

Magnitudes Luminosas:

1.- Flujo Luminoso	3.- Iluminancia	Uniformidad	Contraste
2.- Intensidad Luminosa	4.- Luminancia	Deslumbramiento	Equilibrio lumínico

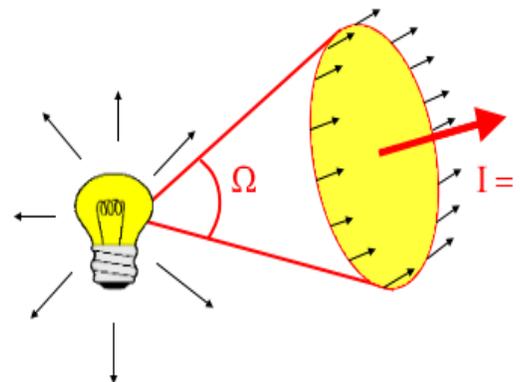
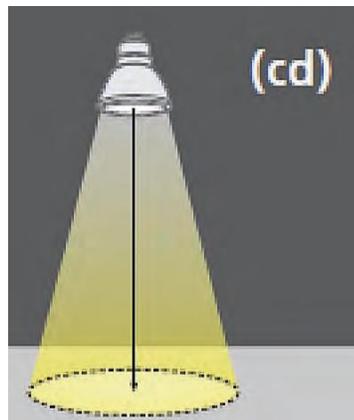
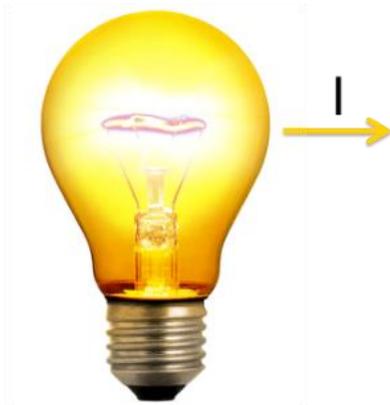
Flujo luminoso ($\text{lm } \phi$)

El flujo luminoso o potencia luminosa es el flujo total lumínico emitido o radiado en todas direcciones por una fuente de luz durante una unidad de tiempo. La unidad del flujo luminoso en el Sistema Internacional es el lumen [lm], que tiene por símbolo ϕ .

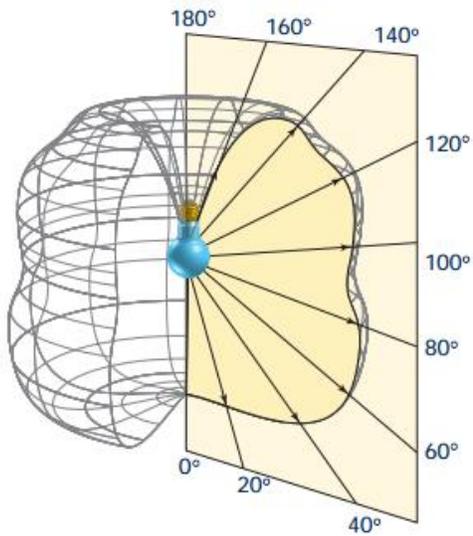


Bombilla Incandescente	Bombilla Fluorescente Compacta	Leds	Lúmenes
40 W	8-12 W	4-6 W	400-500
60 W	13-15 W	6,5-8 W	700-900
75-100W	18-22 W	9-11 W	1.100-1.750
100 W	23-30 W	11-15 W	1.800
150 W	30-55 W	15-25 W	2.750

Intensidad Luminosa (I)



La **intensidad luminosa** es el flujo luminoso de una fuente de luz irradiado en una dirección dada por una fuente de luz dentro un ángulo sólido denominado estereorradián y que equivale a un cono infinitamente pequeño. La unidad de medida de la intensidad luminosa es la candela [cd].



La distribución luminosa de la intensidad varía en función de los distintos tipos de ampollas, casquillos, etc. y por con el uso de luminarias se podrá dirigir la intensidad en la dirección que más convenga.

Las curvas de distribución de la intensidad luminosa son curvas polares obtenidas en laboratorio que intentan describir en qué dirección y con qué intensidad se distribuye la luz entorno al centro de la fuente luminosa.

