

Conceptos básicos de iluminación



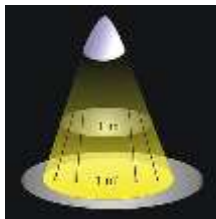
Luz emitida

- Es una medida de toda la energía en forma de luz producida y entregada por una bombilla.
- Un salón tendrá un aspecto más iluminado cuando colocamos una bombilla con mayor emisión de luz que cuando colocamos una bombilla con poca luz emitida.



La unidad de medida utilizada

- Es el Lumen
- Se simboliza lm.
- A medida que los lúmenes de una bombilla aumenten entregará más luz.
- Por ejemplo, en la figura mostramos una sala iluminada con una bombilla de 1400 lúmenes y la misma sala con una iluminación de 3250 lúmenes.

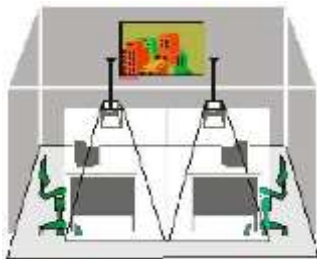


Nivel de iluminación

- La luz emitida por una bombilla finalmente incide en una superficie, por ejemplo, en el escritorio donde está la revista que leemos.
- Llamamos nivel de iluminación a la luz por unidad de área que incide en una superficie.
- Nosotros debemos ajustar el nivel de iluminación en un espacio dependiendo del trabajo realizado en él.



- Cuando estamos trabajando en la oficina es importante tener un nivel de luz (cantidad de luxes) suficiente para poder hacerlo cómodamente.



- Por ejemplo, en una oficina el nivel de luz recomendado es de 300 luxes, a diferencia de un baño que necesita 100 luxes, o de un pasillo para el cual se recomiendan 50 luxes.



- La medida del nivel de iluminación se puede realizar directamente con un luxómetro.



- Para lograr un nivel de iluminación adecuado en un recinto amplio debemos utilizar varias bombillas.
- No todas las bombillas iluminan en todas las direcciones ni lo hacen con el mismo nivel de iluminación.
- Por lo tanto, dentro de un mismo ambiente pueden existir unos lugares oscuros y otros bien iluminados.

Distribución de luz



Criterios para una buena iluminación

- Existen dos criterios generales para lograr una buena iluminación en un ambiente:
- El primero, contar con un nivel de iluminación adecuado al uso del espacio.
- Segundo, que el nivel de iluminación sea uniforme en todo lugar.

Criterios para una buena iluminación



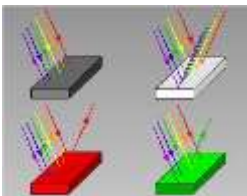
- Debemos repartir la iluminación de las bombillas para que veamos un ambiente homogéneo y sin grandes contrastes de luz, puesto que un gran contraste produce cansancio visual.
- Seguramente, no deseamos que nuestro proyecto de casa u oficina parezca una obra de teatro en la cual la distribución de luz resalta sólo algunos objetos.

Reflexión

- Cuando la luz emitida por una bombilla incide sobre las paredes del ambiente que iluminamos, una parte de la luz se refleja y ayuda en la iluminación general.



Reflexión



- La cantidad de luz reflejada depende de la superficie; por ejemplo, una pared lisa reflejará mejor la luz que una pared rústica.
- Las paredes claras reflejan más luz que las paredes oscuras y por esta razón producen una mejor distribución de la luz en el espacio que rodean.

Deslumbramiento



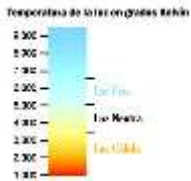
- El deslumbramiento ocurre cuando en nuestro campo visual observamos un objeto con un nivel de luz de intensidad muy superior al conjunto en el cual se encuentra.
- En este caso sólo percibimos el objeto con mayor nivel de luz sin poder distinguir bien los demás objetos.



