



Modulo 1

Unidad 2

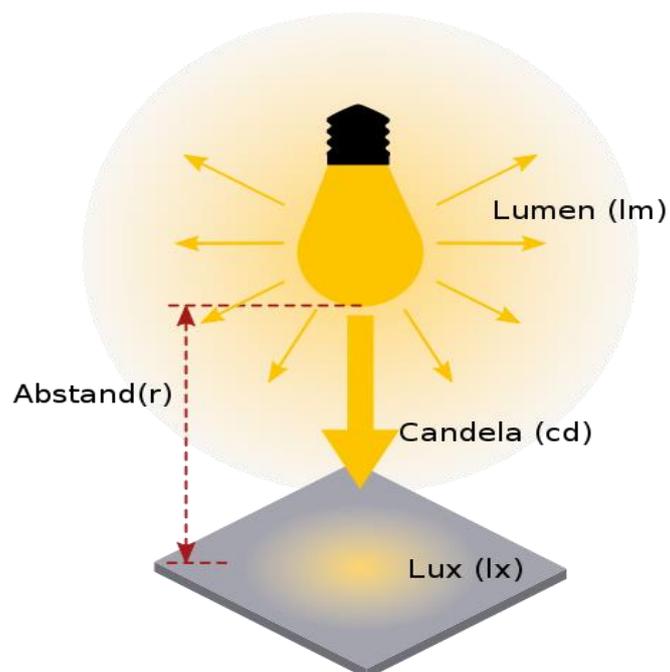
FUNDAMENTOS DE LA LUZ

Unidades de la luz

En una fuente luminosa, ni toda la energía se convierte en luz visible, ni toda la luz emitida llega al ojo y produce sensación luminosa. Existen para el estudio y valoración de las fuentes de luz, unidades de medida o magnitudes de la luz

Las unidades de la luz son 4:

- Flujo luminoso / Intensidad luminosa / Iluminancia / Luminancia.

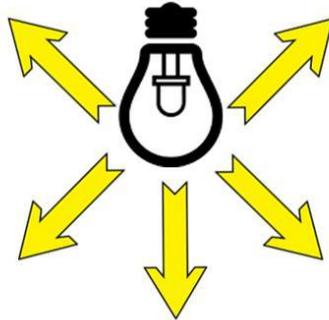


Magnitudes de la luz

Fuente: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lichtmessung.svg#:~:text=https%3A//commons.wikimedia.org/wiki/File%3ALichtmessung.svg>

1.2.1.1. 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. En el siguiente video verán una síntesis de esta magnitud Video 1 https://youtu.be/oT_BM-Ax8a0. La unidad del flujo luminoso en el Sistema Internacional es lumen. [lm], que tiene por símbolo ϕ .

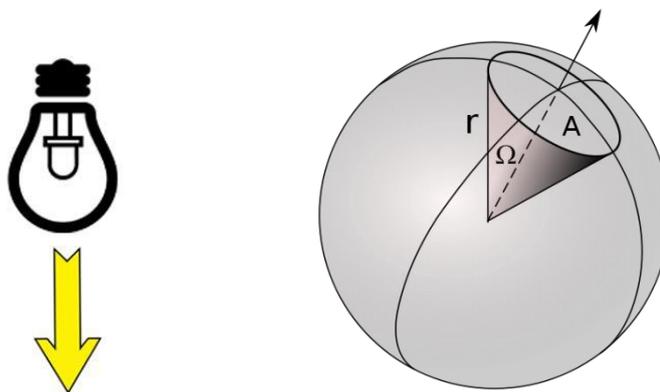


Flujo Luminoso

Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Flujo_Luminoso.jpg

1.2.1.2. Intensidad Luminosa (I)

La intensidad luminosa es el flujo luminoso emitido por una fuente de luz en una dirección determinada y dentro un ángulo sólido (llamado estereorradián), que sería equivalente a un cono infinitamente pequeño tomado dentro de una esfera. Por lo tanto, ángulo sólido en estereorradianes, se define por el volumen formado por la superficie lateral de un cono cuyo vértice coincide con el centro de una esfera. Donde A es la superficie esférica y r es el radio de la esfera. La unidad de medida de la intensidad luminosa es la candela [cd]. En el siguiente video verán una síntesis de esta magnitud Video 2 <https://youtu.be/olc88xfNVw0>



