

LUMINOTECNIA

Magnitudes y Unidades

Luminotecnia

La Luminotecnia es la ciencia que estudia las distintas formas de producción de luz, así como su control y aplicación. **Sus magnitudes** principales son:

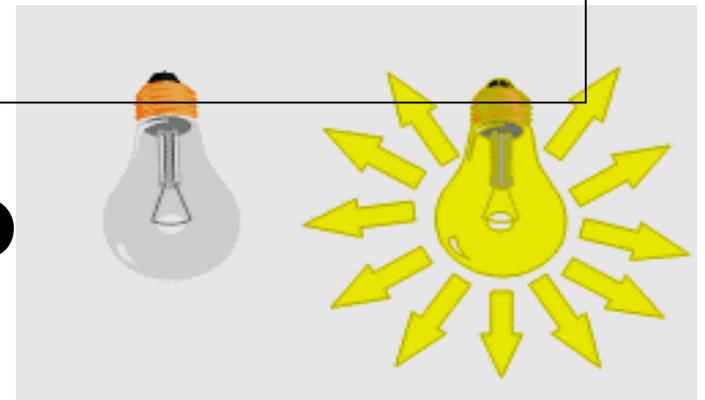
a) FLUJO LUMINOSO

Es la magnitud que mide la potencia o caudal de energía de la radiación luminosa y se define como:

Potencia emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible, se mide en **Lumen** (Lm)

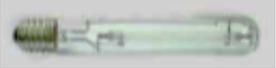
Φ = Flujo luminoso (lumen)

Φ



Luminotecnia

Ejemplo de flujos luminosos

Lámpara incandescente de 60 W		730 Lm
Lámpara fluorescente de 40 W "blanca"		3.000 Lm
Lámpara halógena de 1000 W		22.000 Lm
Lámpara de vapor de mercurio 125 W		5.600 Lm
Lámpara de sodio de 1000 W		120.000 Lm

b) EFICIENCIA LUMINOSA (η)

Expresa el rendimiento energético de una lámpara y mide la calidad de la fuente como instrumento destinado a producir luz por la transformación de energía eléctrica en energía radiante visible.

Es el cociente entre el flujo luminoso total emitido y la potencia total consumida por la fuente.

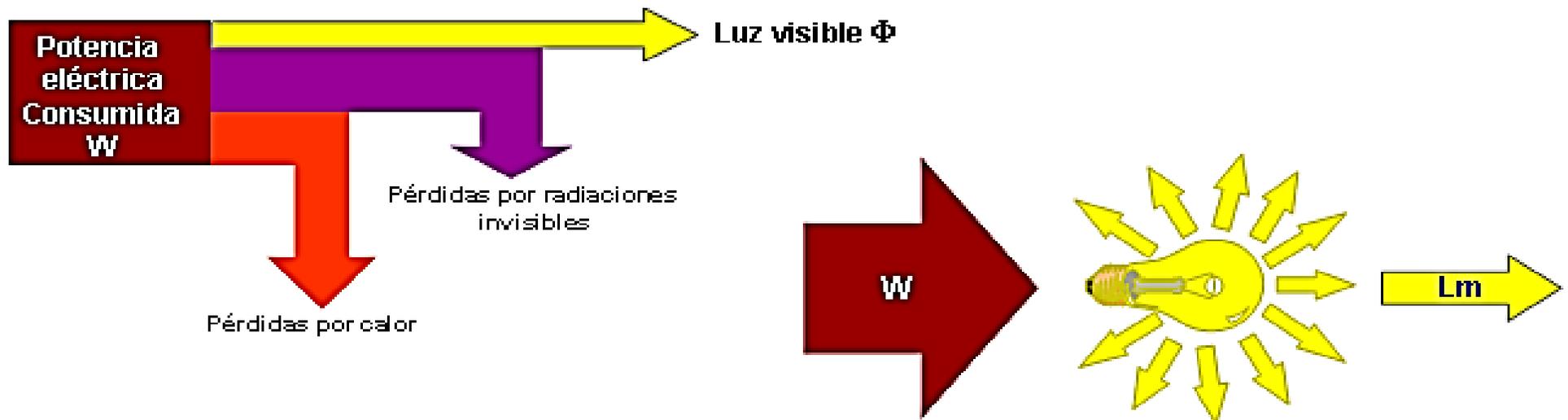
$$\eta = \frac{\Phi}{P}$$

lumen/ Watio

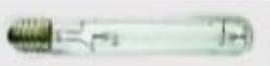
Φ = Flujo luminoso [Lm]

