

lighting guide

Guía de iluminación técnica profesional

Contents

1. ¿Qué es la luz?
2. Medir la luz
3. Flujo Luminoso e intensidad luminosa
4. Luminancia e Iluminancia
5. UGR
6. Eficiencia luminosa
7. Temperatura de color
8. CRI
9. Elipses de MacAdam
10. Fotometría
11. Flicker y efecto estroboscópico
12. IP
13. IK
14. Sistemas de Control

1. ¿Qué es la luz?

La luz es una forma de radiación electromagnética capaz de excitar la retina del ojo humano para producir una sensación visual.

La energía de radiación en forma de ondas sólo es perceptible cuando interactúa sobre un medio con una dirección determinada. Esa transferencia de energía de un cuerpo a otro es lo que denominamos radiación.

Luz visible

La luz es una forma de radiación electromagnética capaz de excitar la retina del ojo humano para producir una sensación visual. La energía de radiación en forma de ondas sólo es perceptible cuando interactúa sobre un medio con una dirección determinada. Esa transferencia de energía de un cuerpo a otro es lo que denominamos radiación.

La luz visible o espectro visible es la región del espectro electromagnético que puede ser percibida por el ojo humano y corresponde a las longitudes de onda comprendidas entre 380 y 750 nanómetros.

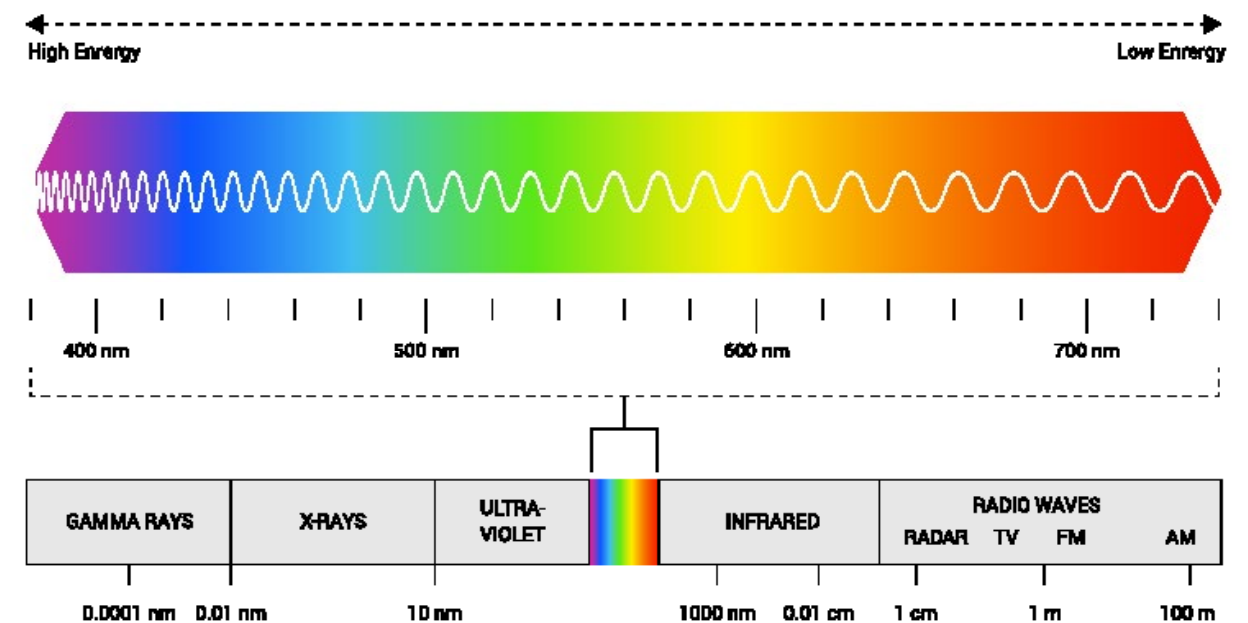
En cada extremo del espectro visible -y ya imperceptibles para el ojo humano- se encuentran las longitudes de onda correspondientes a la luz infrarroja -750 nm- y luz ultravioleta -por debajo de 400 nm-.

Luz blanca

En el año 1672, el científico Isaac Newton demostraba que la luz del Sol, la luz blanca, no era pura como hasta entonces se creía, sino que estaba compuesta por una mezcla de diferentes colores. Para ello hizo refractar la luz blanca sobre un prisma y la descompuso en los colores básicos de la franja del espectro visible.

Por tanto se entiende como luz blanca aquella que contiene todos los colores del espectro visible y que podemos ordenar de la siguiente forma:

- Rojo: 780-618 nanómetros.
- Naranja: 618-581 nanómetros.
- Amarillo: 581-570 nanómetros.
- Verde: 570-497 nanómetros.
- Cian: 497-476 nanómetros.
- Azul: 476-427 nanómetros.
- Violeta: 427-380 nanómetros.



2. Medir la luz

¿Qué es un lumen?

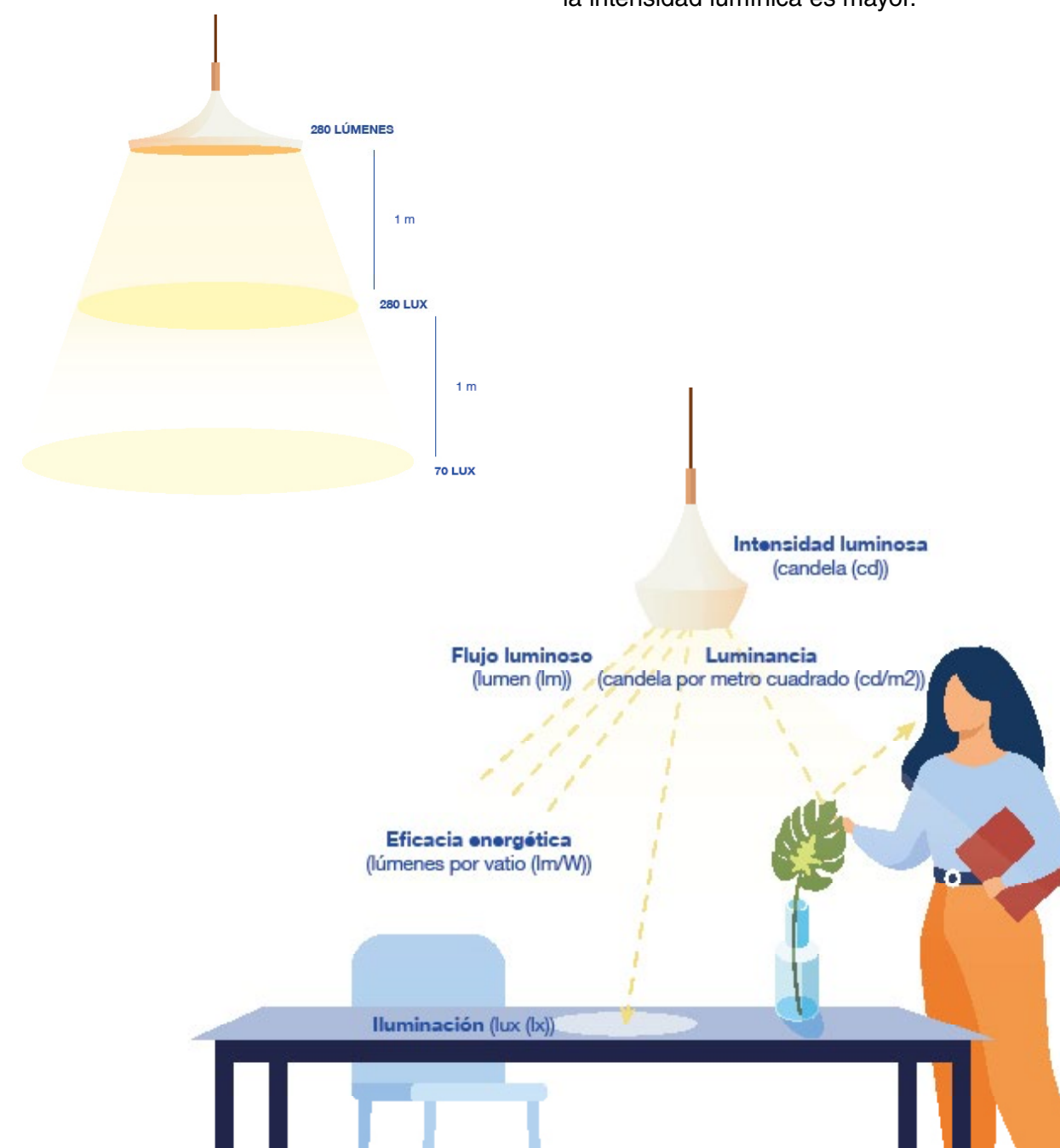
Los lúmenes miden el flujo luminoso que emite una fuente de luz. Es decir, se trata de la cantidad de luz que emite una fuente sin tener en cuenta la superficie que ilumina. Cuanto más alto sea el valor del lumen, más luz produce la fuente.

El concepto de lumen resulta esencial para medir la eficiencia luminosa, es decir, la cantidad de luz que produce una luminaria en relación con la potencia que consume (lm/W).

¿Qué es un LUX?

Los conceptos lux y lumen están estrechamente relacionados, y es que mientras los lúmenes miden la cantidad de luz emitida por una fuente, los luxes determinan esta misma cantidad de luz, pero recibida por una superficie.

Un lux equivaldría a un lumen por metro cuadrado. Esta medida nos sirve para conocer la cantidad total de luz visible y su intensidad sobre un espacio concreto, normalmente indicándose desde el centro del ángulo, donde la intensidad lumínica es mayor.

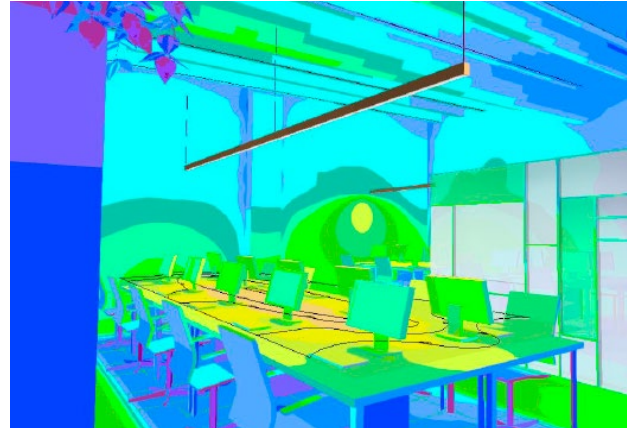


Para poder medir la luz visible necesitamos una serie de unidades de medida del Sistema Internacional: lumen, lux y candela.

¿Qué es y para qué sirve el luxómetro?

El luxómetro es una herramienta que ayuda a medir las condiciones de iluminación de un espacio interior. Tal y como indica su nombre, la unidad de medida del luxómetro es el lux.

Es decir, se trata de un dispositivo de medición que nos permite conocer cuánta luz o luminosidad hay en un ambiente determinado.



A través del sensor que hay dentro del luxómetro podemos obtener, en un punto seleccionado, el valor de la intensidad de luz. De este modo podemos saber si la luz, artificial o natural, captada por el medidor cumple o no con los valores mínimos para que su conversión sea adecuada.

Cómo usar un luxómetro

1. Colocar en la superficie a medir orientando el sensor a la fuente de luz.
2. En el lector del luxómetro deberemos colocar la escala apropiada, siempre teniendo en cuenta lo fuerte o débil que sea la luz que vayamos a medir.
3. Deberemos presionar el botón de encendido del lector y esperar a que la lectura aparezca en la pantalla; este paso requiere unos segundos..
4. Una vez aparece la lectura, el resultado se deberá multiplicar por el número de la escala que se seleccionó. Por ejemplo, si se elige una escala de 200 lux y la medida fue de 30, el valor es de $200 \times 30 = 6.000$



Diferencia entre lux y lumen

Una vez están claros los conceptos de lux y lumen, es mucho más sencillo comprender la diferencia entre ambas medidas.

