las prestaciones de la luminaria LED en relación a la "vida útil" (parámetros 8-9) se describen en la sección 3, *"Consideraciones de vida útil"*. El Anexo A proporciona los términos y las definiciones, incluida una referencia a la norma para métodos y ensayos de medición, basados fundamentalmente en la norma EN 13032-4.

Ejemplos habituales de tergiversación de los datos sobre prestaciones que dan lugar generalmente a confusión, son los siguientes:

1) Se indica la salida de flujo luminoso para el módulo LED fuera de la luminaria LED, en lugar de la salida de flujo luminoso para la luminaria LED completa.

2) Datos basados en la temperatura de funcionamiento de 25 ° C del módulo LED o fuente de luz LED, en vez de datos basados en la temperatura de funcionamiento real del módulo LED o de la fuente de luz LED dentro de la luminaria.

3) La potencia de funcionamiento se fundamenta solo en la del módulo LED o fuente de luz LED, en lugar de adoptar la consumida por la luminaria LED completa.

4) Comparación incorrecta de potencia / eficiencia entre las luminarias LED que contienen el equipo de control incorporado y las que utilizan el control remoto.

5) Una combinación de potencia de entrada y valores de salida del flujo luminoso incorrectas que dan lugar a una eficacia luminosa (lm/W) exagerada.

2.2 Exigencias de aplicación a la iluminación (de acuerdo con el CEN).

Al considerar si un producto es la mejor solución para una aplicación, previamente debe dimensionarse para garantizar que se establezca el entorno iluminado correcto.

Cuando las exigencias son específicas para la solución de iluminación facilitada dentro del espacio de la aplicación, se debe realizar un diseño de la iluminación. En ese caso, los requisitos de datos al considerar un producto de iluminación en particular, deben ser impulsados por la propia aplicación, teniendo en cuenta qué información se precisa para garantizar que la solución de iluminación adoptada sea la correcta para el espacio de la aplicación. Cualquier información que no esté dirigida por las exigencias de la aplicación debe estimarse de importancia secundaria.

La Tabla 1 muestra, de acuerdo con las normas europeas, qué requisitos del producto son relevantes para cada aplicación y cuáles de ellos se pueden cumplir por completo con las prestaciones del producto y, por lo tanto, se pueden precisar en una hoja de datos del producto.

El Anexo B proporciona una descripción detallada de los requisitos de aplicación determinados en las diferentes normas de aplicación europeas (EN).

Nº	**IEC 62722-2-1**	**EN 12464-1**	**EN 12464-2**	**EN 15193**	**EN 13201-2**	**EN 13201-5**	**EN 12193**

1	Potencia de entrada			X		X	
2	Flujo luminoso	X	X		X		X
3	Eficacia de la luminaria			X		X	
4	Distribución de la intensidad luminosa	X	X		X		X
5	Temperatura de color correlacionada	X	X		X		X
6	Índice de reproducción cromática	X	X		X		X
7	Temperatura ambiente	Este valor no es requerido directamente por los estándares, pero el valor es fundamentalmente necesario para una operación correcta y comparable en la aplicación de iluminación.					
8	Mediana de vida útil (depreciación)	X	X	X	X		X
9	Valor de fallo repentino	X	X		X		X

Tabla 1 - Datos del producto directamente vinculados a los estándares de aplicación de iluminación.

Nota: La mediana es el valor central de un conjunto de datos cuando éstos se ordenan de menor a mayor. Cuando el número de datos es par se calcula el promedio de los datos centrales.

Resultan clave para los estándares las normas siguientes:

IEC 62722-2-1: 2016 - Rendimiento de la luminaria: requisitos particulares para luminarias LED.

EN 12464-1: 2011 - Luz e iluminación: iluminación de los lugares de trabajo Parte 1: lugares de trabajo en interiores.

EN 12464-2: 2014 - Luz e iluminación: iluminación de lugares de trabajo Parte 2: lugares de trabajo al aire libre.

EN 15193: 2007 - Rendimiento energético de los edificios: requisitos energéticos para la iluminación.

EN 13201-2: 2015 - Iluminación vial Parte 2: requisitos de rendimiento

EN 13201-5: 2016 - Iluminación vial Parte 5: Indicadores de rendimiento energético

EN 12193: 2007 - Luz e iluminación: iluminación deportiva

3. <u>Consideraciones sobre la vida útil.</u>

Descripción general.

Hay dos valores de rendimiento de vida útiles relevantes que se deben considerar relacionados, en primer lugar, con el supuesto de la disminución de la salida de flujo luminoso de forma "gradual" y, en segundo término con la premisa de la degradación “repentina” de una luminaria LED.

El descenso “gradual” de la salida del flujo luminoso se vincula con el sostenimiento de la emisión luminosa de la fuente de luz en una luminaria LED. Describe qué cantidad de la salida de flujo luminoso inicial de las fuentes de luz en la luminaria, está disponible después de un cierto período de tiempo. La depreciación de la salida del flujo luminoso puede ser una combinación de LEDs individuales que proporcionan menos luz y LEDs individuales que no suministran luz alguna.

Nota: Actualmente no hay estándares utilizables para la evaluación de la degradación de elementos ópticos adicionales.

La degradación “repentina” de la salida del flujo luminoso describe <u>la situación en la que la luminaria LED ya no proporciona ninguna luz</u> porque el sistema (o

un componente crítico del mismo) ha fallado. Por tanto, la degradación "repentina" supone un fallo total de la luminaria LED.

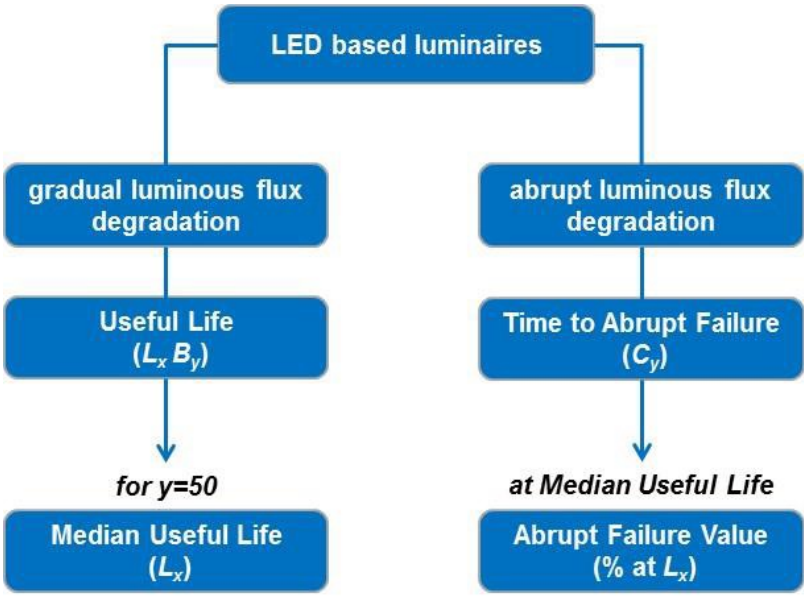

Fig 2 - Métrica de vida útil de IEC.