Deslumbramiento

- Para evitar este problema de deslumbramiento podemos hacer varias cosas:
 1. Colocar las bombillas fuera de nuestro ángulo de visión.
 2. Colocar luminarias que difundan la luz ó usar bombillas esmeriladas.
 3. Evitar el brillo en las paredes.

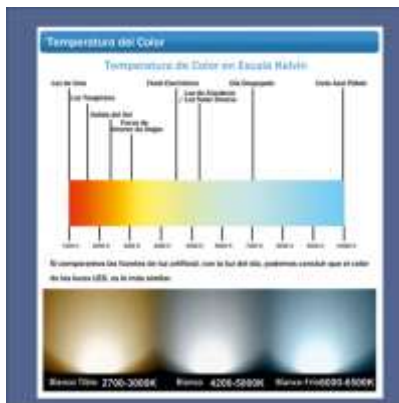
Temperatura de color de las bombillas



- Cada bombilla genera un tono de luz diferente definido en tres posibles clases: **cálido, frío ó blanco**.
- A esta característica se le denomina **temperatura de color** y **no tiene relación con el calor** producido por la lámpara, sino con el tono del color que le da al ambiente.

Temperatura de color de las bombillas

- Un ambiente iluminado con un tono de luz blanco-rojizo se percibirá cálido y abrigador mientras uno con un tono de luz blanco azulado se percibirá como frío.
- La temperatura de color de una bombilla se mide en grados Kelvin (se simboliza K); un valor más alto de temperatura de color implica una bombilla con tono de luz más frío.



Color temperatura	Mínimo	Medio	Máximo
Blanco puro	4.500 K	6.500 K	8.000 K
Blanco frío	3.250 K	4.000 K	4.750 K
Balanco cálido	2.700 K	3.000 K	3.300 K
Rojo	620 K	625 K	630 K
Verde	520 K	525 K	530 K
Azul	465 K	470 K	475 K



TEMPERATURA DEL COLOR

TEMPERATURA DE COLOR	GRADOS KELVIN	EFFECTS F. HUMANOS ASOCIADOS	APLICACIONES RECOMENDADAS
CALEIDO	2800-3400°K	Abrigado, Intimo, Personal, Exclusivo	Residencia, Librería, Salones, Tienda de Ropa, Oficinas
NEUTRAL	3600°K	Abrigado, Irritante	Escuelas, Salas de Exposiciones, Librerías, Oficinas
FRIO	3600-4800°K	Fresco, Limpio, Eficiente	Oficinas, Salas de Conferencias, Escuelas, Hospitales, Salas de clases
LUZ DE DIA	5000°K	Impresional, Dinámico, Limpio	Impres, Consultorios, Restaurantes, Hospitales



Reproducción de color



- La manera en que percibimos los colores se afecta en mayor o menor grado por la luz artificial.
- Una bombilla tiene buena reproducción de color cuando percibimos los colores del ambiente que ilumina de manera muy similar a como lo experimentamos con luz natural.

Reproducción de color



- Las bombillas incandescentes y en especial las halógenas, permiten apreciar con mayor realismo los colores, que las bombillas fluorescentes.
- Esto limita el uso de las bombillas fluorescentes en actividades donde la reproducción fiel del color sea importante.
- Un pintor se llevaría una ingrata sorpresa si, después de trabajar toda la noche a la luz de una bombilla fluorescente, revisara su trabajo en la mañana.

Reproducción de color



- La reproducción de color de una bombilla se mide mediante el IRC o **ÍNDICE DE RENDIMIENTO CROMÁTICO**.
- El IRC es una medida de 0 a 100 que se utiliza para indicar el aspecto de los colores bajo fuentes de luz diferentes.
- En general, mientras los colores de un objeto percibido bajo luz artificial sean más parecidos a los colores vistos bajo la luz solar, mayor será el IRC de la bombilla.