Para encontrarlas se miden en laboratorios las intensidades luminosas en diversos ángulos verticales alrededor de la fuente (designados como ángulos gamma "g"). Al unir los puntos contenidos en un mismo plano vertical y horizontal se puede obtener un volumen conocido como **sólido fotométrico**.

Si se corta el sólido fotométrico con un plano que pase por el eje de simetría, se obtiene la **curva fotométrica** de la fuente de luz que representa la intensidad luminosa de la fuente de luz para cualquier dirección. En la Imagen se muestra un ejemplo de curva fotométrica sobre la base de una artefacto o luminaria de embutir en cielorraso y con pantalla de concentración en la emisión de la luz.

Como podemos deducir, las formas de las curvas de distribución fotométrica dependen del difusor o reflector de luminaria y, por ello, la curva polar de la luminaria es diferente de la curva obtenida de la lámpara desnuda. Esto, por supuesto, tiene directa relación con el rendimiento luminoso final del artefacto o luminaria que se decida elegir para un destino determinado.

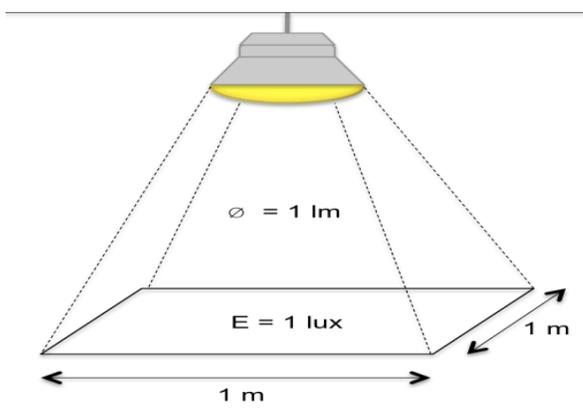
Como se verá más adelante con la fotometría y curvas fotométricas es posible conocer la forma y dirección de luz que emite la lámpara o luminaria.



Sólido Fotométrico

Iluminancia (E)

La iluminancia es el flujo lumínico que incide sobre una superficie. La unidad de medida de la iluminancia es el lux [lx] y se define como la iluminación que produce un lumen que incide sobre una superficie de un metro cuadrado.



Iluminancia

Zona o parte del lugar de trabajo (*)	Nivel mínimo de iluminación (lux)
Zonas donde se ejecuten tareas con:	
1.º Bajas exigencias visuales	100
2.º Exigencias visuales moderadas	200
3.º Exigencias visuales altas	500
4.º Exigencias visuales muy altas	1.000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

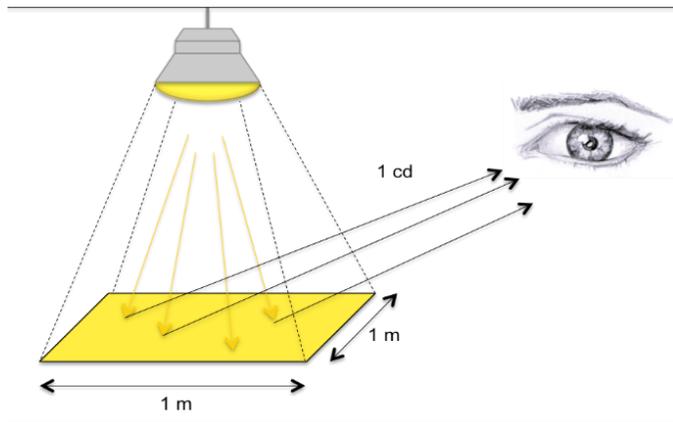
Tabla de algunos valores promedio de Iluminancias

Los valores de la iluminancia dependen de la superficie y de la que se va a realizar en la zona a iluminar. Si las dimensiones de la zona que se desea iluminar son conocidas, se puede calcular directamente el valor del flujo luminoso necesario.