La principal diferencia es que el lux mide la intensidad de la luz en una superficie concreta, mientras el lumen mide el flujo luminoso de una luminaria independientemente de la distancia a la que se coloque la fuente de luz o el espacio que ilumine.

Lumen: cantidad total de luz emitida.

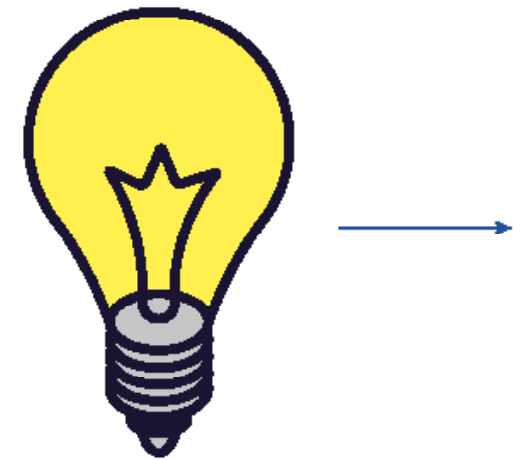
Lux: cantidad de luz que llega a una superficie.

¿Qué es una Candela?

Consiste en la unidad básica que mide la intensidad luminosa. Una candela equivale a 1 lumen por estereorradián (lm/sr). Se define como la intensidad luminosa que va en una dirección concreta, por lo que se relaciona con el ángulo de apertura hacia la luz.

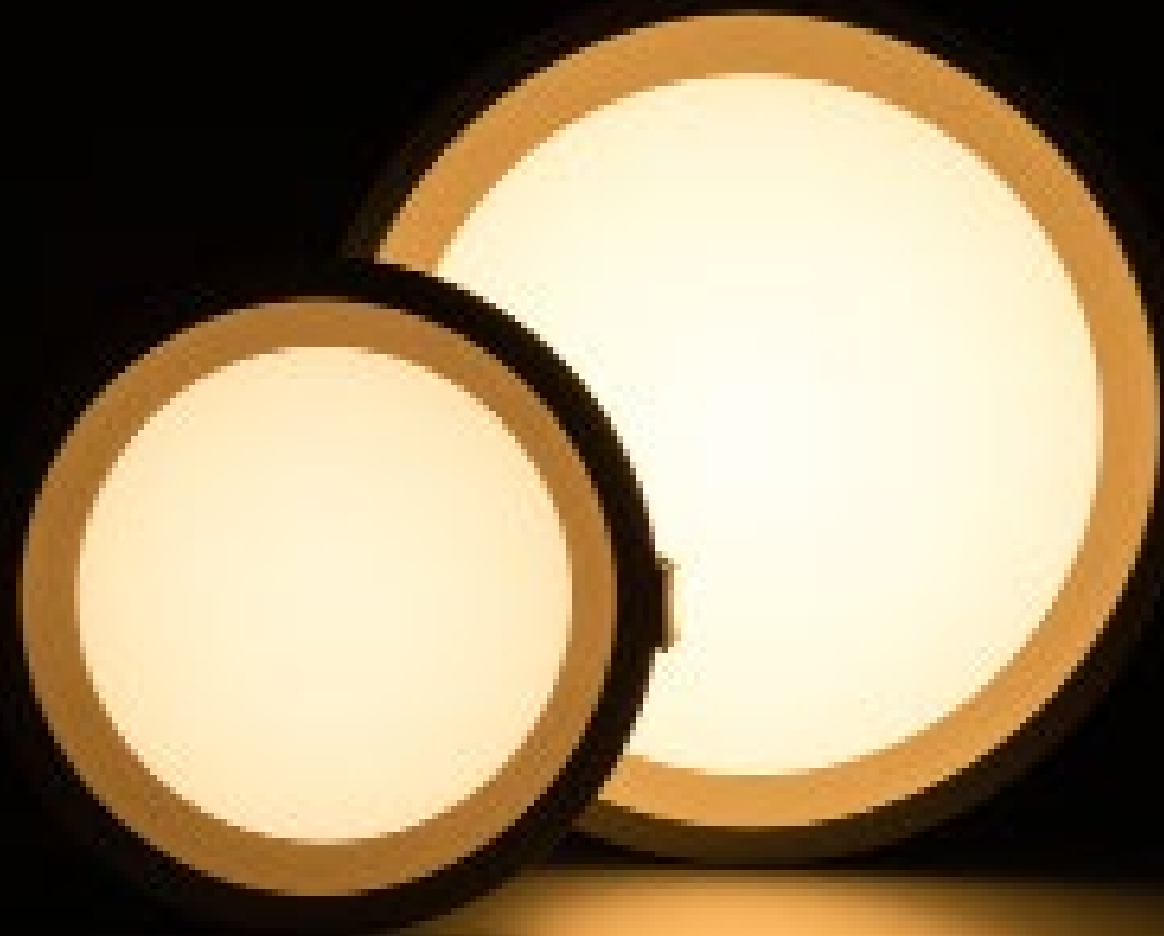


Flujo luminoso (lm)



Intensidad luminosa (cd)

3. Flujo Luminoso e intensidad luminosa



El flujo luminoso es la cantidad de luz que emite una luminaria, es la cantidad de energía que sale de la fuente de luz convertida en radiación visible y hace posible que veamos aquello que tenemos alrededor.

¿Cómo se mide el flujo luminoso?

Para poder comparar luminarias es interesante que tengamos una unidad de medición. El flujo luminoso se mide en Lúmenes (se abrevia lm) y los lúmenes nos dan la cantidad de luminosidad que genera una fuente de luz.

Comúnmente comparamos luminarias o fuentes de luz según la potencia, ¿cuántos vatios (W) tiene (consume) esta bombilla? Pero, ¿qué va a definir vuestro proyecto: la energía que consumen las luminarias proyectadas (vatios (W)) o la luz que emiten (lúmenes)? ¿Qué os parece si empezamos a hablar de lúmenes y no de vatios (W)?

¿Cómo nos ayuda conocer el flujo luminoso en un proyecto?

Conocer el flujo luminoso de las luminarias nos ayuda a predimensionar la iluminación para poder encajar la atmósfera que queremos transmitir en el espacio acabado desde tempranas fases del diseño.

¿Qué es la intensidad luminosa?

Las luminarias que instalamos en nuestros proyectos normalmente no irradian luz uniformemente en todas direcciones, las seleccionamos según cómo dirigen o distribuyen la luz en nuestro espacio en función de la atmósfera que buscamos crear.

La intensidad lumínica es el parámetro que usamos para calcular los niveles exactos de luz que inciden en cada superficie y se mide en candelas (abreviado cd). Es la medida que nos indica la cantidad de luz que emite una fuente de luz en una dirección concreta.





4. Luminancia e iluminancia

La iluminancia mide la luz que incide sobre una superficie y la luminancia mide la luz que llega desde una superficie a nuestros ojos.

La luminancia o brillo fotométrico, es la cantidad de flujo luminoso que incide, emerge o atraviesa una superficie aparente de una fuente de luz primaria o secundaria desde un ángulo sólido. Hablamos de superficie aparente, puesto que es la proyección de la superficie real sobre el plano perpendicular a la línea de visión.

Si tenemos dos fuentes luminosas por unidad de superficie aparente con la misma intensidad luminosa y una de ellas tiene menor superficie, esta nos parecerá más brillante.

¿Cómo se mide la luminancia?

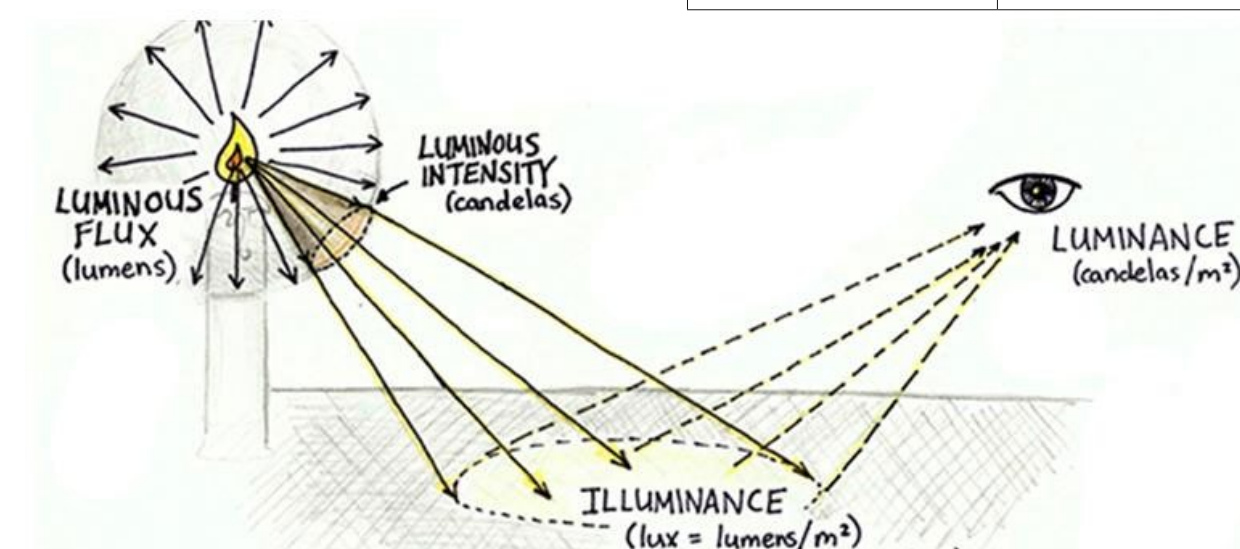
La luminancia se expresa en candelas por metro cuadrado (cd/m²). Podemos calcularla a partir de la siguiente fórmula:

$$Lv = \frac{d^2F}{dS d\Omega \cos \theta}$$

Donde:

- Lv luminancia medida en candelas por metro cuadrado.
- F es el flujo luminoso en lúmenes (lm).
- dS es el elemento de superficie considerado en metros cuadrados (m²).
- d es el elemento de ángulo sólido en estereorradianes (sr)
- s es el ángulo entre la normal de la superficie S (ns) y la dirección considerada (d).

MAGNITUD FOTOMÉTRICA	
Magnitud	Unidades
Flujo luminoso	Lumen (lm)
Iluminancia	Lux (lx)
Intensidad luminosa	Candela (cd)
Luminancia	cd/m ²



La luminancia es medible y se cuantifica usando un espectro radiómetros, un medidor de luminancia o un medidor de calor.

Hay que tener en cuenta que en función de la tarea a realizar en la superficie donde se vaya a medir se deberá emplear una apertura determinada. Para tareas de mucha precisión se utilizará un ángulo de apertura más pequeño, en cambio, si se quiere medir la luminancia media de una determinada área se utilizará un ángulo ancho.

¿Qué es la iluminancia?

La iluminancia (E) consiste en la cantidad de luz que cae sobre, o ilumina, una superficie determinada. También podemos definirla como la cantidad de lúmenes que caen sobre 1m².

La unidad de medida para cuantificar esta cantidad de luz sobre determinadas superficies y objetos es el Lux.

El Lux (lx) es la iluminancia producida por un lumen que incide sobre una superficie de 1m².

Muchas veces se utiliza otro nombre para referirse a la iluminancia, que es el de “luz incidente”. No hay que olvidar que el flujo luminoso de una bombilla siempre será constante, en cambio, la iluminancia será mayor cuanto más se acerque a la superficie sobre la que está incidiendo la luz.

¿Cómo se calcula y mide la iluminancia?

Como hemos comentado la iluminancia se expresa en Lux (lx). Podemos calcularla a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Lux} = \frac{\text{lumen}}{\text{m}^2}$$

¿Cuál es la diferencia entre luminancia e iluminancia?

A modo resumen, la iluminancia mide la luz que incide sobre una superficie y la luminancia mide la luz que llega desde una superficie a nuestros ojos.