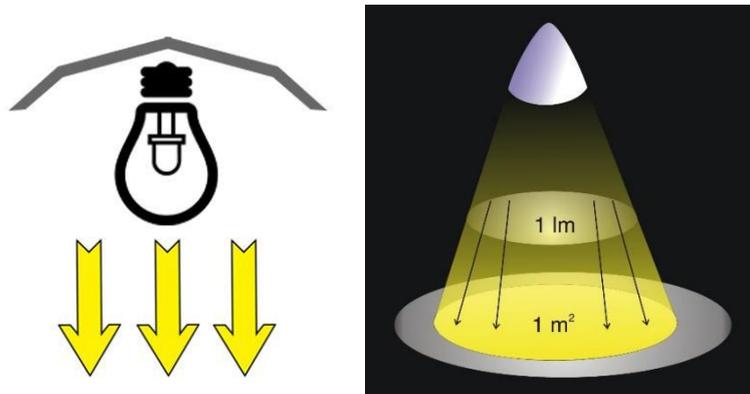
Intensidad Luminosa y ángulo estereorradián

Fuentes: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Intensidad_Luminosa.jpg

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Angle_solide_coordonnees.svg

1.2.1.3 Iluminancia (E)

La Iluminancia es el flujo luminoso que incide en una superficie por la unidad de área iluminada. Es lo mismo de cuánta luz está llegando a una superficie desde una fuente luminosa. Cuanto mayor distancia hay de la fuente luminosa a la superficie menor es la iluminación. La unidad de la iluminancia es el lux (lx). La relación con otras unidades fotométricas es la siguiente: un lux es igual a un candela sobre metro cuadrado y un lux es igual a un lumen sobre metro cuadrado.



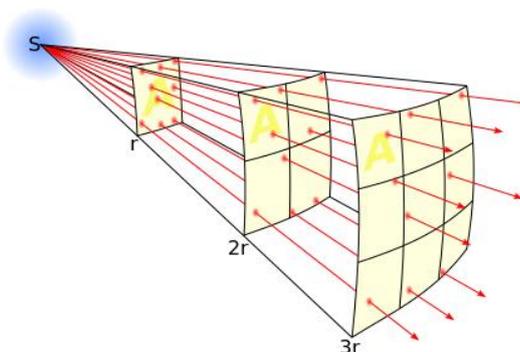
Iluminancia

Fuentes: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Iluminancia.jpg>
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lux\(lx\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lux(lx).jpg)

Es muy importante conocer el nivel de iluminación adecuado (iluminancia), para realizar una determinada tarea visual. A tal efecto existen normas particulares de cada país e internacionales que establecen los niveles de iluminación en función de la actividad desarrollada. La más difundida en Latinoamérica es la emanada de la Comisión Europea que es la UNE 12464.1

El flujo emitido por una fuente luminosa proporciona una iluminación (iluminancia) sobre una superficie, cuyos valores se miden en Lux. Estos valores proyectados sobre un mismo plano y unidos aquellos del mismo valor por medio de líneas que dan como resultado las curvas isolux de niveles de iluminancia

La Iluminancia (E) se rige por la ley inversa del cuadrado, en la que se relaciona la Intensidad luminosa (I) y la distancia de la fuente luminosa al plano iluminado.