Luminancia (E)

La luminancia es la intensidad luminosa emitida por unidad del área de una superficie en una dirección específica. Dicho de otra manera sería la cantidad de luz procedente desde un objeto iluminado que el ojo humano recibe desde un punto de vista en particular. Es decir cuanta luz refleja un objeto iluminado hacia nuestra vista

La unidad de medida de la luminancia es la cd/m^2 , se representa con la letra L.



Luminancia

Algunos valores de Luminancia

Calle bien iluminada	2 cd/m^2
Papel blanco iluminado con 400 lux	100 cd/m^2
Papel blanco iluminado con 1000 lux	250 cd/m^2
Papel negro iluminado con 400 lux	15 cd/m^2
Luminancia ideal para las paredes de oficina	50 a 100 cd/m^2
Luminancia ideal para el cielorraso de oficinas	100 a 300 cd/m^2
Máxima luminancia admitida para pantallas de video	200 cd/m^2

La luminancia es la magnitud que el ojo puede detectar, mide el brillo de las fuentes de luz o de los objetos tal como los ve el ojo humano. A mayor luminancia mayor es la sensación de claridad.

Pero se debe vigilar porque una luminancia muy elevada puede producir deslumbramiento no deseado. Para diseño de proyectos de alumbrado exterior existen los criterios de calidad que se basan en los siguientes parámetros que sirven para conocer si la instalación cumple con los requisitos establecidos.

Existen además una serie de magnitudes que se utilizan para establecer criterios de calidad en la iluminación:

Contraste

El contraste mide la relación entre la luminancia de un objeto y la luminancia de su fondo

Uniformidad

La uniformidad hace referencia a la iluminancia proporcionada sobre la superficie de referencia, generalmente la iluminancia no será uniforme, pero es una magnitud importante para el confort y la visión.

La iluminancia media proporcionada por cualquier tipo de instalación irá disminuyendo con el tiempo debido a la depreciación luminosa que sufren las lámparas y la suciedad que acumulan tanto lámparas como luminarias con el tiempo. Por lo tanto, es imposible considerar una uniformidad en el tiempo.

Deslumbramiento

El deslumbramiento es, desde el punto de vista físico, una pérdida o disminución de la capacidad visual debido al exceso de luminancia del objeto que se observa o incide sobre el ojo.

El deslumbramiento se produce cuando la elevada intensidad de la luz penetra en el ojo y las células de la retina no son capaces de generarse, a la velocidad suficiente como para producir los pigmentos necesarios. Esto implica que no se haya paso de impulso al nervio óptico por lo que no se transmite nada al cerebro.

Existen dos tipos de deslumbramiento:

- deslumbramiento molesto; produce fatiga
- deslumbramiento perturbador; incapacita por un instante la visión

En cuanto a la forma de producirse pueden ser:

- directo; proviene de las lámparas, luminarias, etc.
- reflejado o indirecto; producido por reflectancias elevadas de las superficies de alrededor.

Confort Visual

El confort visual es un estado generado por la armonía o equilibrio de una elevada cantidad de variables. Las principales están relacionadas con la naturaleza, estabilidad y cantidad de luz, y todo ello en relación con las exigencias visuales de las tareas y en el contexto de los factores personales.

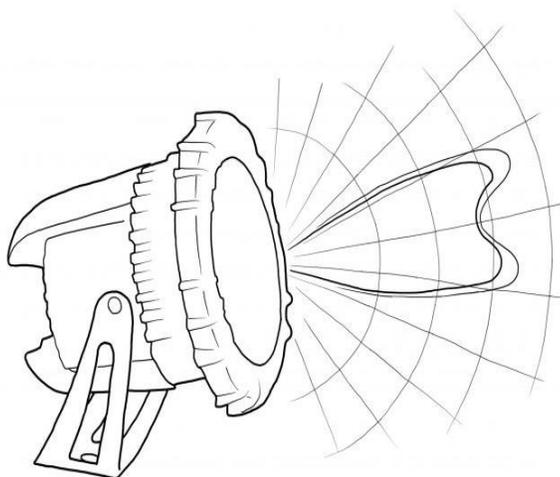
Emplear la luz natural siempre que sea posible es aconsejable. Con ello se obtienen mejores cualidades que las obtenidas solo con luz artificial y constituye un elemento de bienestar.