5. UGR

El UGR o Índice de Deslumbramiento Unificado, es un valor que mide el deslumbramiento que produce la luz ante el ojo humano. Puede ser directo, cuando el deslumbramiento viene provocado directamente por una fuente de luz o indirecto, cuando es consecuencia del reflejo de la luz sobre una superficie.

No es exactamente una propiedad de cada luminaria, sino más bien un valor que depende de la ubicación que tenga una persona en un espacio.

Esto significa que este valor podría variar en espacios con características diferentes a estas.

Factores determinantes:

- La forma y el tamaño del espacio
- El grado de reflectancia o brillo de la superficie de la pared, del techo y del suelo
- El tipo de luminaria
- La distribución de las luminarias en el espacio
- La posición del observador (altura de visión)

¿Por qué es importante?

El deslumbramiento es algo que puede hacer que llevar a cabo una actividad resulte molesto e incluso imposible. Un alto grado de deslumbramiento puede hacer que debas apartar la mirada, y esto se traduce en una enorme carencia de confort visual y, por lo tanto, de comodidad en un espacio.

¿Cómo se calcula?

Se calcula con la siguiente ecuación definida por la CIE (Comisión Internacional de la Iluminación).

Esta ecuación es básicamente el logaritmo de deslumbramiento de todas las luminarias visibles, dividido por la iluminancia del entorno, L_b , donde L es la iluminancia de cada fuente de luz, w es el ángulo sólido de la fuente de luz vista desde el observador y p_n es índice de posición Guth, el cual depende de la distancia de la línea de visión del observador a cada fuente.

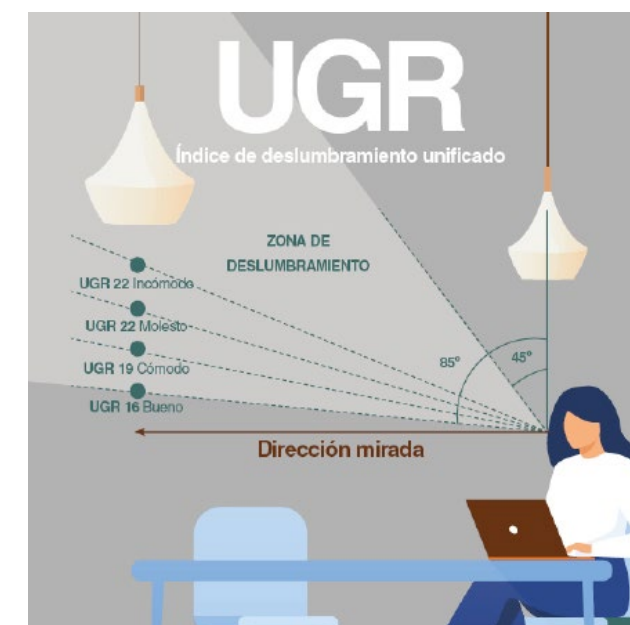
¿Cómo se puede disminuir el deslumbramiento?

Es posible reducir el deslumbramiento a través de estrategias o acciones como:

- Utilización de luminarias con ángulos de emisión de luz cerrados para evitar que la luz incida de forma directa sobre nuestro ángulo de visión.
- Aplicación de difusores prismáticos.

Normativa UGR en iluminación

La norma europea NE 12464-1 recoge todos los parámetros importantes, e indica principalmente los valores mínimos que se deben cumplir en iluminación, especialmente en zonas de trabajo, para garantizar el confort lumínico y la comodidad de las personas en estos espacios.



6. Eficacia luminosa

La eficacia luminosa establece la relación directa entre el flujo luminoso generado por una fuente de luz y la potencia eléctrica consumida. Sin embargo, la eficiencia luminosa relaciona el flujo luminoso producido por una fuente de luz y el flujo luminoso real emitido, es decir, qué cantidad de luz es capaz de producir una fuente de luz y cuánta luz emite realmente.

¿Cómo se mide la eficacia luminosa?

Al igual que existen unidades de valor definidas por la proporción entre diferentes tipos de medida, como los kilómetros por hora o las pulsaciones por segundo, la eficacia luminosa se mide a partir de la relación que existe entre el flujo luminoso emitido en forma de radiación luminosa y la potencia eléctrica consumida. Por tanto:

Eficacia (lm/W) = Flujo luminoso (lm)/Potencia consumida (W)

$$\eta = F/P = (\text{lm}/\text{W})$$

Como ejemplo, imaginemos una fuente de luz que emite 500 lúmenes con 10W de potencia. En ese caso la eficacia luminosa sería de 50 lúmenes por vatio, resultado de dividir quinientos entre diez.

Por otro lado tenemos otra bombilla de 10W y que tiene la capacidad de emitir 1000 lúmenes, en este caso su eficacia será de 100 lúmenes por vatio y por tanto mucho más conveniente que la primera, ya que tendremos más luminosidad con la misma potencia consumida.

¿Qué factores influyen en la eficiencia luminosa?

La eficiencia luminosa va más allá de esa relación entre flujo luminoso y potencia consumida. Su valor se expresa en forma de porcentaje y para establecer una valoración se tienen en cuenta los siguientes factores:

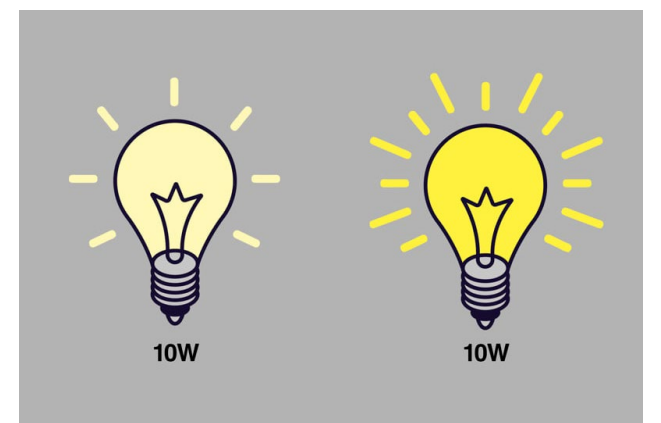
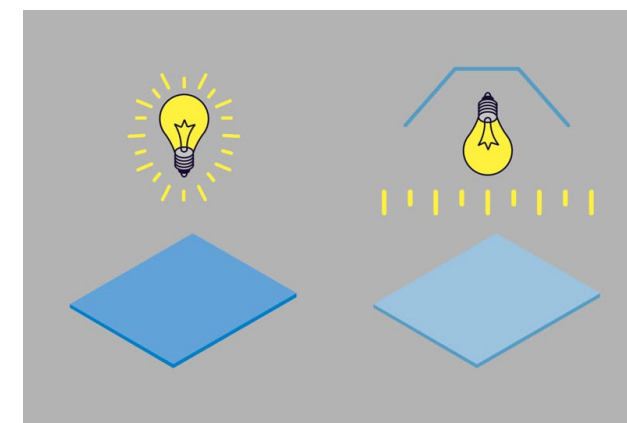
Temperatura interna del sistema: cuanto más baja sea la temperatura de funcionamiento de la fuente de luz, mejor será la eficiencia de la luminaria. Este aspecto es muy importante y viene determinado por la calidad y forma del disipador de calor así como por la ubicación y capacidad de ventilación del mismo.

Componentes ópticos: los reflectores y ópticas de una luminaria absorben y redirigen la dirección de los lúmenes emitidos. Por tanto pueden reducir la cantidad de luz final de la luminaria.

Difusores: dependiendo del material y tipo de acabado, los difusores pueden variar de forma notable el porcentaje de flujo luminoso afectando a la eficiencia global del sistema.

CRI: cuanto mayor es el índice de reproducción cromática de una luminaria menor eficiencia luminosa tendrá.

Temperatura de color: las temperaturas de color cálidas reducen la eficiencia luminosa en mayor medida que las frías. Esto es debido a que las primeras necesitan mayor cantidad de compuestos para alcanzar los grados kelvin deseados.



7. Temperatura de color

La temperatura de color es un valor que se mide en grados Kelvin (K) y determina lo que consideramos como tonos de luces cálidas y tonos de luces frías.

Normalmente, podemos distinguir entre tres tipos de temperatura de color:



Luz Cálida. 3000K o menos

Es la luz más acogedora, crea comodidad y ambientes relajados, por lo que se utiliza mucho para iluminar hogares, sobre todo dormitorios y salones, ya que crea un ambiente agradable y cercano. La luz cálida es perfecta para resaltar detalles arquitectónicos o de decoración en lugares donde el ambiente sea relajado y tranquilo.



Luz Neutra. entre 3000K y 4000K

Se trata de un tipo de luz muy usada para comercios como oficinas, aunque el tono de iluminación que da es poco acogedor. La luz neutra no distingue relieves, por lo que es la mejor opción para lugares donde la visibilidad debe ser clara o donde se pretende incentivar una actividad como la compra. Por ejemplo, en un aula de una escuela, se usa luz neutra



Luz Fría. Más de 4000K

La luz fría es aquella con tonos más azules, da una sensación mayor de luminosidad que otras y es la más utilizada para ambientes de trabajo como oficinas y clínicas (4000k) o salas especiales (5000k). Su disposición se debe estudiar detenidamente para que no produzca deslumbramientos.

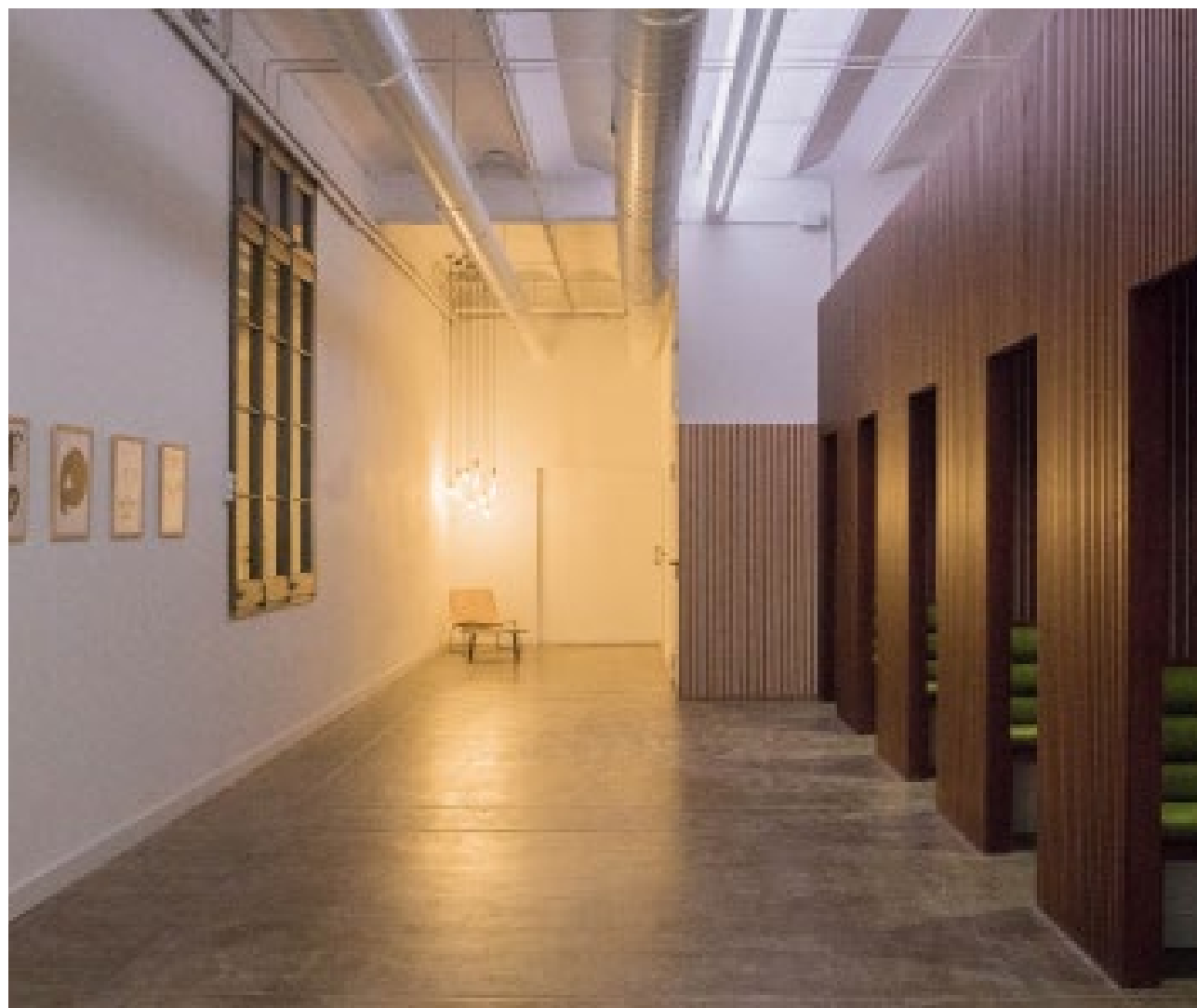
¿Cómo elegir la temperatura de color?