Energía



- Para realizar cualquier labor como encender un computador, un sistema de aire acondicionado o una bombilla, usamos energía eléctrica.
- La energía eléctrica que utilizamos se mide en kilovatios-hora.
- La empresa de energía nos cobra una tarifa por cada kilovatio-hora (se escribe kWh) de energía que consumimos.

Energía



- Para saber cuánta energía consume una bombilla debemos mirar su valor en vatios (se escribe W).
- Una bombilla con mayor valor en vatios consumirá más energía.
- Por ejemplo, si encendemos durante diez horas una bombilla de 100 W, consumiremos una energía de 1 kWh y si encendemos una bombilla de 200 W consumiremos el doble, es decir 2 kWh.

Tensión eléctrica

- La tensión (también llamada voltaje) es una de las propiedades de la energía eléctrica, que se puede cambiar, con el fin de transferir electricidad desde su punto de producción hasta el usuario final.
- La tensión eléctrica se mide en voltios (se escribe V) y el nivel de tensión en voltios en México es 127 V.
- Es importante fijarnos que las bombillas que compremos, sobre todo las importadas, estén fabricadas para que funcionen a este valor de tensión.

Tipos de bombillas



Tipos de bombillas

- Los tipos de bombillas más utilizadas en iluminación de edificaciones públicas son:
- Incandescente
- Halógena
- Fluorescente tubular
- Fluorescente compacta
- Halogenuro metálico
- Led

La bombilla incandescente

- Nos permite percibir los colores de manera bastante fiel y emite un color de luz cálido en el ambiente.
- Se enciende instantáneamente y dispersa uniformemente la luz.
- Por otra parte, consume una gran cantidad de energía y genera mucho calor.



La bombilla incandescente

- Esta bombilla tiene 3 acabados: claro, esmerilado y de color.
- El claro o transparente tiene la luz más brillante de todas, pero puede deslumbrar.
- El esmerilado y el blanco se usan para difundir mejor la luz, aunque absorben una pequeña parte de ésta



La bombilla halógena

- Emite una luz blanca y focalizada siendo la más similar a la luz del día.
- Por su color de luz es, entre todas las bombillas, la que permite percibir los colores con el mayor realismo.
- Con el mismo consumo de energía de una incandescente, la bombilla halógena puede tener una mayor emisión de luz, aunque también genera mucho calor.



La bombilla fluorescente tubular

- Emite una luz con tonalidad predominantemente blanca y fría, aunque se consiguen referencias de luz blanca cálida.
- Su reproducción de color no es muy buena.
- Tiene un sistema de encendido llamado balasto, el cual retarda un poco su activación.



La bombilla fluorescente tubular

- El consumo de energía de esta bombilla es muy bajo, pero tarda algunos minutos desde su encendido hasta alcanzar su máxima emisión de luz.
- Se recomiendan las que funcionan con balasto electrónico para lograr máximo ahorro energético y evitar el parpadeo que puede ser molesto.
- En nuestro mercado, las bombillas fluorescentes tubulares más comunes son rectas, pero también se consiguen en forma de U o redondas.

La bombilla fluorescente tubular

- El diámetro de los tubos es de 16 mm, 26 mm y 38 mm, o su denominación en octavos de pulgada T2, T5, T8 y T12, respectivamente.
- Entre menor sea el diámetro, más eficaz es la bombilla, por lo tanto, la T2 es la más eficaz; además la T5 y la T8 reproducen mucho mejor los colores comparadas con la T12

Fluorescente compacta

- Se fabrica a partir de un tubo fluorescente retorcido, logrando el tamaño de una bombilla incandescente.
- Se ha procurado que su reproducción de color sea mejor que el de las tubulares y se consiguen con varias temperaturas de color; algunas tonalidades imitan el color cálido de las incandescentes.



Fluorescente compacta

- Su consumo es muy bajo y al igual que en los tubos, su máxima emisión de luz se logra después de algunos minutos.
- En nuestro mercado, son habituales los acabados BIAx, de globo y espiral.