P = Potencia Eléctrica [W]

η = eficiencia Luminosa Lm/W



EFICIENCIA LUMINOSA (η)

Tipo de Lámpara	Potencia	Rendimiento luminoso
	Nominal [W]	Lm/W
Incandescente de 40 W 	40	11
Fluorescente de 40/20 W 	40	80
Mercurio de alta presión 400 W 	400	58
Halogenuros metálicos 400 W 	360	70
Sodio de alta presión 400 W 	400	120
Sodio de baja presión 180 W 	180	183

ILUMINANCIA (E)

Iluminancia o iluminación se define como el flujo luminoso incidente por unidad de superficie. Su unidad es el **Lux**.

El Lux se puede definir como la iluminación de una superficie de 1 m² cuando sobre ella incide, uniformemente repartido un flujo luminoso de 1 Lumen.

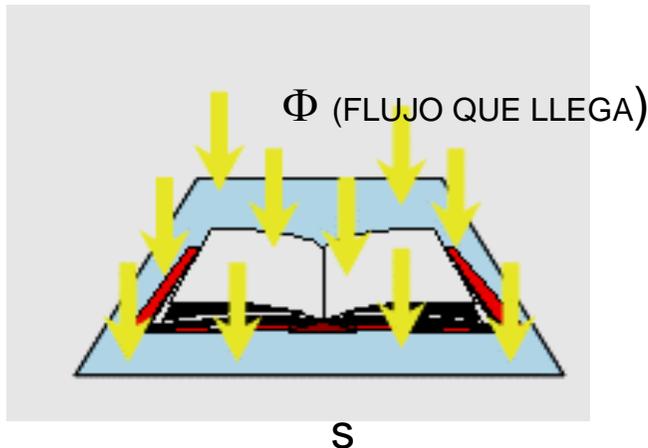
$$E = \frac{\Phi}{S}$$

Lumen/m² = **Lux**

Φ = Flujo luminoso que llega a superficie [Lm]

S = superficie o área a iluminar [m²]

E = Iluminación en la superficie S [lux]



Ejemplo de Iluminación

Mediodía en verano	100.000 Lux
Mediodía en invierno	20.000 Lux
Oficina bien iluminada	400 a 800 Lux
Calle bien iluminada	20 Lux
Luna llena con cielo claro	0,25 a 0,50 Lux

Ejemplo:

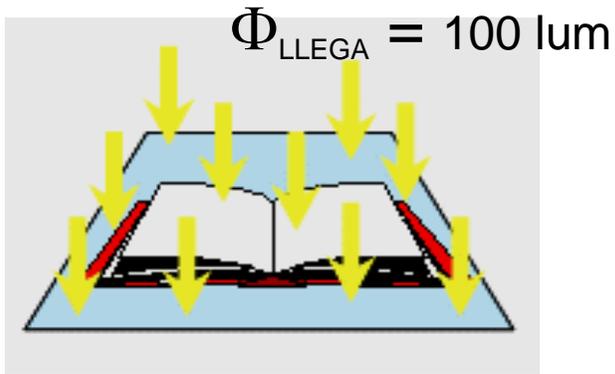
Calcular La iluminación sobre la siguiente superficie de $S=2 \text{ m}^2$



$$\Phi_{\text{LUM}} = 730 \text{ lum}$$

$$E = \frac{\Phi}{S}$$

$$\text{Lumen/m}^2 = \text{Lux}$$



$$S = 2 \text{ m}^2$$

Solución:

La Iluminación sobre la superficie es:

$$E = \frac{\Phi}{S} = \frac{100 \text{ lum}}{2 \text{ m}^2} = 50 \text{ Lux}$$

INTENSIDAD LUMINOSA (I)

El flujo luminoso nos da la cantidad de luz que emite una fuente de luz en todas las direcciones del espacio. Para saber si el flujo que se distribuye en cada dirección del espacio definimos la intensidad luminosa.