Para saber cómo elegir la temperatura de color, lo más importante es definir primero la función del espacio a iluminar y la actividad que se llevará a cabo en él.

Es por eso por lo que la temperatura de color variará si lo que se quiere iluminar es un local comercial, una oficina, una sala de recepción de clientes, el hall de un Hotel, etc.

Además, es importante tener en cuenta el color de las paredes, el suelo y el mobiliario, para que la combinación entre la temperatura de color y los colores del espacio produzcan las sensaciones adecuadas.

Finalmente, la temperatura de color que se utilice en un determinado espacio no tiene por qué ser siempre la misma. Habitualmente es necesario usar diferentes temperaturas en un mismo espacio para crear el ambiente perfecto.



¿Necesitas
asesoramiento
para tu proyecto?

Estudio SeQura - Interiorista: Mercè Font

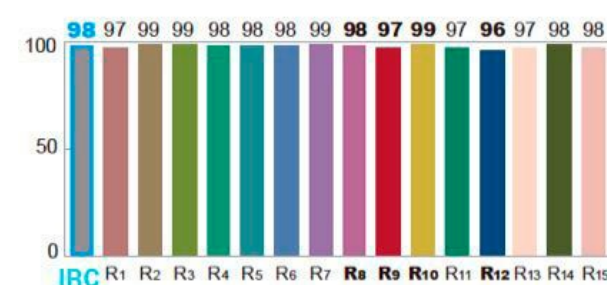
8. CRI

¿Qué es el índice de reproducción cromática? ¿Cómo se calcula?

El CRI (Color Rendering Index) o Índice de Reproducción Cromática es un valor que mide la capacidad de una fuente de luz artificial para reproducir los colores de los objetos de manera fiel, en comparación con una fuente de referencia considerada ideal (como la luz del día o una lámpara incandescente de temperatura de color similar). Su escala va de 0 a 100, donde 100 representa la reproducción cromática perfecta, es decir, los colores se ven igual que bajo la fuente de referencia. Para calcular el CRI, se utilizan ocho colores estándar (R1–R8) definidos por la Comisión Internacional de la Iluminación (CIE), y se evalúa cómo cambia su apariencia bajo la fuente de prueba frente a la de referencia, utilizando una fórmula matemática basada en el Delta E (diferencia de color percibida). A veces, se evalúan también colores adicionales (R9–R15) para aplicaciones más exigentes, como el rojo saturado (R9), fundamental en iluminación médica, retail o gastronómica. Una

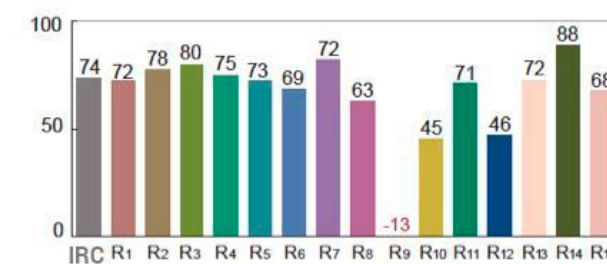
fuentes de luz con CRI ≥ 80 es considerada adecuada para la mayoría de usos generales, mientras que valores ≥ 90 son preferibles en aplicaciones profesionales donde la calidad del color es crítica. Aunque el CRI sigue siendo un estándar ampliamente utilizado, presenta limitaciones, por lo que se están introduciendo métricas más avanzadas como el TM-30-15 o el CQS para evaluar con mayor precisión la reproducción cromática.

IRC LED MUY ALTO



El Índice de Reproducción Cromática general es la medida de la serie R1 a la R8

IRC LED CONVENCIONAL



¿En qué espacios influye más el índice de reproducción cromática?

Contar con luminarias con un índice de reproducción cromática elevado puede ser de gran importancia en espacios donde los colores resultan esenciales para desarrollar una actividad, como en hospitales, quirófanos, teatros, museos, restaurantes o tiendas, por ejemplo.

Restauración

En un restaurante no solo importa el sabor de la comida que sirvan, sino también su apariencia física, ya que esto puede atraer en mayor o menor medida a clientes.

Es importante seleccionar luminarias con un índice de rendimiento cromático adecuado para que los alimentos que se muestran a los clientes reproduzcan colores vivos y naturales. Cualquier variación en la tonalidad podría hacer que la comida no parezca tan atractiva.

Retail

En este caso es importante tener en cuenta el índice de rendimiento cromático para evitar que al llegar a casa el cliente tenga la sensación de que el color del producto que adquirió es completamente diferente al que parecía en la tienda.

En estos casos, utilizar luminarias con un CRI alto será la mejor opción.

Teatros y museos

En espacios como los museos o teatros, los colores son de vital importancia para percibir cada una de las sensaciones que las obras pretenden transmitir, y esto puede variar en gran medida si el índice de rendimiento cromático de las luminarias es bajo.



Detail Studio



¿Necesitas
asesoramiento
para tu proyecto?

Studio BMK - Fotografía: Bendito Juan

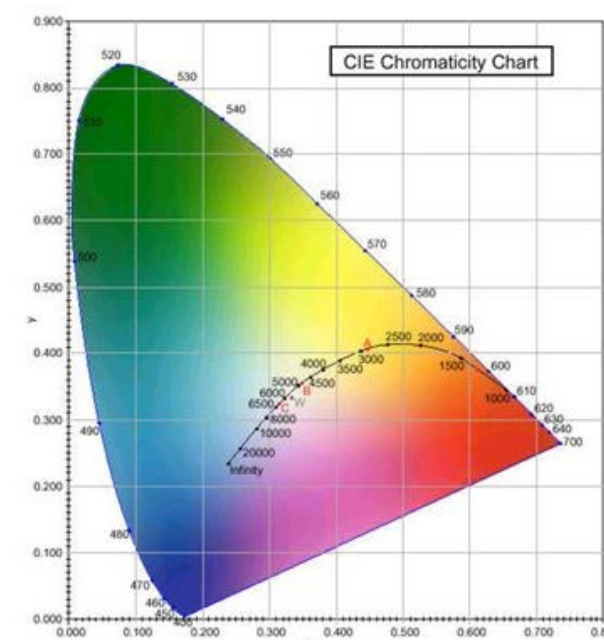
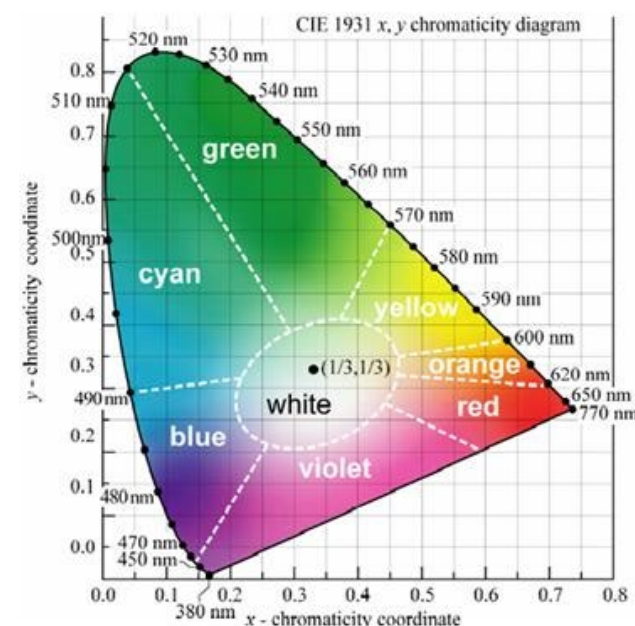
9. Elipses de MacAdam

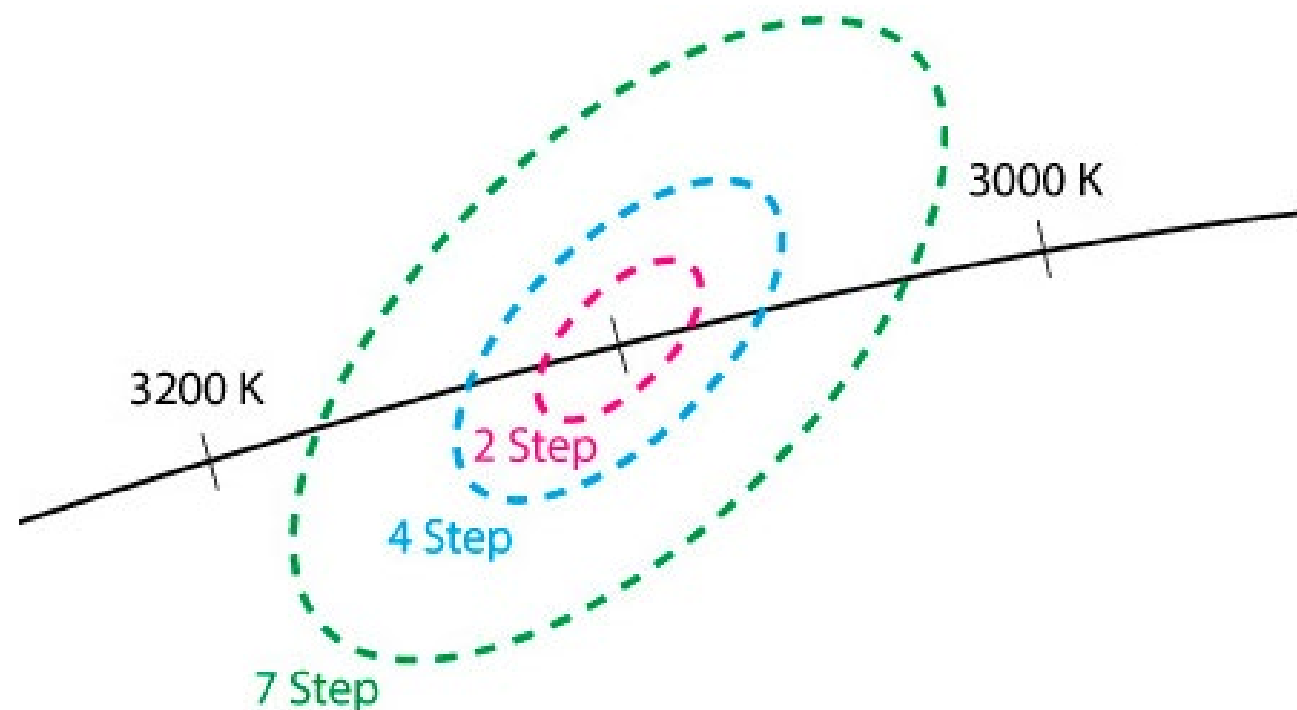
Luz blanca

Según la CIE (Commission Internationale de l'Éclairage) o Comisión Internacional de la Iluminación, la luz blanca no tiene una definición única basada en una longitud de onda específica, ya que no es monocromática. En cambio, se define como una luz que contiene una combinación equilibrada de todas las longitudes de onda del espectro visible, lo que da como resultado una percepción visual neutral, sin tinte dominante de color.