La bombilla de Halogenuro Metálico

- Este tipo de bombilla que opera bajo alta presión y temperatura, requiere de una instalación especial para operar de forma segura.
- Generalmente son más eficientes que las lámparas fluorescentes.



Lámparas de Halogenuros Metálicos de Colores HSI-T



La bombilla de Halogenuro Metálico

- Es capaz de emitir luz desde muy amarilla a muy blanca, con un IRC alto.
- Al igual que la bombilla fluorescente tubular, necesita de un sistema de encendido llamado balasto, lo que hace que su tiempo de encendido sea de alrededor de 5 minutos, al igual que su tiempo de apagado.

El Led

- Es un dispositivo fabricado con los mismos materiales de los chips electrónicos.
- Aunque todavía está en desarrollo, los grandes avances en tan corto tiempo lo hacen llamar “La iluminación del futuro”.



El Led

- Tiene grandes ventajas, como poder controlar el color y tonalidad de la luz, su vida útil es cercana a los 10 años y es resistente a golpes fuertes.
- Aunque su eficiencia todavía no supera la de las bombillas fluorescentes, se espera que muy pronto lo haga.



LUMINARIAS

Luminarias

- El conjunto de elementos que se necesitan para ubicar y proteger cualquier tipo de bombilla en algún lugar lo llamamos luminaria.
- La luminaria también ayuda controlar el nivel y la distribución de la luz.
- La emisión de luz de la bombilla puede, en algunos casos, verse notablemente disminuida por la luminaria.

Luminarias

- Para ilustrar lo anterior, pensemos en una luminaria de tipo **"farol"** de un material oscuro, buena parte de la emisión de luz de la bombilla se perderá en la luminaria.
- Por ello la selección de luminarias es un factor importante a tener en cuenta en la iluminación de un ambiente.

Duración de las bombillas

- En el momento de comprar una bombilla, nos garantizan una duración aproximada en horas.
- Las bombillas incandescentes son las que menos duran y las fluorescentes compactas son las de mayor duración.



Duración de las bombillas

- La duración de las bombillas disminuye cuando apagamos y prendemos con mayor frecuencia.
- También se acorta si la tensión (V) para la cual está diseñada la bombilla es menor que la de nuestra edificación.

Costo inicial y reposición

- Para adquirir una bombilla fluorescente compacta debemos hacer una inversión inicial alta, mientras que si compramos una bombilla incandescente debemos invertir menos.
- Sin embargo, habría que comprar 10 bombillas incandescentes antes de tener que reponer una bombilla fluorescente compacta durante el tiempo en que ésta funciona.
- Por tanto, la alta inversión inicial en la bombilla fluorescente compacta se compensa por no tener que cambiarla frecuentemente.

Costo inicial y reposición

- La inversión inicial también es alta para los tubos fluorescentes, porque necesitan una instalación eléctrica especial para su funcionamiento.
- En el instante en que un tubo falla no se requiere cambiar la instalación, sólo se debe cambiar el tubo, cuyo costo de reposición es aproximadamente la décima parte de la inversión inicial.
- Para otros tipos de bombillas no existe la posibilidad de cambiar sólo una parte y por ello el costo de reposición es comprarlas nuevamente.

Eficacia luminosa

- Cuando prendemos una bombilla, sólo una parte de la energía eléctrica que nosotros pagamos se convierte en luz emitida, otra parte se convierte en calor.
- Para saber cuánta energía, de toda la que nos llega, se convierte en luz emitida, se utiliza la eficacia luminosa.

Eficacia luminosa

- Ésta se define como

$$\text{EFICACIA} = \frac{\text{LÚMENES EMITIDOS POR LA BOMBILLA}}{\text{POTENCIA DE LA BOMBILLA}}$$

Eficacia luminosa

- Una bombilla eficaz desperdiciará menos energía, puesto que la mayor parte de la energía que recibe la transforma directamente en luz y no en calor.