La disminución "gradual" de la salida del flujo luminoso y la degradación "repentina" se han descrito en la métrica de vida útil IEC para luminarias LED. IEC sugiere aplicar un conjunto estándar de cantidades para la comunicación al mercado: "Mediana de Vida Útil" ('Median Useful Life)' y el asociado "Valor de Fallo Repentino" ('Abrupt Failure Value').

Como la *"mediana de vida útil"* de las luminarias LED puede ser muy elevada, es importante comprender que los valores relativos a la vida útil son predicciones en lugar de mediciones. Para los fabricantes, no es posible medir los valores de vida útiles con, por ejemplo 50.000 h, antes de lanzar nuevos productos. En cambio, los fabricantes utilizan períodos de evaluación más cortos y extrapolan los resultados para llegar a las predicciones que declaran.

Nota: Los métodos para evaluaciones aceleradas de vida útil para productos basados en LED no están actualmente disponibles.

Los estándares de prestaciones de IEC en la actualidad describen métricas de vida útil para productos LED, pero no cómo medir / calcular el parámetro de las mediciones de vida útil. **Como consecuencia, la calidad de las predicciones de vida útil varía**

enormemente y existe un riesgo significativo de comparación desigual de un producto a otro *(de manzana a pera)*.

Los fabricantes de buena reputación calcularán la *Mediana de Vida Útil y el Valor de Fallo Repentino Asociado*, basado, tanto en los datos de diseño histórico, como en el conocimiento, las pruebas de nivel de componentes y el planteamiento térmico.

Los datos de vida útil normalmente se establecen junto con una temperatura ambiente específica (tq), el número de horas de encendido y los ciclos de conmutación asociados.

3.1 Descenso gradual de la salida de luz – Mediana de vida útil.

El descenso gradual de la salida de luz de un conjunto de luminarias LED en un determinado momento se denomina vida útil y se expresa, en general, como **LxBy**. El conjunto incluye actuar sobre luminarias LED solamente, ya que los productos no operativos están excluidos.

La vida útil expresa las horas a las que un determinado porcentaje de luminarias LED (y) no puede cumplir con el factor de sostenimiento (x) del flujo luminoso (lumen), ya que la salida de luz es inferior al referido factor de conservación del flujo luminoso requerido (x), llamado flujo degradado porque producen menos luz, pero aún funcionan.

Es decir, el **Lx** *indica el porcentaje de flujo luminoso inicial que permanece al cabo de un determinado periodo de tiempo transcurrido*. Por ejemplo, el valor **L90** representa que el flujo luminoso ha caído gradualmente al 90% del flujo inicial después de un determinado periodo de horas de funcionamiento (verbigracia 37.000 horas).

El valor **By** define el porcentaje de luminarias LED que no logran alcanzar el valor **Lx** especificado. Siguiendo el mismo ejemplo **B10** significa que el 10% del número de luminarias LED no ha alcanzado el valor **L90** (90% del flujo inicial), después de un determinado número de horas de funcionamiento (en este caso 37.000 horas), o lo que es lo mismo que en el 90% de luminarias LED el flujo luminoso será el 90% del flujo inicial.

Para comparar inequívocamente los datos de vida útil suministrados por los fabricantes, IEC introdujo el concepto de Mediana de Vida Útil (Median Useful Life (Lx)). La Mediana de Vida Útil es el momento en el que el 50% (B50) de un conjunto de luminarias LED disminuyen en el flujo luminoso emitido. La Mediana de Vida Útil generalmente se expresa como Lx sin la notificación B50.

Ejemplo: Mediana de Vida Útil L90 se entiende que, transcurridas las horas señaladas, al menos el 50% (B50) del conjunto de luminarias LED del mismo tipo, no alcanza el 90% (L90) de su flujo luminoso inicial, pero siguen funcionando.

Además del valor de luminarias (B50), en el mercado existe una demanda aparente de productos B10 o incluso B0. Aunque By es una característica de porcentaje definida, la norma IEC 62722-2-1 no incluye ninguna explicación técnica sobre cómo se debe verificar o aplicar este parámetro.

A mayor abundamiento, las normas de diseño de aplicaciones de iluminación no ofrecen ninguna guía sobre cómo se debe tener en cuenta un factor By. Se necesita una evaluación técnica más cercana sobre lo que realmente significa.

Se puede esperar que alrededor de una distribución de productos haya una proporción por encima y otra por debajo del valor de prestación nominal. El siguiente gráfico muestra un ejemplo típico de la distribución normal para un producto con clasificación **L90**, que ilustra la diferencia típica de un valor **B10 ó B50**.