La CIE considera como luz blanca aquella cuya temperatura de color correlacionada (CCT) se encuentra típicamente entre 3.000 K y 6.500 K, aunque puede extenderse más allá dependiendo del contexto. Para definir cuantitativamente la blancura, la CIE utiliza el espacio cromático CIE 1931 (x, y) y establece una región de tolerancia alrededor de la curva de Plank (curva de cuerpos negros). Si las coordenadas cromáticas de una fuente de luz caen dentro de esta región, se considera que la luz es "blanca".

La luz blanca, según la CIE, es aquella cuya radiación espectral genera una percepción visual sin dominante de color (ni azulada, rojiza ni verdosa) y cuyas coordenadas cromáticas se sitúan dentro de un rango específico alrededor de la curva de cuerpo negro, asociado a temperaturas de color entre aproximadamente 3.000 K y 6.500 K.





¿Qué son las Elipses de MAC Adam?

Las Elipses de MacAdam reciben su nombre como consecuencia de una serie de experimentos realizados por el físico David MacAdam sobre el color y la percepción del ojo humano a mediados del siglo XX. A pesar de que el sistema visual de los seres humanos es ligeramente diferente en cada uno de nosotros, los resultados de su investigación sobre la visión determinaron que era posible establecer una coincidencia de color dentro de un rango estadístico consistente, dentro de las Elipses de MacAdam.

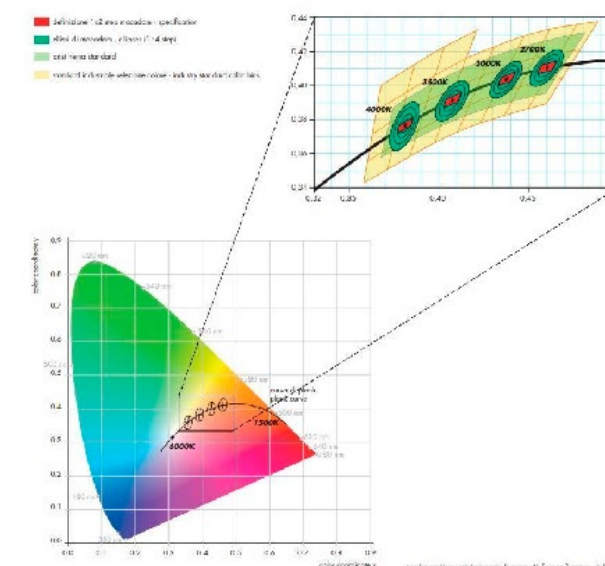
¿Para qué sirven?

Tanto la temperatura de color como la reproducción cromática son factores que definen el grado de calidad de una fuente de luz. Sin embargo, para definir la fidelidad, uniformidad y consistencia de dicha reproducción de color es necesaria la utilización de herramientas capaces de unificar criterios a nivel global, y es aquí donde las Elipses de MacAdam juegan un papel fundamental.

Las Elipses de MacAdam miden las posibles variaciones que pueden producirse en la emisión de color antes de que el ojo humano sea capaz de percibirlos. Esta útil herramienta de medición detecta las desviaciones cromáticas de emisión de luz con el objetivo de ser corregidas y supervisadas para lograr resultados más óptimos y deseables. Gracias a este sistema de medición, los fabricantes han podido establecer un criterio general para validar y cuantificar la uniformidad de la luz respecto a su reproducción cromática.

¿Qué es un paso MacAdam?

Aunque nuestro sistema de visión y percepción del color es uno de los sentidos más desarrollados, la tolerancia a las variaciones depende del color reproducido. Debido a las características físicas del ojo humano nuestro sistema visual tiene menor capacidad de distinguir las variaciones cromáticas en el color verde que las variaciones en azul. De ahí que la elipse referida al color verde sea más grande y admita mayor variación que la correspondiente al color azul.

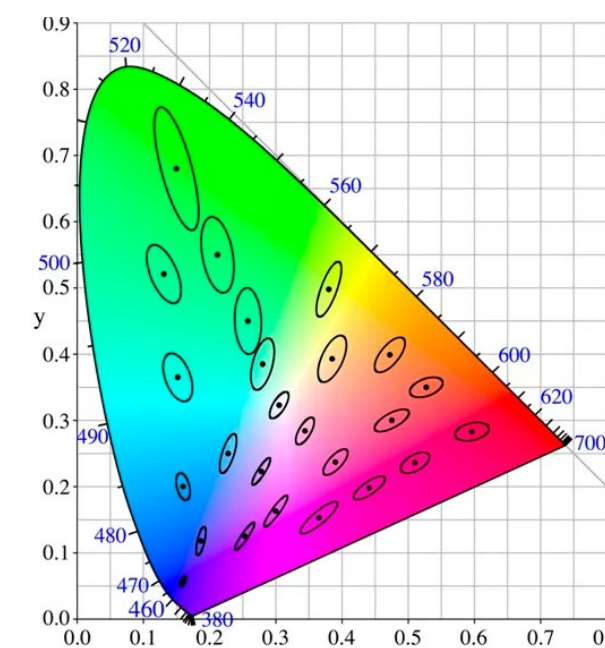


A partir de aquí todo lo que suceda en el interior de la elipse de cada color será indistinto al ojo humano siendo los límites de la elipse los puntos críticos donde se comienza a detectar la diferencia de cromaticidad. Estos saltos producidos son lo que llamamos pasos MacAdam.

¿Cómo se eligen los leds?

En los últimos años, la fabricación de leds ha mejorado de forma exponencial y hoy los fabricantes ya pueden controlar de forma precisa el color de salida resultante. La producción de leds se clasifica por la proximidad al punto central de la curva, dando lugar a cantidades variables de cada sección.

Cuando se supervisa la calidad de los chips de una luminaria, la mayoría de la producción caerá dentro de las elipses menos permisibles, pero todavía habrá leds que caigan en las elipses más grandes. La calidad de estos leds será por tanto mayor en elipses más pequeñas o deseables.



10. Fotometría

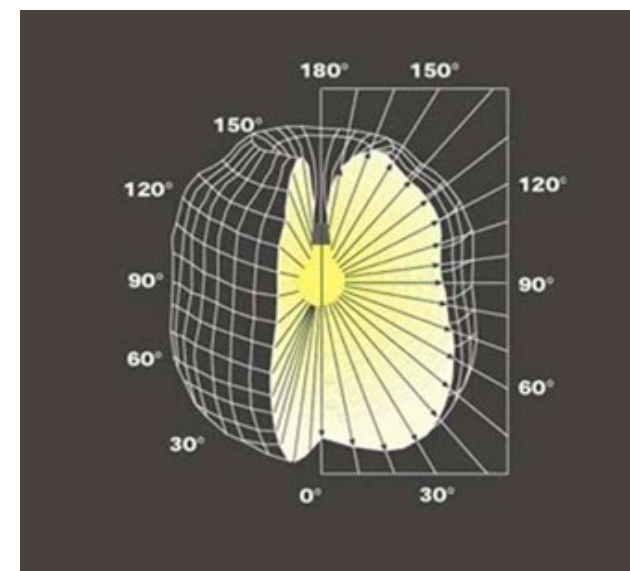
La fotometría es la ciencia encargada de estudiar la capacidad que tiene la radiación electromagnética del rango visible del espectro para estimular al ojo humano. Es decir, se encarga de medir y representar la intensidad de la luz en una dirección determinada.

¿Para qué se utiliza?

La fotometría se utiliza para conocer la intensidad y distribución de la luz respecto al centro de una fuente luminosa. Por tanto, disponer de los archivos fotométricos será fundamental para un correcto desarrollo de la propuesta lumínica ya que podremos seleccionar las luminarias más adecuadas para el proyecto.

¿Cómo se calcula?

Los datos fotométricos deben ser proporcionados por los fabricantes y se calculan en laboratorios que miden las intensidades luminosas en diversos ángulos alrededor de la fuente mediante un instrumento llamado fotogoniómetro. Dicho instrumento realiza un barrido en 360° uniendo los puntos contenidos en un mismo plano vertical y horizontal para formar un volumen llamado sólido fotométrico.



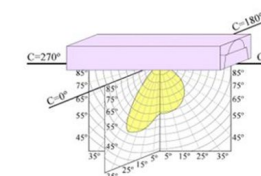
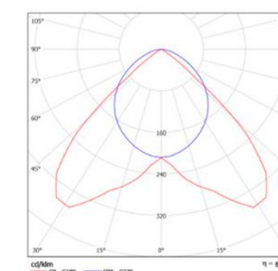
Representación de la fotometría

La fotometría puede ser representada mediante Matrices de Intensidades, Diagramas Cartesianos o Curvas Polares. Aunque los tres sistemas son igualmente válidos, son los diagramas de Curvas Polares o Fotométricas los más utilizados ya que representan de forma gráfica la intensidad y volumen de distribución de la luz.

Curvas Fotométricas

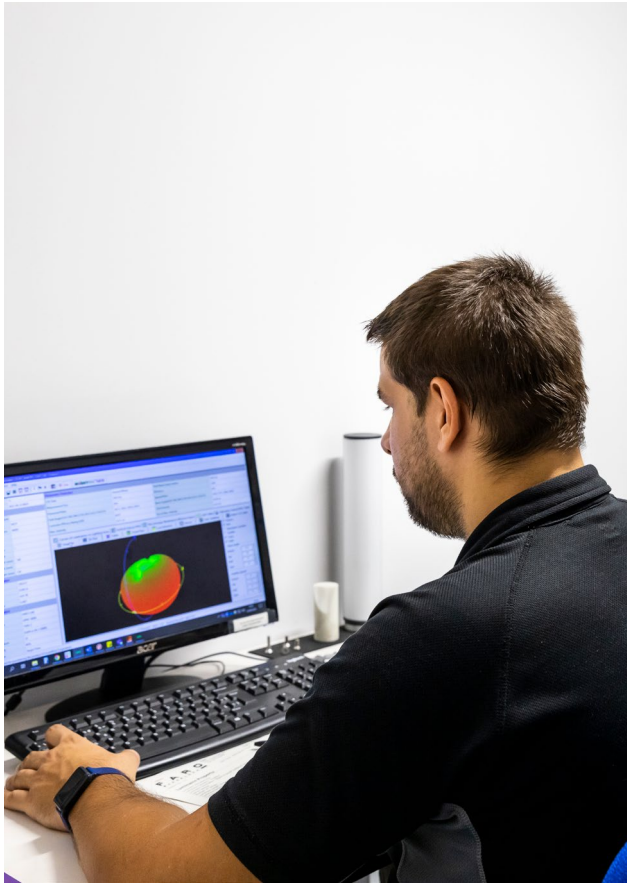
El sólido fotométrico de una fuente de luz nos ayuda a comprender su funcionamiento pero su lectura no resulta del todo útil en la práctica, de ahí la utilización de curvas obtenidas al cortar dicho sólido mediante dos planos verticales: un primer corte orientado a lo largo del eje longitudinal de la luminaria - plano C90-C270- y un segundo corte en el eje transversal -C0-C180-.

Con el objetivo de evitar la tediosa tarea de realizar un gráfico para cada fuente de luz, se ha establecido un criterio universal normalizado para una fuente de 1000 lúmenes cuya gráfica queda expresada en cd/ Klm(Candela/Kilolúmen). Para conocer los valores reales de las intensidades bastará con multiplicar el flujo luminoso nominal de la lámpara por la lectura en el diagrama polar y dividirlo por 1000(lm).