Eficacia luminosa

- Supongamos que tenemos una bombilla de 100 W y otra bombilla de 30 W y que ambas emiten 1500 lúmenes.
- La eficacia de la primera bombilla está dada por $1500 \div 100 = 15 \text{ lm/W}$
- La segunda bombilla por $1500 \div 30 = 50 \text{ lm/W}$.

Eficacia luminosa

- Con ambas obtendremos el mismo nivel de iluminación.
- Pero si utilizáramos diez horas la primera bombilla consumiríamos 1 kWh
- Mientras que con la segunda consumiríamos 0.30 kWh.



Eficacia luminosa

- Esto se debe a que la segunda bombilla es más eficaz.
- La eficacia luminosa se especifica en lm/W y un valor más alto caracteriza una bombilla con la que ahorramos más energía.



Costo energético

$$\text{KWh} = (\text{días})(\text{watts}/1000)(\text{horas})$$

Potencia de lámpara en kw

$$(60 \text{ W} \times \text{HORA})/1000 = 0.06 \text{ KW}$$

Luego

$$30 \text{ días son } 30 \times 1,5 \text{ horas} = 45 \text{ horas}$$

Por lo tanto

$$45 \text{ horas} \times 0,06 \text{ KW} = 2,7 \text{ KWHora por mes}$$

Conceptos:

$$\text{Potencia} \times \text{Tiempo} = \text{TRABAJO ELÉCTRICO}$$

(LO QUE SE FACTURA ES TRABAJO ELÉCTRICO)

CFE

Tabla: Importe de una facturación en tarifa 1 sin IVA con cuotas de junio de 2011 en diferentes consumos.

Consumo Mensual	Importe (sin IVA)	Descripción
200 kWh	\$221.23	Tarifa para un consumidor de categoría 1, residencial.
200 kWh	\$307.95	Por un kWh de más, la diferencia es de \$86.72 (39% más) respecto del consumo anterior, lo que es más elevado? Aquí empieza el costo variable de categoría 2, al que se le calculan comisiones mensuales.
300 kWh	\$664.98	Desde aquí se aplica tarifa 1.
400 kWh	\$1,091.40	Se aplica en adelante también la tarifa CMC. De este caso la diferencia es de \$428.42 (39% más) respecto del consumo anterior. También, todo por un kilowatt de más?

Tarifas Generales de baja tensión CFE

Tabla 2

Tarifa 1 (Residencial - General)												
Periodo	Dic-2010	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov
1-100	2.378	2.220	2.177	2.161	2.183	2.201	2.219					
101-150	2.871	2.860	2.838	2.812	2.817	2.776	2.831					
151-200	3.349	3.355	3.300	3.276	3.267	3.261	3.251					
Tarifa 2 (Pequeña Industria)												
Periodo	Dic-2010	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov
Industrial	63.15	63.42	62.28	62.03	62.12	61.87	61.52					

Tabla 3

Tarifa 3 (Pequeña Industria - Industrial)												
Periodo	Dic-2010	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov
Industrial	331.43	331.90	331.41	330.35	330.33	330.87	330.63					

Tabla 4

Tarifa 4 (Pequeña Industria - Industrial)												
Periodo	Dic-2010	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov
Industrial	1.720	1.684	1.630	1.606	1.606	1.720	1.720					

Ejercicio Costo energético

- Calcular el costo energético es el dinero que pagamos por mantener una bombilla encendida durante cierto tiempo.
- Por ejemplo, al encender una bombilla de 100 W cada noche, durante 3 horas, tenemos un
- costo energético mensual de \$ _____ y un
- costo energético anual de \$ _____.

Costo energético



- El costo energético mayor siempre lo tiene la bombilla menos eficaz.
- El más alto lo tiene la bombilla incandescente, muy cerca está la bombilla halógena.
- El menor costo de energía lo tienen las bombillas fluorescentes especialmente las fluorescentes tubulares.

Consumo energético