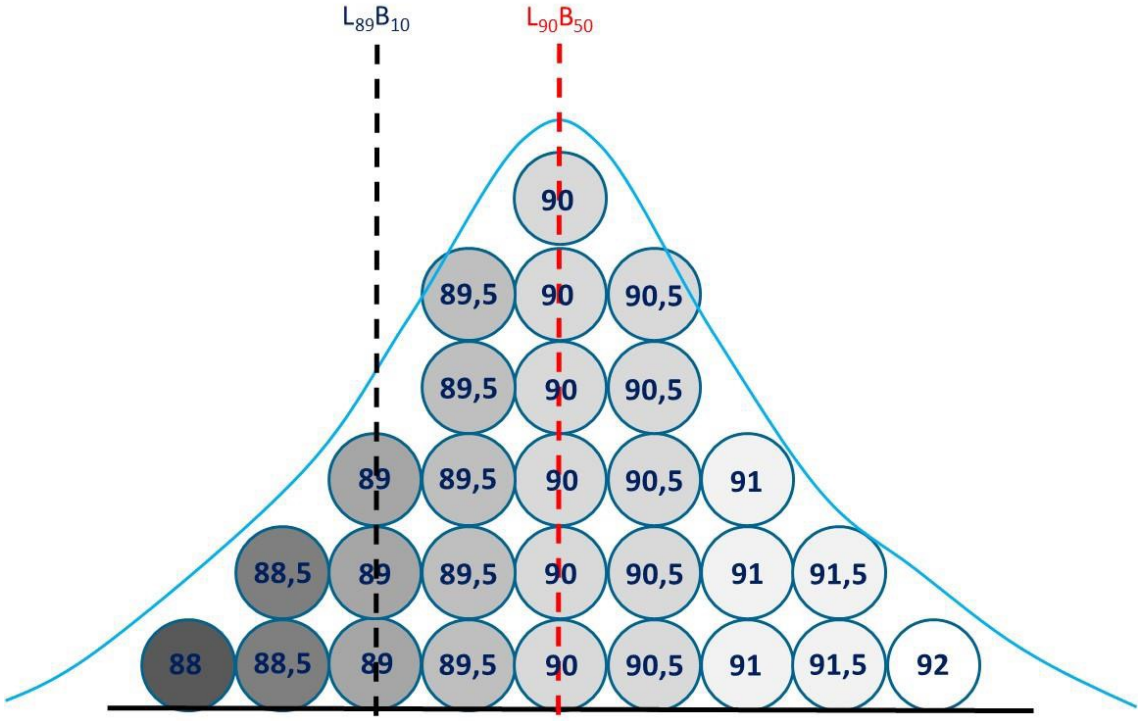

Fig 3 - Ejemplo de distribución normal para un producto con clasificación L90.

El análisis detallado en ANFALUM / LIGHTINGEUROPE de los datos de productos de luminarias LED de varios fabricantes muestra que, al proyectar la vida útil de la instalación hasta 100.000 horas, la diferencia en la disminución del flujo entre B10 y B50 es de aproximadamente un 1%.

Para el ejemplo referido, L90 a 100.000 horas, esto significa que un flujo luminoso inicial de 10.000 lúmenes será de 9.000 lúmenes (el 90% de 10000 lm) en el caso de B50. Si la misma luminaria está clasificada como B10, el valor correspondiente sería 8910 lúmenes (véase figura 3). Teniendo en cuenta que los datos de salida de la luz nominal de los LED y las fuentes de luz tradicionales están sujetos a una tolerancia típica del 10%, esta diferencia práctica de 90 lúmenes puede considerarse despreciable.

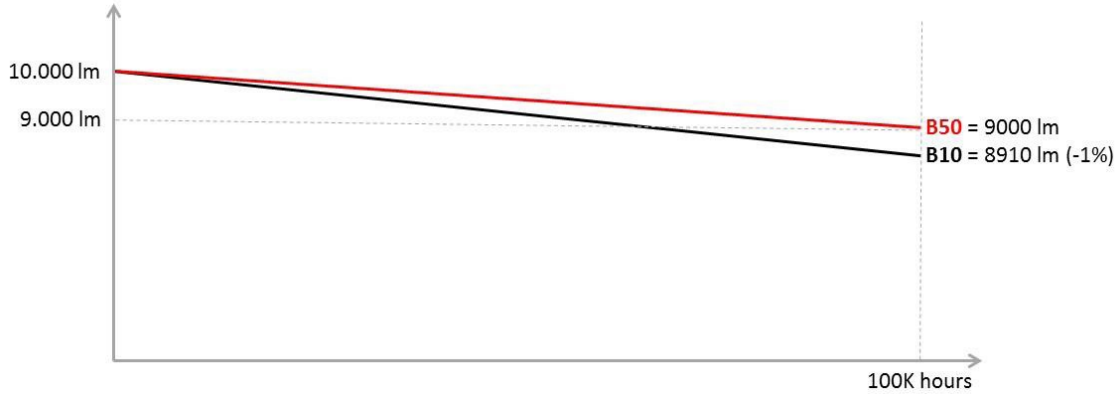

Fig 4 - Análisis de datos del producto de un ejemplo de una luminaria LED.

Dado que **B10 y B50** están muy juntos (véase figura 4), el margen debido a la disminución del flujo luminoso es bajo por lo que el valor medio (B50) representa con suficiente precisión el comportamiento de depreciación de la luz de una cantidad de luminarias LED en la vida proyectada (en este ejemplo 100.000 horas). ***El proceso de medición para B50 está estandarizado y es más aceptado que cualquier otro. Por lo tanto, por razones de precisión y consistencia entre los fabricantes, el uso de cualquier otro By no puede recomendarse sobre el uso de B50.***

Esto indica que para los valores comúnmente utilizados L70, L80 ó L90, el factor By no es tan significativo como pueden hacer pensar (o promover) algunos fabricantes y usuarios. En consecuencia, ANFALUM / LIGHTINGEUROPE ve pocos beneficios en la promoción continua de By como un factor importante para hacer comparaciones entre uno y otro producto LED. **Por lo tanto, ANFALUM / LIGHTINGEUROPE recomienda promocionar solo la *"mediana de vida útil"* generalmente expresada como Lx sin la notificación B50.**

Estadísticamente, el valor de la mediana (B50) representa con suficiente grado de precisión el comportamiento de la depreciación del flujo luminoso de un conjunto de luminarias LED a la duración proyectada. Por lo tanto, ANFALUM / LIGHTINGEUROPE recomiendan promocionar y expresar la *"Mediana de Vida Útil"* (Median Useful Life) como Lx, sin la notificación B50.

3.2 Degradación repentina de la salida de luz - Tiempo de fallo repentino y su valor.

Un parámetro importante que se debe considerar con la larga vida esperada del LED, es la fiabilidad del sistema. Una luminaria LED durará tanto como subsista el componente utilizado con la vida más corta. Hay varios componentes críticos de una luminaria LED que influyen en la fiabilidad del sistema como, por ejemplo, la fuente de alimentación eléctrica o driver.