Clasificación de las luminarias según su fotometría

Además de la intensidad, las luminarias se clasifican en función de la dirección del flujo luminoso emitido, definiéndose los siguientes tipos:



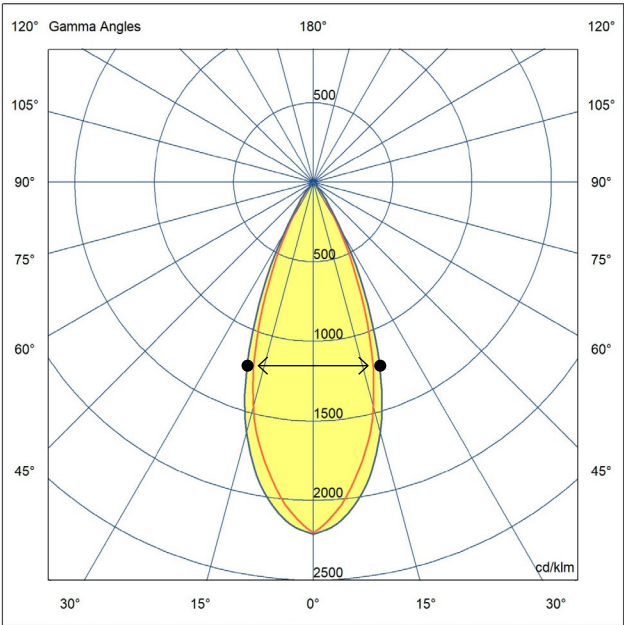
¿Qué es el ángulo de apertura?

La apertura del haz (también llamada ángulo de apertura o beam angle) es el ángulo entre los dos puntos simétricos del haz donde la intensidad luminosa es igual al 50 % del valor máximo (semiintensidad). Se mide sobre el plano fotométrico correspondiente (normalmente C0–C180 o C90–C270).

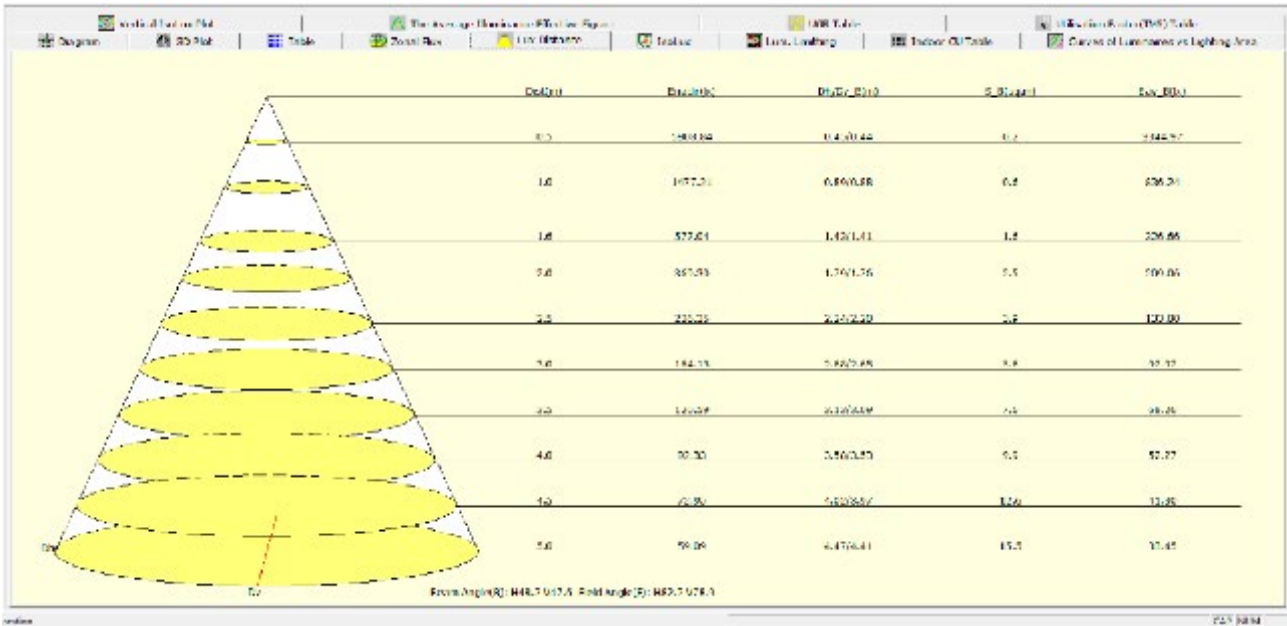
Ángulo pequeño (10°-30°): La luz es muy concentrada, ideal para iluminar un punto específico (por ejemplo, un cuadro en una pared).

Ángulo mediano (30°-60°): La luz se dispersa un poco más, útil para iluminar áreas pequeñas (como una mesa).

Ángulo grande (más de 60°): La luz se dispersa ampliamente, perfecta para iluminar espacios grandes (como una habitación).



Tipo de luminaria	%FHd	%FHc	Distribución del flujo
Directa	0-10	90-100	
Semi-directa	10-40	60-90	
General Difusa	40-60	40-60	
Directa-indirecta	40-60	40-60	
Semi-indirecta	60-90	10-40	
Indirecta	90-100	0-10	



11. Flicker y efecto estroboscópico

El flicker o parpadeo es una variación visible, rápida y repetitiva del flujo luminoso de la luz, provocada por fluctuaciones prolongadas de voltaje o tensión de la red eléctrica. Su dimensión y frecuencia depende de múltiples factores como el tipo de luminaria utilizada, la calidad de la línea de suministro, la tipología del driver, el tipo de regulación, la utilización de equipos y motores de carga variable o una defectuosa conexión de instalación.

¿Cómo lo percibimos?

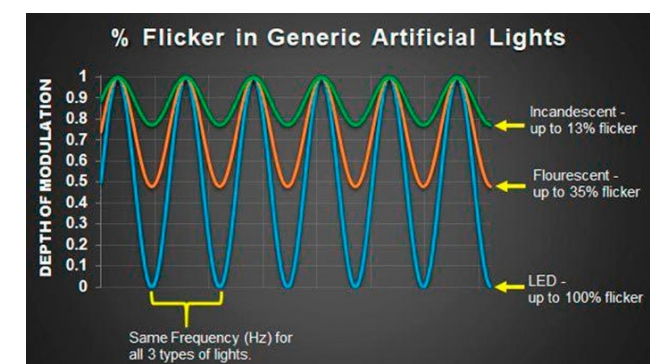
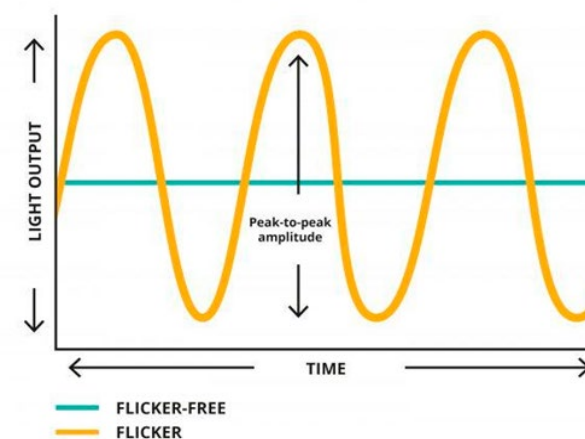
La posibilidad visualizar el parpadeo de una fuente de luz dependerá de su frecuencia. Aproximadamente y como máximo, el ser humano es capaz de detectar 50 destellos por segundo –es decir, 50Hz- siendo más fácil percibir este rango de luz variable entre los 10 y los 25 Hz. Al superar los 50 Hz de frecuencia los destellos alcanzan tal velocidad que parecen transformarse en una luz uniforme y continua. Por lo general, las fluctuaciones de voltaje pequeñas no tienen efectos adversos en los equipos eléctricos, por el contrario, fluctuaciones de tensión regulares y repetitivas en el rango de 5-15 Hz pueden provocar molestias y dañar nuestra salud

Efectos en la salud

A pesar de no poder observar el parpadeo de forma evidente y reconocible, nuestro sistema sensorial recibe dichas señales de forma constante. A nivel fisiológico, este efecto repetitivo e invisible es capaz de provocar altos niveles de fatiga visual y molestias oculares que pueden derivar en cefaleas.

Este tipo de dolencias comenzaron a producirse hace ya algunos años con la introducción de fluorescencia en entornos de trabajo.

Su inserción en el mundo laboral derivó en numerosas quejas y reclamaciones como consecuencia del parpadeo de las luces fluorescentes. Aunque la sustitución de balastos magnéticos por electrónicos logró reducir el 50% de las molestias oculares, hoy día y a pesar de utiliza tecnología LED, seguimos contando con este indeseable defecto lumínico.



Comparativa de flicker con tres fuentes de luz.

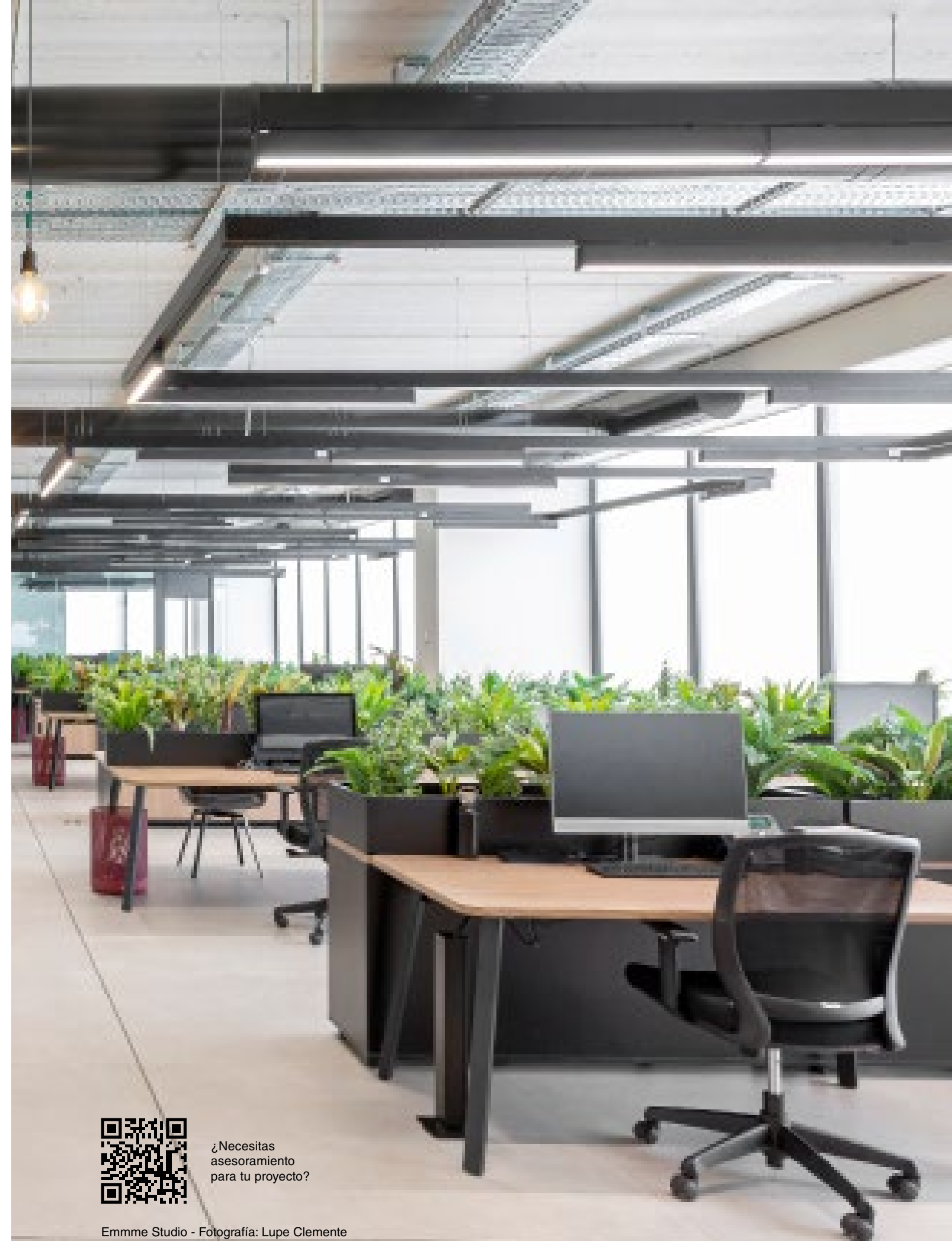
¿Qué es el efecto estroboscópico?

Se denomina efecto estroboscópico al efecto óptico que se produce al iluminar mediante impulsos de luz un objeto que se mueve de forma periódica.