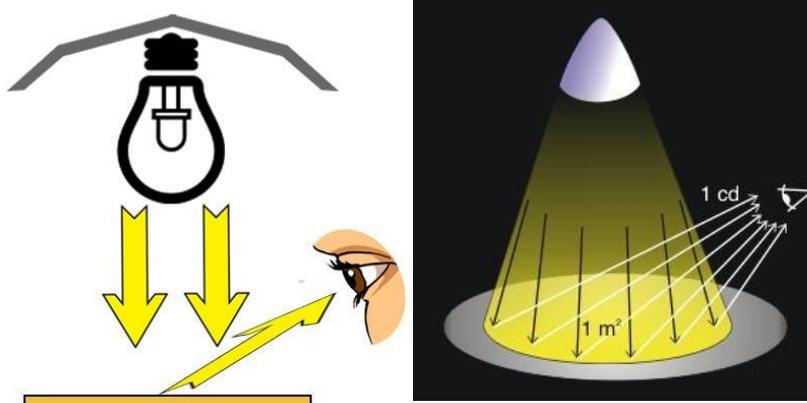


Ley Inversa del cuadrado

Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Inverse_square_law.svg

1.2.1.4 Luminancia (L)

La luminancia es la cantidad de luz que percibe el ojo tras incidir en una superficie determinada. Por lo tanto, la luminancia mide el brillo de una fuente de luz, después de incidir, reflejar o atravesar diferentes superficies. La unidad de la luminancia es la candela x m² y su símbolo es cd/m².



Luminancia

Fuentes: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Luminancia.jpg>
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cd-m2_luminancia.jpg

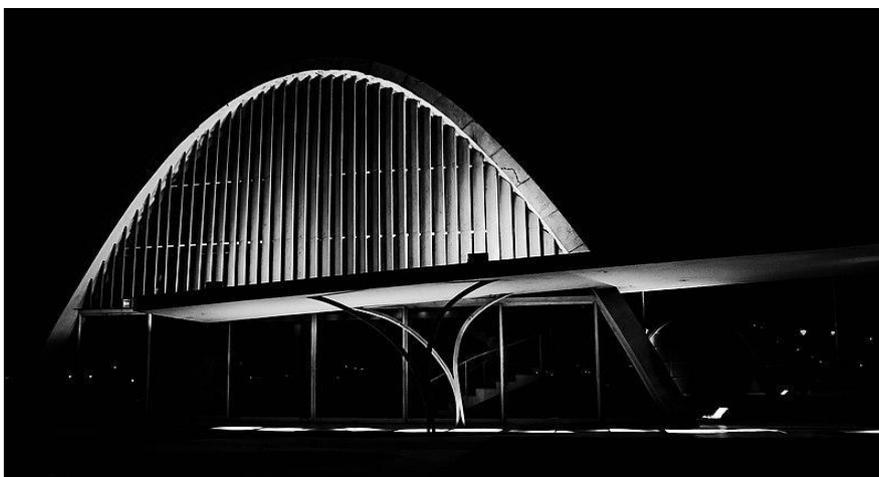
A mayor luminancia mayor percepción de claridad. Es un tema a controlar porque una luminancia muy elevada puede producir un deslumbramiento indeseado.

En el siguiente video verán un comparativo entre Iluminancia y Luminancia. Video 3 <https://youtu.be/SHhb8U0t5U8>

Existen además una serie de magnitudes que se utilizan para establecer criterios de calidad en la iluminación. Son características fundamentalmente de consideración por parte de los proyectistas, más que por su determinación con alguna unidad de medida específica.

1.2.1.5 Contraste

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



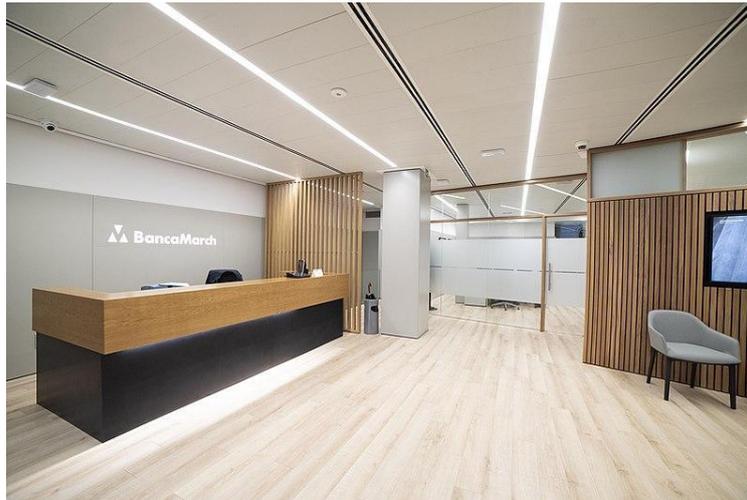
Contraste de iluminación

Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sombras_e_luzes_da_Igreja_de_S%C3%A3o_Francisco_d_e_Assis.jpg