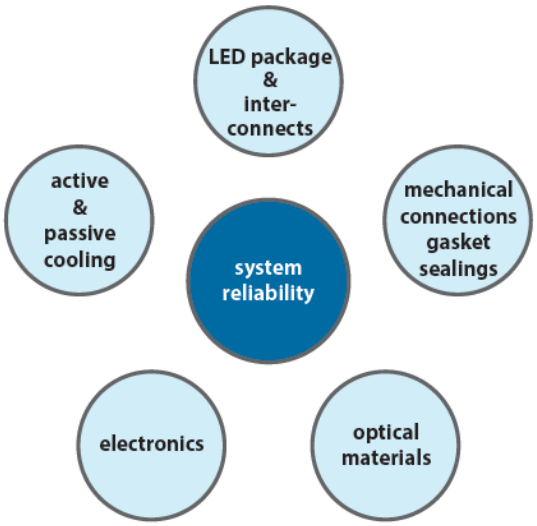

Fig 5 - Componentes principales de una luminaria LED.

La degeneración del material óptico puede causar una reducción del flujo luminoso en lugar de una degradación repentina. El fallo de uno de los componentes principales restantes, por ejemplo, el driver generalmente conduce al fracaso completo de la luminaria LED. Esto no se tiene en cuenta cuando se indica la ***"Mediana de Vida Útil"*** asignada.

Por esa razón, los fallos repentinos deben considerarse por separado para que puedan estimarse cuando llegue el momento de actuación de la ingeniería y planificación de la iluminación. Esta es la razón por la que la métrica de vida útil de IEC también determina el tiempo de fallo repentino, que asimismo contempla las

modalidades de fallo de los componentes principales (drivers, dispersadores de calor, ópticas, etc.) en el diseño de la luminaria LED.

La repentina degradación de la salida de luz de un conjunto de luminarias LED en un determinado momento, se denomina ***"Tiempo de Fallo Repentino"*** y se expresa en general como Cy. **El Tiempo de Fallo Repentino (Time to Abrupt Failure) expresa el tiempo en el que un porcentaje determinado (y) de luminarias LED ha fallado súbitamente.**

Para facilitar la fácil evaluación de los datos de prestaciones de los fabricantes, IEC introdujo el ***"Valor de Fallo Repentino"*** (AFR) de un conjunto de luminarias LED. El Tiempo de Fallo Repentino (Abrupt Failure Value) es el porcentaje de luminarias LED que no funcionan en la Mediana de Vida Útil (Median Useful Life) (Lx).

Ejemplo: El valor de Fallo Repentino del 10% representa que el 10% del conjunto de luminarias LED que funcionaban inicialmente, ya no generan ningún flujo luminoso en la Mediana de Vida Útil (Median Useful Life).

> Los estándares actuales de IEC no describen completamente qué modos de fallo de los componentes principales LED se deben incluir en los cálculos del ***"Valor de Fallo Repentino"*** (AFR). Dado que la mayoría de fallos súbitos en la práctica ocurren en relación con el dispositivo de alimentación y control del LED (driver), ANFALUM / LIGHTINGEUROPE recomiendan especificar la tasa de fallo esperada del dispositivo de control y alimentación (driver) concretando el número de horas para la Mediana de Vida Útil de la luminaria LED.

3.3 Por qué la vida útil no siempre es un factor crítico.

En cuanto a la práctica común, los datos de vida útil de las luminarias LED parecen ser una carrera por el mayor número de horas que pertenecen a la *"Mediana de Vida Útil"* (Median Useful Life) L80B50.

Hay que ser conscientes que en el mercado profesional, los requisitos son específicos para la solución de la iluminación dentro de la aplicación, por lo que se debe efectuar un diseño de la iluminación.

Como entrada para el diseño de la iluminación frecuentemente se facilita la vida media de la instalación, por lo que cabría argumentar que el mayor número de horas no resulta un discriminador relevante al seleccionar una luminaria LED.

ANFALUM / LIGHTINGEUROPE creen que esto justifica la pregunta: **¿cuál es el mejor valor recomendado para comparar la vida útil de las luminarias LED?**

> *1. Establecimiento de la (x) de depreciación del flujo luminoso (lumen) de la Mediana de Vida Útil (Median Useful Life) Lx como valor de comparación para diferentes luminarias. En este caso, el "tiempo" no es fijo y puede tener una variación según el tipo de luminaria LED.*
>
> *2. Fijación del valor "tiempo" de la Mediana de Vida Útil (Median Useful Life) Lx como valor de comparación para diferentes luminarias. En este caso, la (x) de Lx de depreciación del flujo luminoso (lumen) no es fija y puede tener una variación de acuerdo con el tipo de luminaria.*

Para investigar la importancia, se ha calculado la vida media de la instalación para diferentes aplicaciones de iluminación interior y alumbrado exterior, en función de las horas de funcionamiento anuales, así como del tiempo promedio de renovación de un producto LED en una aplicación específica.

También hay que considerar de que estos valores pueden no ser realistas en todas las situaciones (por ejemplo, en el caso del uso de controles de iluminación automáticos o aplicaciones que requieren iluminación las 24 horas, los 7 días de la semana).

Indoor applications	Default annual operating hours (EN15193)	Average time to refurbishment	Average installation life
	t_o	years	hours
Offices	2500	20	50.000
Education	2000	25	50.000
Hospitals	5000	10	50.000
Hotels	5000	10	50.000
Restaurants	2500	10	25.000
Sports	4000	25	100.000
Retail	5000	10	50.000
Manufacturing	4000	25	100.000

Tabla 2 - Posibles ejemplos de vida media de la instalación para diferentes aplicaciones de iluminación interior.

Outdoor applications	Default annual operating hours (EN13201-5)	Average time to refurbishment	Average installation life
	t_o	years	hours
Street	4000	25	100.000
Tunnel (entrance)	4000	25	100.000
Tunnel (interior)	8760	12	100.000
Sport (recreational)	1250	20	25.000
Area	4000	25	100.000

Tabla 3 - Posibles ejemplos de vida media de la instalación para diferentes aplicaciones de alumbrado exterior.

Se puede concluir que para los productos utilizados en la mayoría de las aplicaciones en iluminación interior, la vida promedio de la instalación no excederá las 50.000 horas. Para productos utilizados en la mayoría de las aplicaciones al aire libre (alumbrado exterior), la vida promedio de la instalación no excederá las 100.000 horas.