Esto provoca que los objetos parezcan moverse a una velocidad inferior a la real hasta el punto de parecer estacionarios si el objeto se desplaza a la misma velocidad que la frecuencia de parpadeo. Un ejemplo reconocible son las luces intermitentes de ciertos eventos festivos en los que se produce una sensación de movimientos lentos y distorsionados.

Flicker en tecnología led

La mayoría de los leds funcionan con un adaptador de corriente llamado driver que transforma la corriente alterna de alto voltaje en corriente continua de menor voltaje. Cuando se utilizan fuentes de alimentación de baja calidad, parte de las interferencias de la línea de corriente alterna se filtra al led, provocando este efecto de parpadeo. A la vertiginosa investigación en el terreno de la iluminación, podemos encontrar luminarias o fuentes de luz LED con parpadeos inferiores al 5%, lo que reduce de forma notable las molestias mencionadas



¿Necesitas
asesoramiento
para tu proyecto?

Emmme Studio - Fotografía: Lupe Clemente

12. IP

El Índice de Protección, también conocido como IP por sus siglas, que se corresponden con las palabras en inglés “Ingress Protection”, es una norma internacional (IEC 60529) que clasifica los grados de protección del material envolvente de un equipo eléctrico frente a cuerpos sólidos y líquidos, como polvo, lluvia u otros.

Se trata de un estándar utilizado en la mayoría de países del mundo, ya que es obligatorio que los productos eléctricos y de iluminación indiquen el grado de protección IP. De esta manera, el usuario puede saber si la luminaria o lámpara que ha adquirido es apta para instalarse en un entorno determinado.

¿Cómo se interpreta el grado de protección IP?

Pasemos ahora a ver cómo interpretar el IP de un producto. El grado de protección siempre está compuesto por las siglas IP y dos cifras:

- La primera cifra os indica la protección contra cuerpos sólidos
- La segunda cifra hace referencia a la protección contra cuerpos líquidos.

Una vez hemos entendido la lógica del grado de protección IP, os mostramos cada número que significa según su posición.

Como veis, cuanta más alta es la cifra, más resistente es el material envolvente. Por ejemplo:

- La cifra “6” en primera posición significa que la luminaria tiene una protección total ante el polvo. Será perfecta para exteriores no cubiertos.
- La cifra “5” en segunda posición, nos asegura la protección del producto ante chorros de agua, como la lluvia por ejemplo.

Finalmente, si un criterio no se ha ensayado, la cifra se reemplaza por la letra X.

PROTECCIÓN CONTRA CUERPOS SÓLIDOS		PROTECCIÓN CONTRA CUERPOS LÍQUIDOS
No protegida	0	No protegida
Protegida contra cuerpos sólidos con un diámetro superior a 50 mm.	1	Protegida contra la caída vertical de gotas de agua
Protegida contra cuerpos sólidos con un diámetro superior a 12 mm.	2	Protegida contra la caída de gotas de agua con una inclinación máxima de 15 grados
Protegida contra cuerpos sólidos con un diámetro superior a 12 mm.	3	Protegida contra la lluvia fina (pulverizada)
Protegida contra cuerpos sólidos con un diámetro superior a 2,5 mm.	4	Protegida contra las proyecciones de agua en todas direcciones
Protegida ante el polvo	5	Protegida contra los chorros de agua en todas direcciones
Totalmente estanco al polvo	6	Protegida contra fuertes chorros de agua o contra la mar gruesa
	7	Protegida contra los efectos de la inmersión
	8	Protegida contra la inmersión prolongada

¿Cuáles son los más habituales?

A continuación os mostramos los IP más utilizados y para qué se usan:

IP2: Indica una protección frente a sólidos de tamaño superior a 12 mm y ninguna protección de líquidos. Es el IP habitual en luminarias de interior.

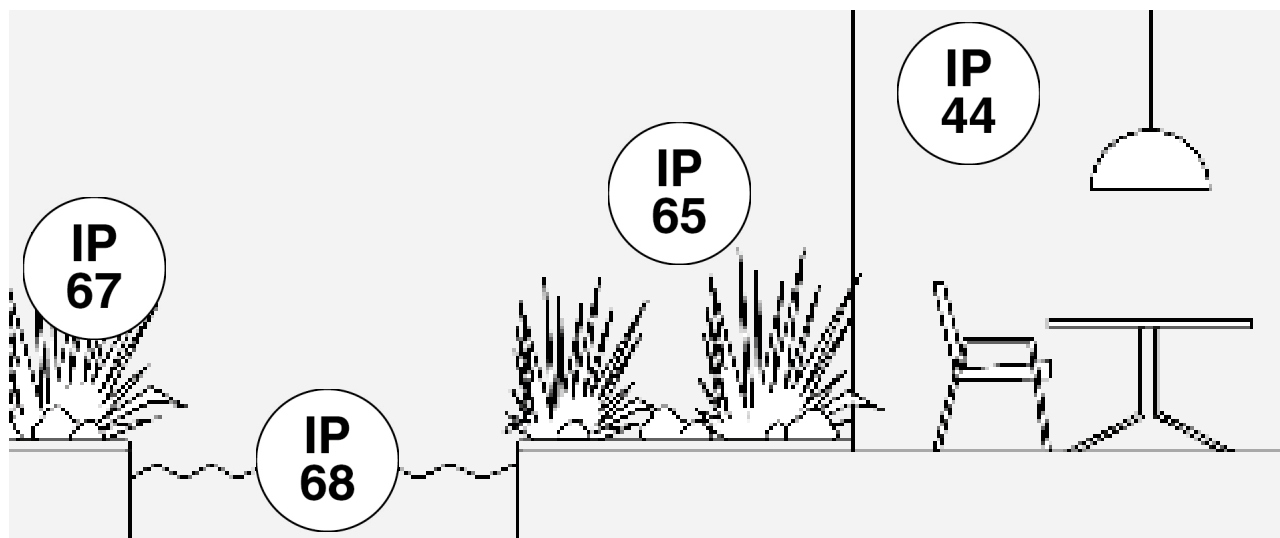
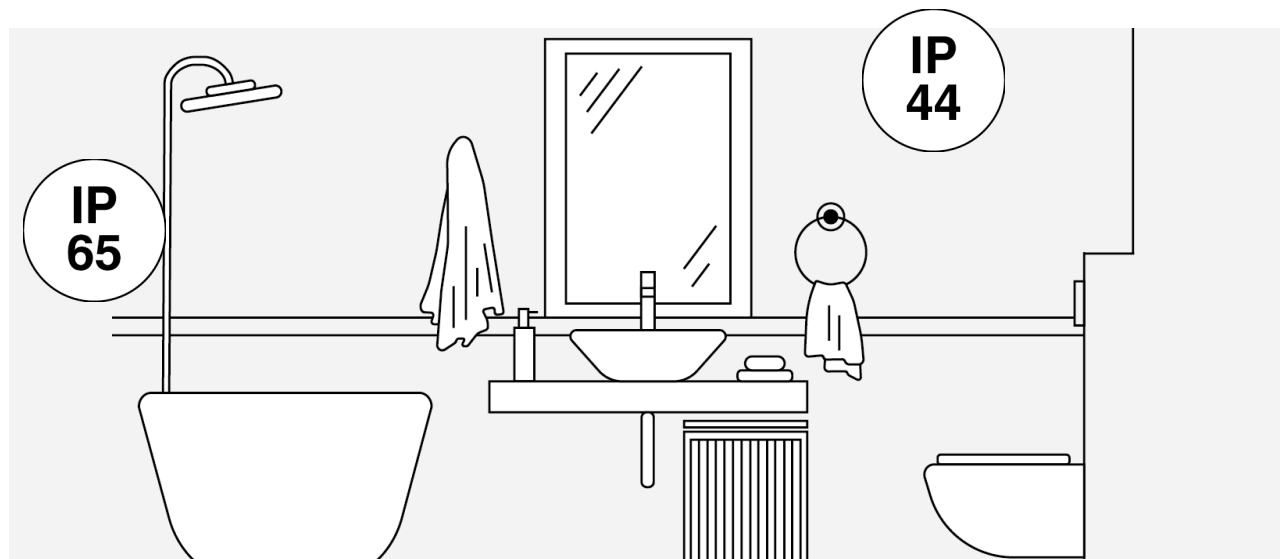
IP44: Indica una protección frente a sólidos de tamaño superior a 1 mm y salpicaduras de agua. Se recomienda para la iluminación general del baño.

IP54: Indica protección frente al polvo y las salpicaduras de agua.

IP65: El grado de protección IP65, garantiza que la luminaria es estanca al polvo y está protegida ante chorros de agua mayores a salpicaduras. Por ejemplo, es ideal cerca de bañeras, duchas o en zonas ajardinadas exteriores lejanas a fuentes o piscinas.

IP67: Indica protección a prueba de polvo e inmersión durante 30 minutos. Por ejemplo, es adecuado para espacios cercanos a baños o duchas.

IP68: Indica protección a prueba de polvo e inmersión durante más 30 minutos, por lo que es ideal para interiores de piscinas o bañeras.



¿Qué importancia tiene el grado de protección IP?

Si lo que buscas es iluminar el jardín o el baño, debes tenerlo en cuenta por temas de seguridad. Por ejemplo, debemos saber si la lámpara es resistente a la lluvia o la condensación de vapor que se produce en el baño.

Grado de protección en el baño

En el baño, debemos saber si la lámpara es resistente a la lluvia o la condensación de vapor que se produce en este espacio. Por ello recomendamos los siguientes IP en cada una de estas zonas:

- Iluminación general o del espejo. Para esta zona se recomienda usar luminaria de un IP44, según el tamaño y el tipo de techo.
- Espacio cercano a la bañera. En este caso necesitaremos luminarias de IP65 para que estén protegidas contra salpicaduras de agua.

Grado de protección en el jardín

Para iluminar el jardín recomendamos:

- En porches o zonas semi-cubiertas, un IP44 ya será suficiente
- En zonas no cubiertas ajardinadas, recomendamos un IP65
- Cerca de la piscina, necesitaremos un IP67.
- Dentro de una piscina deberán tener IP68 que es la máxima protección contra cuerpos sólidos y contra inmersiones prolongadas.

13. IK

De la misma manera que el código IP, este código se rige por una norma internacional (IEC 62262), para que se puedan realizar comparaciones entre distintos productos. Este grado nos indica la resistencia mecánica a impactos nocivos y que puedan dañar el producto. Se usa generalmente en luminarias de exterior o industriales, debido a que son instaladas en zonas de constante exposición a golpes o vandalismo.

¿Cómo se clasifica el IK?

El grado IK varía desde el 0 (mínima resistencia) hasta el 10 (máxima resistencia). En la siguiente tabla, podemos ver de manera más detallada los distintos valores de grado IK y la energía que es capaz de soportar el producto.

Un índice IK00 significa que el producto no ha sido probado o no tiene protección alguna. Para luminarias de exterior, el IK mínimo deseado es IK08, lo que significa un impacto de 1.7Kg desde una altura de 200mm.

Grado IK	IK00	IK01	IK02	IK03	IK04	IK05	IK06	IK07	IK08	IK09	IK10
Altura impacto (cm)	-	7.5	10	17.5	25	35	20	40	29.5	20	40
Peso (gr)	-	200	200	200	200	200	500	500	1700	5000	5000
Energía (J)	-	0.15	0.2	0.35	0.5	0.7	1	2	5	10	20



14. Sistemas de Control

Los sistemas de control lumínico nos permiten manipular diversos parámetros de una o varias fuentes de luz. Su capacidad de gestión es muy variada pudiendo realizar tanto sencillos ajustes en la intensidad como crear escenas complejas y dinámicas a medida del usuario.

¿Qué ventajas ofrecen?

Aprovechamiento de la iluminación natural: podremos adaptar la iluminación artificial de una estancia en función de la cantidad de luz natural recibida en su interior. Esto es posible gracias a sensores y dispositivos que detectan la entrada de luz natural y modulan la cuantía de iluminación artificial hasta alcanzar los niveles de luz deseados.