1.2.1.6 Uniformidad

La uniformidad de la luz hace referencia a la uniformidad de la iluminación en un entorno. Según cada caso puede ser una magnitud importante para el confort visual. Si existe desigual luminancia e iluminancia puede llevar a la mala visualización de zonas en las cuales hay un contraste inadecuado, y por lo tanto nuestros ojos tienen que adaptarse y readaptarse muy a menudo, nos cansamos más.

La iluminancia media proporcionada por cualquier tipo de instalación irá disminuyendo con el tiempo debido al desgaste 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.

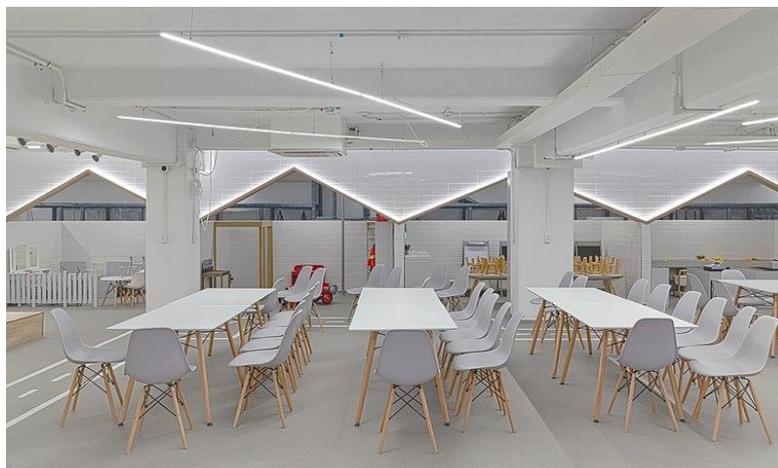


Uniformidad de iluminación

Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Interior_Sede_Banca_March_Madrid.jpg

1.2.1.7. 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.



Ejemplo de deslumbramiento molesto

Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ludoteca_BOK_-_State_of_Light.jpg

Existen dos tipos de deslumbramiento:

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

En cuanto a la forma de producirse, el deslumbramiento directo es el producido por una fuente lumínica demasiado brillante o sin un apantallamiento suficiente dentro del campo visual. El deslumbramiento reflejado es producido por una fuente lumínica que es reflejada por una superficie brillante, que contribuye a un esfuerzo visual y produce fatiga



Deslumbramiento mixto: directo (luminarias de fondo), y reflejado (piso con brillo)

Fuente:https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Glare_from_mirrors_at_the_Memorial_Garden,_Omagh_-_geograph.org.uk_-_3839623.jpg

1.2.1.8 Confort visual

El confort visual es una condición subjetiva en donde sentimos una sensación de bienestar cuando observamos o realizamos alguna tarea y esto es principalmente porque tenemos una buena calidad y cantidad de iluminación. Sin embargo, el confort visual como tal es cuestión de percepción de la luz a través del sentido de la vista ya que el confort visual refiere más a aspectos físicos fisiológicos y psicológicos y su relación más con la luz. El confort lumínico es más de aspectos psicológicos relacionados con la percepción espacial de lo que nos rodea como usuarios.

Es importante conocer qué características tiene el usuario también manejar algunos términos como la calidad de la luz con la que contamos y considerar si tenemos algún aspecto o situación que perturbe la visibilidad o tarea a desarrollar en el espacio a iluminar para poder contemplar o evitar y así poder tener un confort adecuado. Considerar los niveles de iluminancia y luminancia en los espacios para lograr un nivel óptimo donde poder percibir y realizar las diversas actividades.