ANFALUM y LIGHTINGEUROPE creen que el "número de horas" no debe ser un elemento discriminador dominante al seleccionar luminarias LED para aplicaciones profesionales. Para el diseño de iluminación, el flujo luminoso conservado en la vida media de la instalación para una aplicación específica, es mucho más relevante y puede respaldar el ahorro de energía mediante la reducción del exceso de diseño para compensar las pérdidas durante la vida útil.

ANFALUM / LIGHTINGEUROPE recomiendan no declarar o establecer reclamaciones sobre vida útil que excedan de 100.000 horas, a no ser que se requiera claramente para una aplicación determinada y siempre verificado mediante un apropiado test de periodo de vida.

Para permitir la comparación adecuada de un producto y otro *("manzana a manzana")*, ANFALUM / LIGHTINGEUROPE recomiendan fijar el valor del parámetro del "tiempo" para la Mediana de Vida Útil a 35k, 50k, 75k y/ó 100k, así como expresar la (x) de Lx de depreciación del flujo luminoso (lumen) para los valores de tiempo relacionados con las aplicaciones donde el producto puede ser utilizado.

3.4 Fundamentos sobre factores de mantenimiento en diferentes aplicaciones.

Con los LED convirtiéndose rápidamente en el nuevo estándar en diseño de la iluminación (funcional) para instalaciones interiores y exteriores, ha surgido la necesidad de proporcionar más claridad sobre cómo los métodos de la CIE de determinación del factor de mantenimiento (f_m) existentes se pueden aplicar a esta tecnología.

Se necesita una aclaración en lo relativo al factor de mantenimiento (fm) para evitar situaciones inseguras e incómodas durante la vida útil de la instalación. Los informes técnicos actuales de la CIE que describen la metodología de determinación del factor de mantenimiento (f_m) contienen explicaciones precisas con respecto a las luminarias y fuentes de luz convencionales, pero carecen de detalles para acomodar diseños de iluminación basados en luminarias LED. Sin embargo, el núcleo de la metodología CIE, que se basa en los mismos principios tanto para iluminación interior como para alumbrado exterior, sigue siendo necesaria.

ISO / TC 274 está actualmente desarrollando una Especificación Técnica que proporcionará una forma estandarizada de trabajo para establecer el factor de mantenimiento (fm), tanto para instalaciones interiores como exteriores, utilizando la metodología descrita en CIE 154: 2003 y CIE 97: 2005. Los conocimientos de los estándares de rendimiento de productos publicados recientemente, como IEC 62722-2-1, se combinarán con la metodología de determinación existente en los informes técnicos de CIE.

Al utilizar la metodología general de determinación del factor de mantenimiento (f_m) y el contenido sobre el impacto del medio ambiente en las luminarias LED, en combinación con las métricas de las prestaciones del producto, se puede establecer una forma sólida de trabajar.

Esto permitirá fijar el factor de mantenimiento de las instalaciones, incluidas las últimas tecnologías de fuentes de luz, lo que creará un campo de juego nivelado con respecto a la comparación de los diseños de iluminación en el mercado, deparará claridad a todas las partes involucradas (desde los usuarios finales hasta los encargados de formular políticas) y garantizará la seguridad y la comodidad durante la vida útil de la instalación.

4. Recomendaciones de ANFALUM / LIGHTINGEUROPE.

ANFALUM / LIGHTINGEUROPE recomiendan a los fabricantes de luminarias LED que publiquen información comparable del producto con el criterio de *"manzana a manzana"*, siguiendo los parámetros indicados en el epígrafe 4.1 y según se describe en IEC 62722-2-1.

4.1 Datos de las prestaciones iniciales recomendadas que se proporcionarán.

1. *Potencia de entrada (P en W).*
2. *Flujo luminoso (Φ en lm).*
3. *Eficacia luminosa (η en lm / W).*
4. *Distribución de intensidad luminosa (en cd o cd / klm).*
5. *Temperatura de color correlacionada (Tcp en K).*
6. *Índice de reproducción cromática (CRI).*
7. *Temperatura ambiente (tq) relacionada con el rendimiento de la luminaria (en ˚C).*

4.2 Datos prácticos de vida útil aconsejados que se facilitarán.

1. Factor de sostenimiento del flujo luminoso (x) en% en la mediana de la vida útil asociada Lx (en horas) (ver epígrafe 3.1).
2. Valor de fallo repentino (en%) con la misma mediana de vida útil asociada Lx (en horas) (ver epígrafe 3.2).

Se deben introducir grupos de factores de conservación del flujo luminoso en lúmenes para permitir la comparación inicial del producto. También se pueden publicar valores separados del factor de sostenimiento del flujo luminoso en lúmenes, específico para la entrada a los diseños de iluminación.

Grupos de factores de mantenimiento del flujo luminoso en lumenes						
Valor del grupo	≥70	≥75	≥80	≥85	≥90	≥95

Rango del grupo	70-74	75-79	80-84	85-89	90-94	95-100

Tabla 4 - Grupos de factores de conservación del flujo luminoso.

Apoyado por los miembros de LIGHTINGEUROPE se publicarán:

1. Conjunto de datos de prestaciones iniciales como se detalla en epígrafe 4.1;

2. El factor de conservación del flujo luminoso (x) en % a valores de la mediana de vida útil (Lx) de 35k, 50k, 75k y / o 100k horas, relacionado con las aplicaciones donde el producto puede ser utilizado;

3. La *"tasa de fallo del equipo de alimentación y control (driver)"*esperada en el mismo número de horas, especificado en la mediana de vida útil.

Nota:

Los datos y la información presentados en esta guía no deben tomarse como una base de condiciones de garantía que, en todo caso, son responsabilidad de los fabricantes de los productos.