El acondicionamiento de la iluminación natural lleva consigo, la colocación correcta de los puestos de trabajo respecto a las ventanas, de manera que los trabajadores no sufran deslumbramiento y la luz solar no se proyecte directamente sobre la superficie de trabajo.

Para obtener una buena planificación para conseguir un confort visual eficiente se requiere de un exhaustivo análisis de las diferentes características técnicas del producto: las propiedades de las lámparas, datos luminotécnicos sobre la luminaria, así como datos de planificación para la tarea de iluminación concreta con indicaciones relativas al confort visual.

Tres aspectos claves determinan la eficiencia de la iluminación: desde el punto de vista cuantitativo, la eficiencia luminosa de la lámpara, así como el rendimiento de la luminaria, pero también la cuestión cualitativa del grado de efectividad con el que una luminaria desempeña su tarea de iluminación.

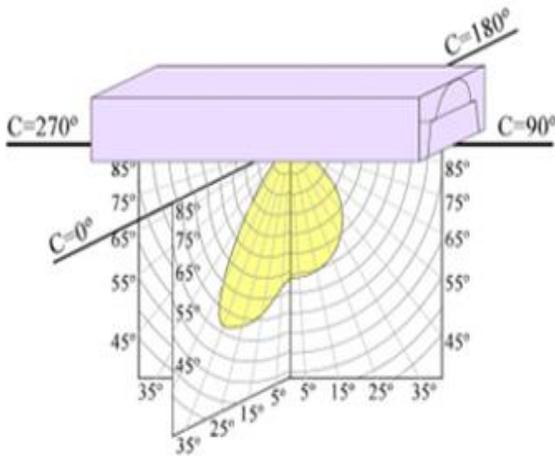
Fotometrías y curvas fotométricas



La fotometría es la ciencia que se encarga de la medición de la intensidad de la luz percibida por el ojo humano y la curva fotométrica la herramienta gráfica que proporciona la información necesaria para la correcta selección de luminarias para un determinado espacio.

La forma más sencilla de hallar la distribución de la luz emitida por una fuente de luz, consiste en representar gráficamente dicha distribución mediante unas curvas denominadas curvas fotométricas o distribución luminosa de intensidades iguales.

Las curvas se obtienen en el laboratorio midiendo las diferentes intensidades luminosas, según las direcciones, que parten del centro de la fuente y uniendo los puntos de la misma intensidad. Estos al ser unidos a la fuente por vectores, darán lugar a la representación de un volumen. Resulta poco práctico el dibujo tridimensional, por eso aprovechando la simetría que presenta el volumen respecto al eje Y, será suficiente representar las intensidades luminosas contenidas en un plano vertical, que contenga dicho eje. Incluso solo haría falta el semiplano vertical.



Contar con las curvas y sus correspondientes archivos fotométricos será una herramienta importante para la selección de las luminarias o fuente ideal para cada proyecto de iluminación.

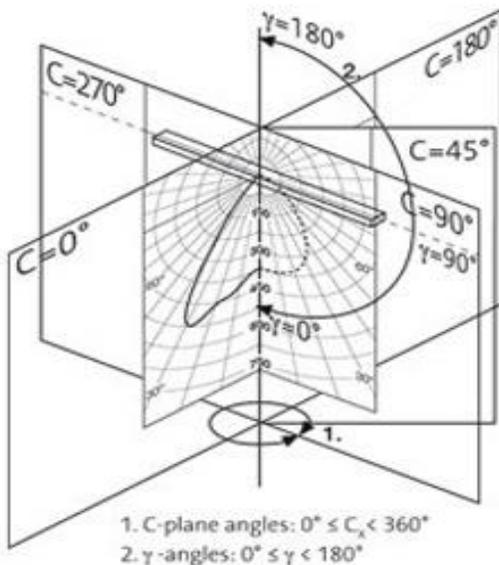
Como ya se mencionó, las curvas fotométricas son la representación gráfica del comportamiento de la luz. Muestran diferentes características relacionadas con la naturaleza de la fuente, el tipo de reflector, la óptica o el diseño de las luminarias. Contar con las curvas y sus correspondientes archivos fotométricos es una herramienta importante para la selección de la luminaria o la fuente ideal para cada proyecto de iluminación. Es importante disponer de archivos fotométricos fiables y acordes a las curvas polares presentadas por los fabricantes en sus catálogos de luminarias para contar con los cálculos correctos.