Es muy importante considerar el valor de la luz natural en la arquitectura. Ello cobra un sentido muy importante porque comparando luz natural con luz artificial, su aporte beneficia mucho a los espacios, son más comfortable a la vista para el usuario por lo que el equilibrio entre natural y artificial siempre beneficiara el logro de un confort visual apropiado, considerando obviamente tener en cuenta que cada espacio es diferente con diferentes necesidades tanto por el tipo de actividad como por el tipo de usuario.



Confort visual en espacios de museos. Equilibrio entre luz natural y artificial.

Fuente: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MBA-Contemporaneo.jpg>

Para obtener un confort visual eficiente en un proyecto de iluminación se requiere de un exhaustivo análisis de las diferentes características técnicas de las luminarias a colocar: las propiedades de las lámparas, datos fotométricos, así como datos de planificación para la tarea de iluminación concreta. O sea, es imprescindible considerar luminarias con características de diseño contemplando cualidades antideslumbrantes en sus diseños entre otras cosas.

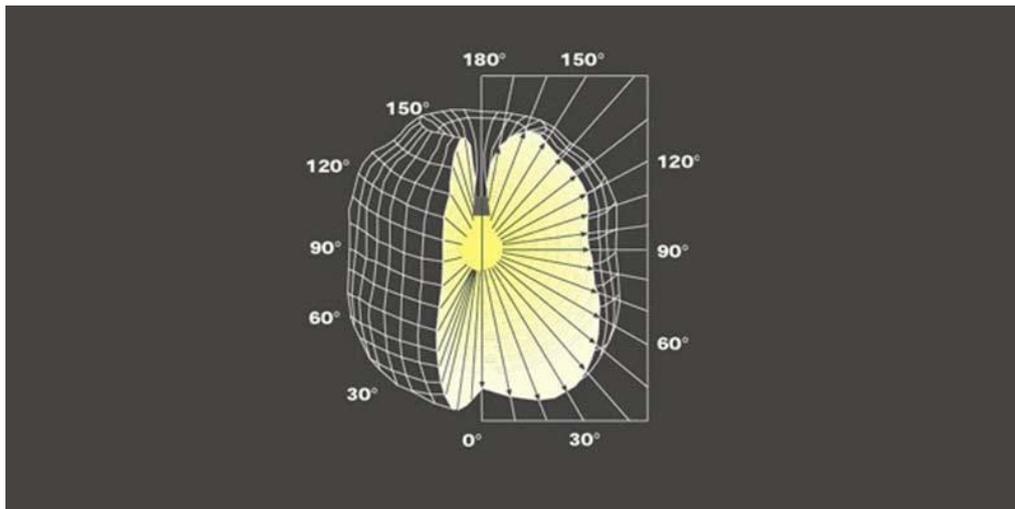
Tres aspectos claves determinan la eficiencia de la iluminación: desde el punto de vista cuantitativo, la eficiencia luminosa de la fuente de luz, el rendimiento de la luminaria, y el grado de efectividad con el que una luminaria desempeña su tarea de iluminación.

1.2.2. Interacción de las magnitudes

La interacción de las unidades de la luz está contemplada en los estudios que al respecto de la prestación de las fuentes de luz o de las luminarias son sometidas en los laboratorios específicos. Allí juegan un rol fundamental estas magnitudes para los resultados logrando la obtención de las denominados perfiles fotométricos o fotometrías; fundamentales para la valoración de las fuentes de luz o luminarias.

1.2.2.1. Fotometrías:

Que es la fotometría, de manera simple la definimos como la ciencia encargada de medir la intensidad de la luz dentro del rango visible que tenemos los seres humanos que ya dijimos esta entre los 450 nm a los 750 nm. Mide dicha intensidad y todas sus características. Ello se realiza en laboratorios de luminotecnica a través de aparatología que mide los patrones de una fuente de luz o de una luminaria. Da como resultado todas las propiedades fotométricas de esa luz visibles ante el ojo humano referidas en un volumen tridimensional, el sólido fotométrico.



Sólido fotométrico de una lámpara.