Anexo A: Términos, definiciones y referencias

Término	Definición	Referencias estándar
Potencia de entrada clasificada (en W)	**potencia de entrada** **P** energía eléctrica consumida por la luminaria LED, incluida la operación de todos los componentes eléctricos necesarios para su funcionamiento Unidad: W **valor nominal** valor cuantitativo para una característica de un producto	**IEC 62722-1: 2014-09;** **IEC 62722-2-1: 2014-11:** Las disposiciones de la Cláusula 7 de la norma IEC 62717 se aplican a la luminaria LED. **IEC 62717: 2014-12 - Estándar de prestaciones para módulos LED:** La potencia inicial consumida por cada módulo LED individual en la muestra medida, no debe exceder la potencia nominal en más del 10%.

	para condiciones operativas específicas recogidas en esta norma, o en normas aplicables, o asignadas por el fabricante o proveedor responsable *Fuente: IEC 62722-1: 2014*	
Flujo luminoso nominal (en lm)	flujo luminoso Φ_V, Φ cantidad derivada del flujo radiante, Φe, mediante la evaluación de la radiación de acuerdo con su acción sobre el observador fotométrico estándar CIE Unidad: lm NOTA 1 Para la visión fotópica $\Phi_v = K_m \int_0^\infty \frac{d\Phi_e(\lambda)}{d\lambda} V(\lambda)\, d\lambda$ Dónde $\frac{d\Phi_e(\lambda)}{d\lambda}$ es la distribución espectral del flujo radiante y V (λ) es la eficiencia luminosa espectral. NOTA 2 Para los valores de Km (visión fotópica) y K'm (visión escotópica), consulte la norma IEC 60050-845, 845-01-56. NOTA 3 El flujo luminoso de los LED se expresa generalmente en grupos en los que se ordenan.	**IEC 62722-1: 2014-09;** **IEC 62722-2-1: 2014-11:** Las disposiciones de 8.1 de la norma IEC 62717 se aplican a la luminaria LED. Además, las disposiciones de la Cláusula A.1, párrafo 2 de la norma IEC 62722-2-1 se aplican cuando el fabricante recomienda una temperatura ambiente nominal relacionada con el rendimiento que no sea de 25 ° C. **IEC 62717: 2014-12 - Estándar de rendimiento para módulos LED:** El flujo luminoso inicial de cada módulo LED individual en la muestra medida no debe ser inferior al flujo luminoso nominal en más del 10%.

	Fuente: IEC 62504	
Eficacia de la luminaria LED (en lm / W)	**Eficacia de la luminaria** **η_v, η** relación entre el flujo luminoso total de las luminarias LED y su potencia de entrada nominal a tensiones de alimentación nominales, excluyendo cualquier carga de la iluminación de emergencia NOTA 1 La eficacia de la luminaria se expresa en lumen por vatio. Unidad: lm .W^{-1} *Fuente: IEC 62722-1: 2014*	**IEC 62722-1: 2014-09;** **IEC 62722-2-1: 2014-11:** Las disposiciones de la Cláusula 8.1 de la norma IEC 62717 se aplican a la luminaria LED. **IEC 62717: 2014-12 - Estándar de rendimiento para módulos LED:** La eficacia del módulo LED (luminaria) se calculará a partir del flujo luminoso inicial medido del módulo LED individual (luminaria) dividido por la potencia de entrada inicial medida del mismo módulo LED individual (luminaria). Para la medición del flujo luminoso, ver el Anexo A.3.2.

Término	**Definición**	**Referencias estándar**
Distribución de intensidad luminosa	**intensidad luminosa** (de una fuente, en una dirección dada) I_V; I cociente del flujo luminoso $d\Phi_V$ que sale de la fuente y se propaga en el elemento de ángulo sólido $d\Omega$ que contiene la dirección dada, por el elemento de ángulo sólido $I_V = d\Phi_V / d\Omega$ Unidad: cd = lm. sr^{-1} NOTA 1 La definición tiene estrictamente solo un punto de origen. NOTA 2 La intensidad luminosa del LED se expresa	**IEC 62722-1: 2014-09;** **IEC 62722-2-1: 2014-11:** Las disposiciones de la Cláusula 8.2.3 de la norma IEC 62717 se aplica a la luminaria LED. **IEC 62717: 2014-12 - Estándar de rendimiento para módulos LED:** La distribución de la intensidad luminosa debe estar de acuerdo con lo declarado por el fabricante. La medición se realiza de conformidad con A.3.3.

	según el procedimiento de medición CIE 127: 2007. [IEC 60050-845: 1987, 845-01-31] y [CIE S 017 / E: 2011 ILV, 17-739 modificado] *Fuente: IEC 62504: 2014*	
Temperatura de color correlacionada (CCT en K)	**temperatura de color correlacionada** **Tcp** temperatura del radiador de Planck que tiene la cromaticidad más cercana a la cromaticidad asociada con la distribución espectral dada en un diagrama (donde se basa el observador estándar CIE 1931) $u', \frac{2}{3}v'$ se representan las coordenadas del locus de Planck y el estímulo de prueba Unidad: K NOTA 1 El concepto de temperatura de color correlacionada no debe utilizarse si la cromaticidad de la fuente de prueba difiere más de $\Delta C = \left[(u'_t - u'_p)^2 + \frac{4}{9}(v'_t - v'_p)^2 \right]^{1/2} = 5\times10^{-2}$ del radiador de Planck, donde u'_t, v'_t se refiere a la fuente de prueba, u'_p, v'_p al radiador de Planck. NOTA 2 La temperatura de color correlacionada puede	**IEC 62722-1: 2014-09;** **IEC 62722-2-1: 2014-11:** Las disposiciones de la Cláusula 9.2. dela norma IEC 62717 se aplican a la luminaria LED. **IEC 62717: 2014-12 - Estándar de prestaciones para módulos LED:** Se están considerando los valores preferidos para asegurar la intercambiabilidad. El valor de CCT de cuatro dígitos se divide entre 100 y la cifra resultante se redondea al siguiente número entero, cuando se usa el código fotométrico en el Anexo D.

	calcularse mediante un sencillo programa informático de búsqueda mínima que busca esa temperatura de Planck que proporciona la menor diferencia de cromaticidad entre la cromaticidad de prueba y el locus de Planck, oe.p. por un método recomendado por Robertson, A. R. "Cálculo de temperatura de color correlacionada y temperatura de distribución*", J. Opt. Soc. Am. 58,* 1528-1535, 1968. (Tenga en cuenta que los valores en algunas de las tablas en esta referencia no están actualizados). Abreviatura: "CCT" *Fuente: ISO 11664*	