Sólido fotométrico

Las curvas de distribución de la intensidad luminosa son curvas polares obtenidas en laboratorio que describen la dirección e intensidad en la que se distribuye la luz entorno al centro de la fuente luminosa. Para encontrarlas se miden las intensidades luminosas en diversos ángulos verticales alrededor de la fuente, al barrer la esfera completa y unir los puntos contenidos en un mismo plano vertical y horizontal se puede obtener un volumen conocido como **sólido fotométrico**.

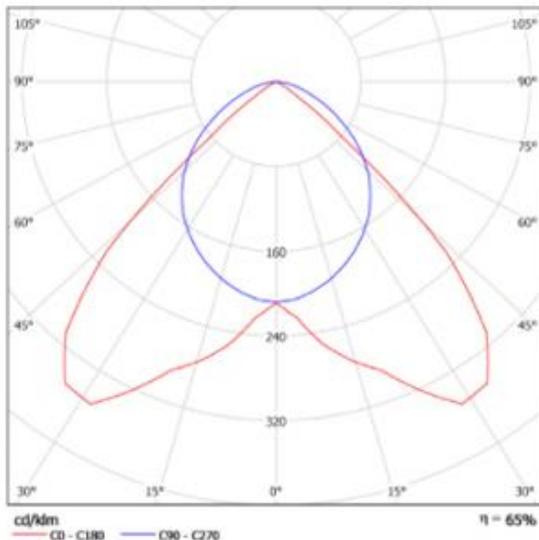
En una curva polar de distribución luminosa, la distancia de cualquier punto de la curva al centro indica la intensidad luminosa de esa fuente en esa dirección.

El dibujo tridimensional del sólido es poco práctico y en la industria normalmente solo se emplean las curvas que se obtienen al cortar dicho sólido mediante planos verticales:



En la **curva de distribución luminosa**, los radios representan el ángulo gamma infinitamente pequeño del que hablamos en "Intensidad Luminosa" y las circunferencias concéntricas el valor de la intensidad en candelas. Los planos perpendiculares uno orientado a lo largo del eje longitudinal y el otro transversal a este, reciben el nombre de plano C90-C270 y C0-C180.

Como ejemplo, en la figura de la izquierda se observa la curva fotométrica de una lámpara fluorescente con un flujo luminoso de 5240(lm). En el plano longitudinal, identificado con el color azul, la intensidad luminosa en el ángulo $g=30^\circ$ es de aproximadamente 165 (cd/klm). Luego, mientras que en el sentido transversal $g=0^\circ$ su valor es algo superior a las 200(cd/klm).



Durante la selección de los equipos, el fabricante deberá poner a disposición del especificado o diseñador de iluminación, los archivos fotométricos que le permitan probar el rendimiento de los equipos en los diversos softwares de cálculo y diseño de iluminación.

Cuando la representación es en color, generalmente el plano transversal es rojo y el longitudinal azul o negro. Cuando se presenta en blanco y negro, el transversal es en trazo lleno y el longitudinal en punteado.

Habitualmente, la información fotométrica de una luminaria está dada para un flujo luminoso de 1000 Lm.

Una vez conformada la curva de distribución luminosa, esta dará lugar a todo el resto de la información fotométrica suministrada por el laboratorio de luminotecnia encargado del estudio (rendimiento de la luminaria, coeficiente de utilización, gráfico de luminancias, curvas isolux, etc.)