Fuente: <https://www.iluminet.com/press/wp-content/uploads/2017/08/curvas-fotometricas-1.jpg>

Lo primero que arrojan los estudios de una fuente de luz o luminaria es un diagrama polar de las intensidades luminosas transversales del objeto estudiado, donde quedan plasmadas los vectores I (intensidad luminosa), totales de la luz de dicho objeto según sus características de diseño. Del diagrama polar se obtienen diferentes curvas fotométricas.

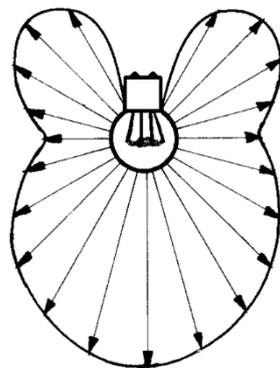
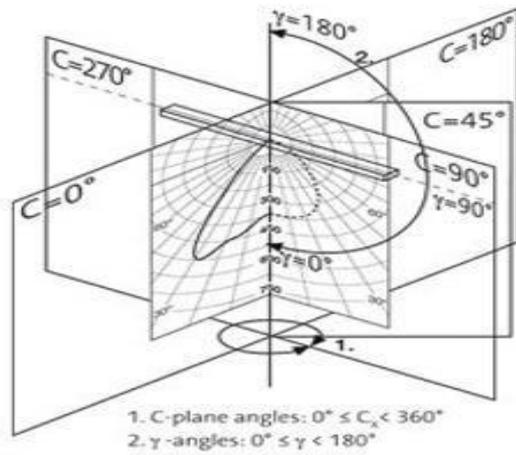


Diagrama polar de una lámpara.

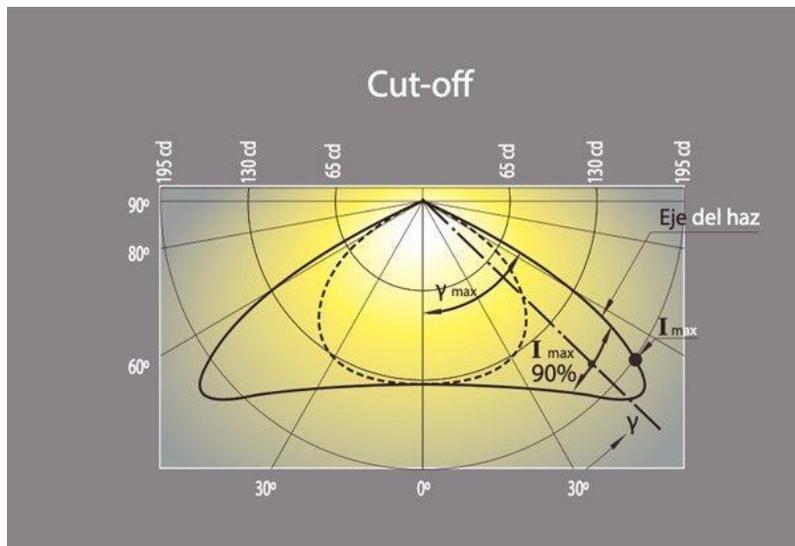
Fuente: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Indicatrice.png>

Muestran cómo se comporta la luz representada mediante una gráfica bidimensional, en base a un corte transversal del diagrama polar referido. Por cada diagrama polar y según los diseños de las luminarias se podrán obtener varias curvas fotométricas para conocer bien la prestación de la luminaria. Generalmente se consideran 2 cortes planos del sólido fotométrico. Los denominados como: $C = 0-180$ y su perpendicular $C = 90 - 270$.