Término	**Definición**	**Referencias estándar**
Índice de rendimiento de color nominal (CRI)	**índice de reproducción de color** **R** medida del grado en que el color psicofísico de un objeto iluminado por el iluminante de prueba se ajusta al del mismo objeto iluminado por el iluminante de referencia, teniendo en cuenta el ajuste adecuado para el estado de adaptación cromática Véase también CIE 13 *Método de medición y especificación de la representación del color de las fuentes de luz* Abreviatura: "CRI" *Fuente: CIE 13*	**IEC 62722-1: 2014-09;** **IEC 62722-2-1: 2014-11:** Las disposiciones de la Cláusula 9.3. de IEC 62717 se aplican a la luminaria LED. Cuando se disponga de datos de fiabilidad de los componentes adecuados, la duración de la prueba podrá reducirse de 6 000 a 2 000 h. **IEC 62717: 2014-12 - Estándar de rendimiento para módulos LED:** Se mide el índice de reproducción de color inicial (CRI) de un módulo LED. Se realiza una segunda medición en un tiempo operativo como se indica en 6.1. (= 6000 h / 25% de vida nominal) Conformidad: *Para todos los elementos probados en una muestra, los valores de IRC medidos no deberán haber disminuido en más de* *- 3 puntos del valor CRI calificado (ver Tabla 1) para los valores CRI iniciales y* *- 5 puntos del valor CRI calificado (ver*

		Tabla 1) para valores de CRI mantenidos.
Temperatura ambiente (tq) para una luminaria LED	**temperatura, rendimiento ambiente nominal** (temperatura de funcionamiento ambiente nominal) **tq** la temperatura ambiente más alta alrededor de la luminaria relacionada con un rendimiento nominal de la luminaria en condiciones de funcionamiento normales, tanto como lo declara el fabricante o el proveedor responsable Unidad: ° C NOTA 1 La temperatura de funcionamiento ambiente nominal se expresa en ° C. NOTA 2 Para un tiempo de vida dado, la temperatura tq es un valor fijo, no una variable. NOTA 3 Puede haber más de una temperatura tq, dependiendo de los datos de tiempo de vida, .3.4. *Fuente: IEC 62722-2-1: 2014* NOTA 4 Medición: Según EN 60598-1, Anexo D y K	**EC 62722-1: 2014-09;** **IEC 62722-2-1: 2014-11:** **General** Las disposiciones de la Subcláusula A.1 de la norma IEC 62717 se aplican a la luminaria LED. Cuando el fabricante recomiende una temperatura de funcionamiento ambiente tq diferente a 25 ° C, se deberá establecer un factor de corrección para corregir el valor del flujo luminoso medido a 25 ° C al valor del flujo luminoso en el ambiente declarado. Esto se hará usando fotometría relativa en un recinto de temperatura controlada.
Vida util **(de módulos LED y luminarias LED)**	**vida útil (de módulos LED)** **LxBy** período de tiempo hasta que un porcentaje (y) de una población de módulos de LED operativos del mismo tipo haya fallado paramétricamente para proporcionar al menos un porcentaje (x) del flujo luminoso inicial Nota 1 La vida útil incluye operar módulos LED solamente. *Fuente: 34A / 1864 / DC - planeado como una segunda enmienda a IEC 62717*	**IEC 62722-1: 2014-09;** **IEC 62722-2-1: 2014-11:** **General** Las disposiciones de 10.1 de la norma IEC 62717 se aplican a la luminaria LED. El tiempo hasta que un porcentaje (y) de un conjunto de módulos LED en funcionamiento, alcanza la disminución gradual de la salida de luz de un porcentaje (x) se denomina vida útil (o "Por vida") y se expresa en general como LxBy. La salida de luz inferior al factor de mantenimiento del flujo luminoso (x) se denomina fallo paramétrico porque el producto produce menos luz pero aún funciona. La vida "B10" es el porcentaje del conjunto de módulos LED que el 10%

		ha fallado paramétricamente. El tiempo en el que falla el 50% de los módulos LED paramétricos, la "vida B50", se denomina mediana de vida útil. La población incluye operar módulos LED solamente; los módulos no operativos están excluidos.

Término	Definición	Referencias estándar
Mediana de vida útil **(de módulos de LED y luminarias LED)**	**mediana de vida útil (de módulos LED)** **Lx** período de tiempo durante el cual el 50% (B50) de un conjunto de módulos de LED operativos del mismo tipo han fallado paramétricamente para proporcionar al menos un porcentaje (x) del flujo luminoso inicial. Nota: La mediana de vida útil incluye solo módulos LED operativos. Nota: En el lenguaje común, la expresión "vida útil de los módulos LED" si no se especifica nada al respecto se entiende como la mediana de vida útil. [FUENTE: IEC 60050-845: 1987, 845-07-61, modificado - nueva definición] *Fuente: 34A / 1864 / DC - planeado como una segunda enmienda a IEC 62717*	**IEC 62722-1: 2014-09;** **IEC 62722-2-1: 2014-11:** **General** Las disposiciones de 10.1 de la norma IEC 62717 se aplican a la luminaria LED. El tiempo hasta que un porcentaje (y) de una población de módulos de LED en funcionamiento alcanza la disminución gradual de la salida de luz de un porcentaje (x) se denomina vida útil (o "Por vida") y se expresa en general como LxBy. La salida de luz inferior al factor de mantenimiento del flujo luminoso (x) se denomina fallo paramétrico porque el producto produce menos luz pero aún funciona. La vida "B10" es el porcentaje de un conjunto de módulos LED que el 10% ha fallado paramétricamente. La edad a la que falla el 50% de los módulos LED paramétricos, la "vida B50", se denomina mediana de vida útil. La población incluye operar módulos LED solamente; los módulos no operativos están excluidos.
Fracción de fallo repentino del módulo LED y la luminaria LED	**fallo repentino** fallo de un producto LED para operar o para producir flujo luminoso NOTA 1 Para el propósito de esta norma, el producto LED es un módulo LED	**IEC 62717: 2014** **Especificación de tiempo de vida para la degradación repentina de la salida de luz:** La súbita degradación de la salida de luz de un conjunto de luminarias LED en un determinado momento, se denomina tiempo de fallo repentino y se expresa como Cy.