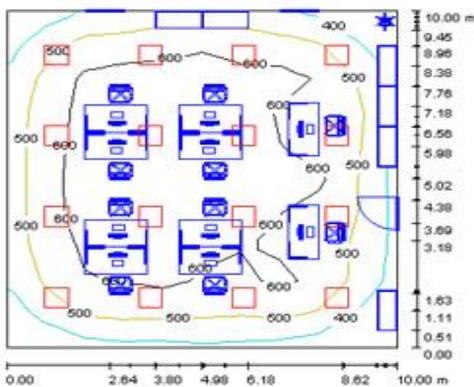
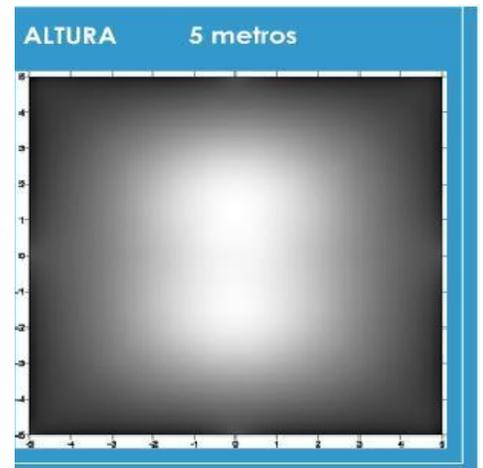
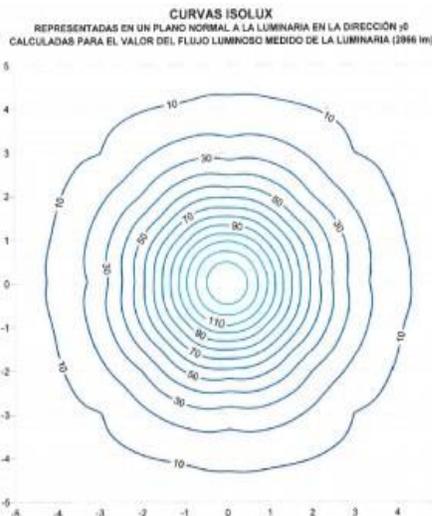
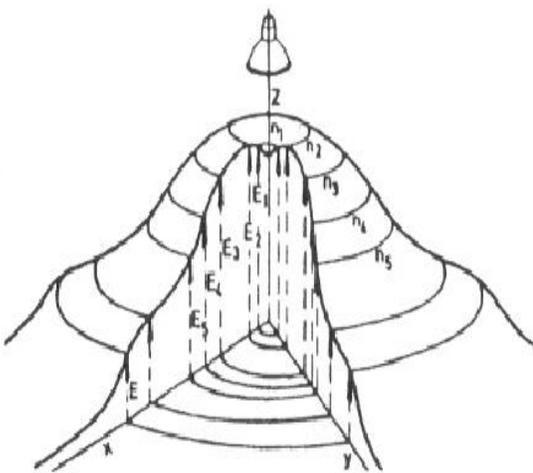
La lectura de la curva de distribución luminosa permitirá optar por la luminaria más adecuada y lograr un proyecto más económico. Una luminaria de distribución “ancha” y buen rendimiento permitirá un gran distanciamiento entre las mismas sin sacrificar la uniformidad de la iluminación.

Diagrama o curvas Isolux.

Diagrama para la representación de distribuciones de iluminancia, en el que se representan en un plano de referencia de líneas con la misma iluminancia. Son de gran utilidad en la elaboración de proyectos de alumbrado y se definen como el lugar geométrico de punto que tienen igual nivel de iluminación. Son análogas a las curvas de nivel de los planos topográficos con la salvedad de que en lugar de indicar metros indican lux.

En la siguiente figura se ve representada una curva isolux de diagrama polar simétrico.

Las curvas Isolux se suministran, para una determinada luminaria referida a la distancia de 1 m y para 1000 lúmenes. Los ejes de estas curvas están referidos a múltiplos de la altura de las luminarias. Las curvas isolux hacen referencia a las iluminancias y flujo luminoso recibido por una superficie. Estos gráficos dan información sobre la cantidad de luz recibida en cada punto de la superficie de trabajo.



EJEMPLO DE CURVAS ISOLUX EN UNA OFICINA

Hauteur de la pièce: 3.300 m, Hauteur de montage: 3.300 m, Facteur d'entretien: 0.80 Valeurs en Lux, Echelle 1:129

Surface	ρ [%]	E_{moy} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{moy}
Plan utile	/	555	277	695	0.499