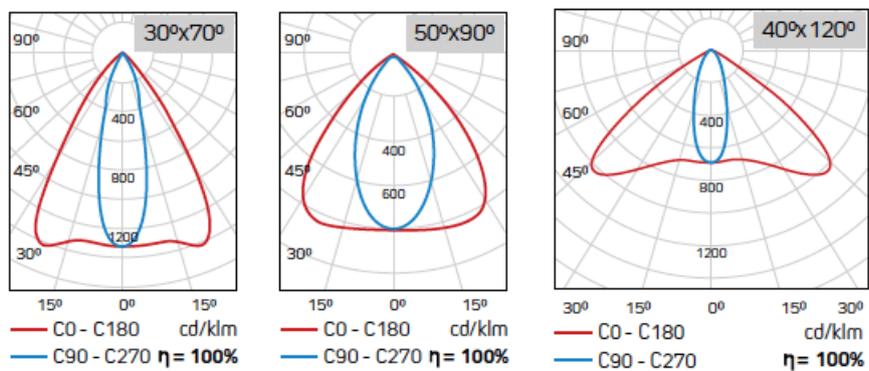
Planos fotométricos

Fuente: <https://www.iluminet.com/press/wp-content/uploads/2017/08/solido-fotometrico.jpg>



Visualización de un corte o curva fotométrica según sus máximas intensidades luminosas

https://www.iluminet.com/press/wp-content/uploads/2021/09/curva_formula_cutoff.jpg



Ejemplos de curvas fotométricas.

Fuente: https://www.celerlight.com/wp-content/uploads/2021/05/celer_fotometria-highbaylineal.png.webp

Las curvas fotométricas están disponibles a través de los catálogos de los diferentes proveedores de iluminación, quienes someten sus productos a dichos estudios fotométricos para saber las prestaciones de los mismos, y poder ser considerados en diversas aplicaciones. Estos resultados además se vuelcan en un archivo interactivo con formato IES, con el cual podemos acceder a su utilización en los cálculos de iluminación realizados a través de softwares de cálculo. No todas las empresas arrojan sus curvas fotométricas de sus productos que fabrican.

Por otra parte, tenemos las denominadas Curvas Isolux. Estas son un diagrama plano que señala el flujo luminoso en una superficie, eso quiere decir que representa que según como estén ubicadas las luminarias, donde cae la mayor parte de la luz que ilumina dicha superficie. Las curvas isolux tienen escalas de iluminancia (lux) por puntos.

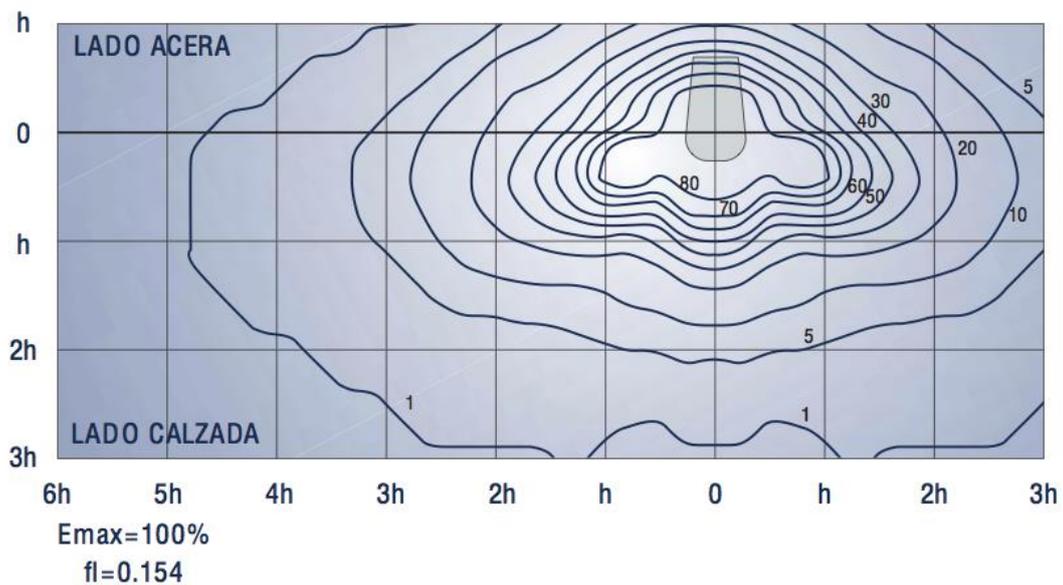


Diagrama o curva Isolux de una luminaria vial

<https://grlum.dpe.upc.edu/manual/imagenes/diagramaisolux.png>