	NOTA 2 El término "fallo completo" se usa comúnmente para el mismo propósito. *Fuente: IEC 62717: 2014*	Las medidas de tiempo de vida recomendadas para especificar la vida del módulo LED se explican en el Anexo C de IEC 62717 y se adaptan a la luminaria LED. Para los criterios de cumplimiento, véase 10.2 de la norma.
Tiempo de fallo repentino del módulo LED y la luminaria LED	**tiempo para un fallo repentino** **Cy** período de tiempo durante el cual y% de un conjunto de módulos de LED con un funcionamiento inicial del mismo tipo no producen ningún flujo luminoso Unidad: h NOTA 1 El tiempo hasta el fallo repentino incluye solo módulos LED inoperativos. NOTA 2 CAFV = Lx. *Fuente: IEC 62717: 2014*	**IEC 62717: 2014** **Especificación de tiempo de vida para la degradación repentina de la salida de luz:** La súbita degradación de la salida de luz de un conjunto de luminarias LED en un determinado momento, se denomina tiempo de fallo repentino y se expresa como Cy. Las medidas de tiempo de vida recomendadas para especificar la vida del módulo LED se explican en el Anexo C de IEC 62717 y se adaptan a la luminaria LED. Para los criterios de cumplimiento, véase 10.2 de la norma.
Valor de fallo repentino, correspondiente a la mediana de útil de módulos LED y luminarias LED	**valor de fallo repentino** **AFV** percentil de los módulos LED que no funcionan con una mediana de vida útil, Lx Nota AFV = F (Lx) × 100%; LSF (Lx) = 1 - F (Lx) Nota Ejemplo: Dado Lx = 20 000 h y AFV = F (20 000 h) × 100% = 7% da como resultado LSF (20 000 h) = 1 - 0,07 = 0,93. *Fuente: IEC 62717: 2014*	**IEC 62717: 2014** **Especificación de tiempo de vida para la degradación repentina de la salida de luz:** La súbita degradación de la salida de luz de un conjunto de luminarias LED en un momento determinado se denomina tiempo de fallo repentino y se expresa como Cy. Las medidas de tiempo de vida recomendadas para especificar la vida del módulo LED se explican en el Anexo C de IEC 62717 y se adaptan a la luminaria LED. Para los criterios de cumplimiento, véase 10.2 de la norma.

Nota:

Para una distribución de probabilidad (F) de una variable aleatoria (α), el percentil (p) es el valor (x) de la variable para el cual se cumple:

$$F(\alpha \leq x) = p$$

Por ejemplo, la mediana de una distribución es el percentil 0,5.

Anexo B: requisitos de aplicación de las normas EN

Las tablas B1 y B2 muestran los requisitos de la aplicación tal como se determina en las normas europeas EN. Las normas nacionales específicas de cada país pueden tener requisitos adicionales, por ejemplo, el uso de la reproducción del color o la temperatura del color en aplicaciones de alumbrado vial. Además, para aplicaciones especiales de iluminación deportiva, los requisitos pueden ser establecidos por los órganos rectores del deporte.

Nota: las casillas rojas indican los requisitos referenciados, mientras que los cuadros amarillos señalan los requisitos implícitos.

Requirements linked to the product	EN 12464-1	EN 12464-2	EN 12193	EN 1837	EN 13201-2	EN 15193	EN 1838
Colour rendering (Ra)							
Colour temperature (CCT)							
Flicker / stroboscopic effects (no metric)							
Luminaire emergency lighting charging power							
Luminaire parasitic power							
Luminaire power							
Luminaire intensity							
Luminance limits for DSE							
Luminance of facade / sign							
Maintenance factor (*this by default includes lifetime*)							
Shielding angles							
Television lighting consistency index				*prEN 12193*			
Illuminance after 5s (switch to batteries)							
Illuminance after 60s (switch to batteries)							
UGR							
Upward light ratio							

Tabla B.1 - Requisitos clave relacionados con los productos

Requirements linked to the lighting design	EN 12464-1	EN 12464-2	EN 12193	EN 1837	EN 13201-2	EN 15193	EN 1838
Diversity (min/max)							
Diversity (camera, min/max)							
Edge illuminance ratio							
Flicker / stroboscopic effects (no metric)							
Glare rating (GR)							
Hemispherical illuminance							
Horizontal to vertical illuminance ratio							
Horizontal to vertical illuminance ratio (camera)							
Illuminance on the background area							
Illuminance on the immediate surroundings							
Illuminance on surfaces							
Illuminance on the task area							
Luminance (average)							
Maintenance factor (*this by default includes lifetime*)							
Mean cylindrical illuminance							
Modelling index							
Semi-cylindrical illuminance							
Threshold Increment							
UGR							
Uniformity (min/avg)							
Upward light ratio							
Vertical illuminance							
Vertical illuminance (camera)							
Vertical illuminance uniformity (min/max)							
Vertical illuminance uniformity (camera, min/max)							
Vertical illuminance on properties							

Tabla B.2 - Requisitos clave relacionados con las aplicaciones de iluminación

Anexo C: Ejemplo de flujo de datos: Datos de prestaciones de la luminaria LED.

Este ejemplo refleja los datos de prestaciones del LED que se espera que proporcionen los fabricantes de luminarias. Deben ser parte de la hoja de datos de una luminaria LED. El contenido completo y el volumen de información de una hoja de datos de una luminaria y su forma de expresarlo variarán según el "estilo de la casa" del fabricante y el tipo / aplicación de la luminaria en particular. Para permitir la comparación directa entre los fabricantes, los datos se proporcionan normalmente en función de tq = 25°C. Conjuntos de datos para otros los valores de tq se pueden facilitar (por ejemplo, para aplicaciones especiales) a discreción del fabricante.

Hoja de datos del producto xxxxxxxx 0000 xxx 01

Temperatura ambiente de la luminaria (tq)	25ºC	40ºC

Potencia de entrada	48W	48W
Flujo luminoso	6000 lm	5600 lm
Eficacia luminosa	125 lm/W	116 lm/W
Temperatura de color correlacionada (CCT)	3000 K	3000 K
Índice de reproducción cromática (CRI)	≥80	≥80
Vida útil media nominal Lx (h) y el factor de mantenimiento de la luz nominal asociado (x)	L85: 35.000 hrs L80: 50.000 hrs	L80: 35.000 hrs L75: 50.000 hrs
Valor de fallo repentino (%) en la mediana de vida útil	5% @ 35.000 hrs 10% @ 50.000 hrs	10% @ 35.000 hrs 15% @ 50.000 hrs

En todo caso, se acompañarán la matriz de intensidades y las curvas fotométricas de distribución luminosa de la luminaria LED.