Ahorro económico: una de las principales consecuencias de la utilización de sistemas de control es el enorme ahorro energético. Con la implementación de detectores activaremos la luz solo en caso necesario y reduciremos de forma notable el consumo y gasto económico sin perder calidad lumínica.

Protección del medio ambiente: un menor consumo de energía reduce la huella de carbono de las instalaciones provocando un impacto reducido, sostenible y responsable con el medio ambiente.

Prolongación de vida útil: reducir la intensidad o activar la luz solo en caso necesario prolonga la vida útil de la fuente de luz. Esto además de suponer un ahorro económico a largo plazo, facilita el mantenimiento de los equipos y disminuye la generación de residuos sólidos contaminantes.

Diseño a medida: más allá del ahorro y la protección del medio ambiente, los sistemas de control nos permiten personalizar la luz según las necesidades del usuario, creando atmósferas y ambientes cambiantes basados en nuestro estado de ánimo, horario laboral o calendario solar.



¿Qué tipos de control existen?

En función de sus características, los sistemas de control se dividen en:

- **Analógicos:** hacen referencia a un control manual de iluminación y funcionan a partir de un conmutador de corriente o controlador a distancia. Los más comunes son los sistemas 0-10V.
- **Digitales:** son sistemas de control digital a partir de dispositivos inteligentes regulados desde una interfaz. Los protocolos más utilizados son: DALI, DMX.

Para llevar a cabo su instalación debemos contar con dispositivos y controladores cuya programación, actuación o reacción implique la activación, desconexión o regulación de nuestras luminarias.

¿Cómo funciona un sistema de control?

Los más importantes son los siguientes:

Interruptor de regulación o Dimmer: es aquel que controla la cantidad de luz que emiten las luminarias y su uso puede hacerse de forma manual o automática.

Sensor de presencia: detecta la actividad o movimiento en un espacio determinado. De esta forma, cuando una o varias personas aparezcan en la escena, la luz se encenderá de forma automática. Por el contrario, prescindiremos de luz artificial cuando no existan personas o movimiento.

Temporizadores: sirven para controlar la duración de encendido de las luminarias una vez se han activado. Pueden ser de control manual o a través de un sistema de programación de acuerdo con el día y ubicación geográfica.

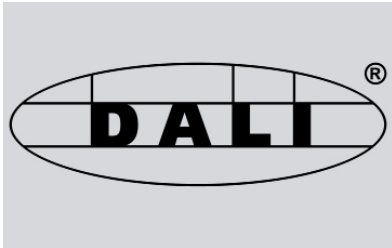
Reloj astronómico: dispositivo que calcula de forma automática la hora de salida y puesta del sol según la ubicación geográfica. Es muy común en instalaciones de alumbrado exterior.

Sensor de luz natural: también llamado fotoeléctrico, detecta la cantidad de luz natural procedente del exterior. Así, podremos calcular la cantidad de luz artificial necesaria para cada momento del día y establecer un equilibrio entre luz natural y artificial.

Controlador led RGB: permite el control del color de la luz emitida por luminarias RGB con el objetivo de dinamizar una actividad, inducir a un plácido descanso o diseñar un evento festivo o corporativo.

Los protocolos de regulación en luminarias son sistemas que permiten controlar la intensidad de la luz y, en algunos casos, otras funciones como el color o la temperatura de color. Los más comunes son:

Protocolos de regulación cableados



DALI (Digital Addressable Lighting Interface)

Es un protocolo digital estandarizado que permite el control individual o grupal de luminarias.

Ventajas: Flexibilidad, escalabilidad y capacidad de control preciso.

Uso común: Edificios comerciales, oficinas y grandes instalaciones.

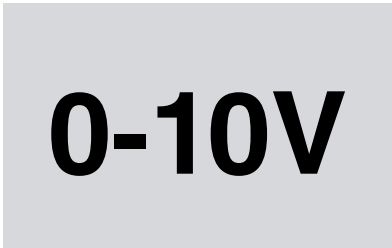


DMX (Digital Multiplex)

Originalmente diseñado para control de iluminación en espectáculos, permite controlar hasta 512 canales.

Ventajas: Alta precisión y capacidad para manejar múltiples dispositivos.

Uso común: Teatros, conciertos y eventos.

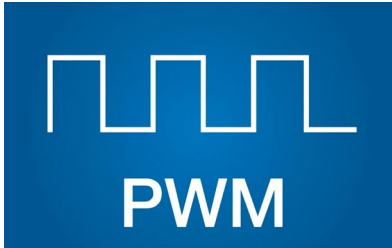


0-10V

Un protocolo analógico que utiliza una señal de voltaje entre 0 y 10 voltios para regular la intensidad de la luz.

Ventajas: Simple y ampliamente compatible.

Uso común: Iluminación industrial y comercial.



PWM (Pulse Width Modulation)

Regula la intensidad de la luz variando la duración de los pulsos de energía.

Ventajas: Eficiencia energética y control preciso.

Uso común: Iluminación LED y aplicaciones de bajo consumo.

Protocolos de regulación inalámbrico



CASAMBI

Casambi es un sistema de control de iluminación inalámbrico basado en Bluetooth Low Energy (BLE). Permite gestionar luminarias desde una aplicación móvil o tablet, sin necesidad de cableado de control ni unidades centrales.

Ventajas: Comunicación directa entre dispositivos mediante una red en malla (mesh), que ofrece alta fiabilidad.

Instalación sencilla, ideal para reformas o espacios ya terminados.

Permite regular la luz, crear escenas, temporizadores y automatizaciones desde una interfaz intuitiva.

Compatible con una amplia gama de marcas y drivers.

Uso común: Casambi se utiliza principalmente en locales comerciales, museos, viviendas, hoteles y oficinas donde se requiere un sistema flexible, sin obras y con posibilidad de control desde dispositivos móviles.



VOSSLOH

Blu2Light es el sistema de control inteligente de iluminación desarrollado por Vossloh-Schwabe, también basado en Bluetooth Low Energy. Integra funciones avanzadas de automatización y es compatible con tecnologías como DALI.

Ventajas: Ofrece control inalámbrico preciso de luminarias y sensores.

Permite ajustar la luz según presencia, luz natural o horarios predefinidos.

Puede configurarse fácilmente desde una app.

Integra soluciones para grandes espacios gracias a su compatibilidad con DALI y dispositivos IoT.

Uso común: Blu2Light se emplea sobre todo en oficinas, centros educativos, naves industriales y edificios terciarios, donde se busca eficiencia energética, confort visual y automatización avanzada.

Cada protocolo tiene sus propias características y es adecuado para diferentes aplicaciones, dependiendo de las necesidades de control, escalabilidad y tipo de instalación.

Sistemas de integración y control



KNX

KNX es un estándar internacional abierto para la automatización de viviendas y edificios, que permite integrar y controlar diferentes sistemas como iluminación, persianas, climatización, ventilación o seguridad, mediante una red cableada o inalámbrica descentralizada.

Ventajas: Interoperabilidad garantizada entre cientos de fabricantes certificados.

Sistema escalable y modular, apto tanto para viviendas como para grandes edificios.

Alta estabilidad y fiabilidad, con comunicación directa entre dispositivos (sin necesidad de un servidor central).

Se programa con el software ETS, permitiendo configuraciones detalladas y personalizadas.

Uso común: KNX se utiliza ampliamente en viviendas de alto nivel, hoteles, oficinas, hospitales y edificios inteligentes, donde se requiere una automatización integral con múltiples funciones.



LUTRON

Lutron es un sistema propietario de control de iluminación y cortinas, especialmente diseñado para ofrecer confort, eficiencia energética y control personalizado. Se destaca por su enfoque en la calidad de regulación y experiencia de usuario.

Ventajas: Regulación de luz extremadamente precisa y fluida (tecnología EcoSystem).

Interfaces de usuario intuitivas y elegantes, con integración domótica de alto nivel.

Compatibilidad con control de cortinas, sensores y programación horaria.

Posibilidad de integración con otros sistemas mediante gateways (KNX, DALI, BACnet...).

Uso común: Lutron es muy valorado en residencias premium, salas de reuniones, hoteles de lujo, museos y restaurantes, donde el confort visual y la estética del control son prioritarios.



BACNET

BACnet (Building Automation and Control Network) es un protocolo de comunicación estándar y abierto para la automatización de edificios, especialmente enfocado en sistemas HVAC, iluminación, accesos y seguridad.

Ventajas: Altamente escalable e interoperable, ideal para edificios complejos.

Facilita la integración de múltiples sistemas (clima, luces, alarmas...) bajo una única plataforma de gestión.

Utiliza redes IP o MS/TP, adaptándose a distintos entornos técnicos.

Permite una supervisión centralizada mediante BMS (Building Management Systems).

Uso común: BACnet se emplea en edificios corporativos, hospitales, universidades, aeropuertos y centros comerciales, donde es necesario un control unificado de múltiples instalaciones técnicas.



CRESTRON

Crestron es una plataforma de control domótico y de automatización para edificios residenciales, comerciales e institucionales. Se basa en una arquitectura centralizada, con procesadores que ejecutan lógica y controlan dispositivos a través de una amplia gama de interfaces (Ethernet, IR, RS-232, relés, DALI, 0-10V, etc.).

Ventajas: Integración total de sistemas: iluminación, clima, AV, videoconferencia, persianas, seguridad, etc.

Altamente personalizable, mediante programación con su entorno SIMPL o el entorno gráfico Crestron Studio.

Interfaces elegantes y personalizables, tanto en pantallas táctiles como en apps móviles.

Compatible con protocolos estándar: DALI, 0-10V, BACnet, KNX, DMX, etc.

Muy valorado para salas de reuniones inteligentes y centros corporativos por su integración audiovisual nativa.

Uso común: Crestron es muy usado en residencias de lujo, hoteles cinco estrellas, centros corporativos, universidades, hospitales y salas de conferencias de alto nivel, donde se requiere una experiencia integral y personalizada de automatización.



LOXONE

Loxone es un sistema de automatización inteligente todo en uno, diseñado principalmente para viviendas, oficinas y edificios comerciales. Se basa en un miniserver central que controla todos los sistemas conectados: iluminación, climatización, persianas, audio, alarmas, accesos, etc., con configuración desde su propio software Loxone Config.

Ventajas: Sistema integral y centralizado, con configuración sencilla y visual.

No necesita pasarelas externas para integrar iluminación, clima, audio o seguridad.

Ofrece funciones avanzadas preconfiguradas (lógica, temporizadores, escenas, etc.) que reducen el tiempo de instalación.

Compatible con DALI, 0-10V, DMX, Modbus, KNX, EnOcean, entre otros.

App intuitiva para el usuario final, con control desde móvil o tablet.

Uso común: Loxone se utiliza habitualmente en viviendas inteligentes, oficinas, clínicas privadas, pequeños hoteles y salas técnicas, donde se busca automatización integral con inversión contenida y sin depender de múltiples sistemas separados.

Showroom Barcelona

Princesa 52
08003 Barcelona
Spain
Tel +34932387373
showroom.barcelona@faro.es

Showroom Madrid

Velázquez 35 4ºD
28001 Madrid
Spain
Tel +34689583571
showroom.madrid@faro.es

Showroom Buenos Aires

Ven Street Center Local 30
Av. Italia 4950
1622 Dique Luján
Buenos Aires Argentina
Tel +5491171390813
showroom.argentina@faro.es

Showroom Paris

7 Rue d'Uzès
75002 París
France
Tel +33745061553
showroom.paris@faro.es

Showroom Manila

699 Malate
1004 Metro, Manila
Philippines
Tel +63285595363
ldl_roxas@landlitephilcorp.com

Logistics Headquarters

Dinámica 1 Pol. Ind. Santa Rita
08755 Castellbisbal
Spain
Tel +34937723949
info@faro.es

Logistics China

Room 1706-05, Glory International
Finance Center
25 Guicheng Road, Nanhai District
Foshan, Guangdong Province

Logistics USA

135 West 41nd Street Suite 1002
10036 New York
USA