La intensidad luminosa de una fuente de luz en una dirección dada, es la relación que existe entre el flujo luminoso contenido en un Angulo solido cualquiera, cuyo eje coincida con la dirección considerada, y el valor de dicho ángulo solido expresado en **estereodarianes**. Su unidad en la **Candela**

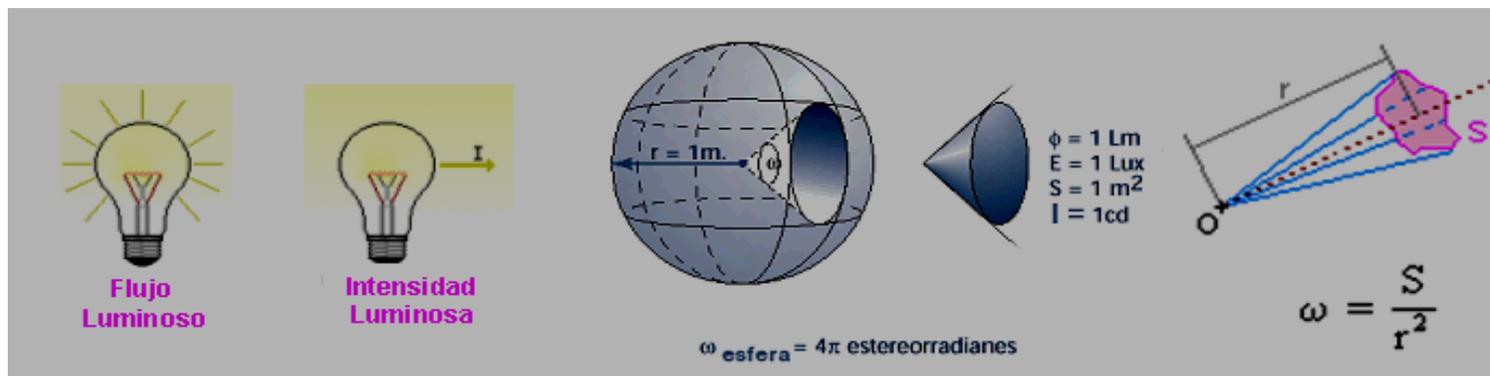
$$I = \frac{\Phi}{\omega}$$

Candela (cd)

Φ = Flujo luminoso [Lm]

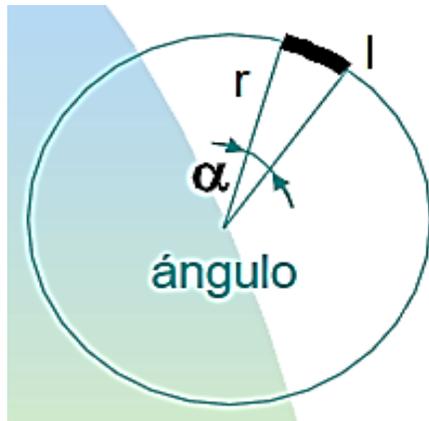
ω = Angulo solido [sr]

I = Intensidad Luminosa [cd]



ANGULO SOLIDO Y PLANO

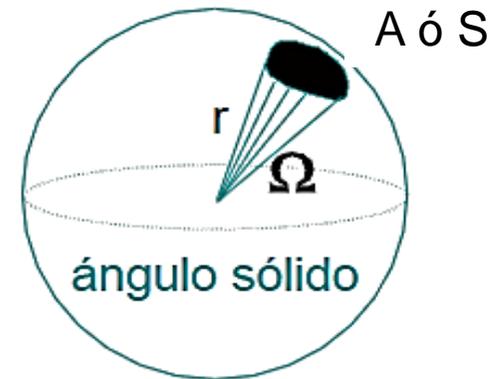
Geometría plana:
Ángulos y radiales (rad)



$$\alpha = \frac{\text{arco}}{\text{radio}} = \frac{l}{r}$$

La circunferencia completa son:
 2π [rad]

Geometría de sólidos (estereometría):
Superficie y estereorradianes (sr)



$$\omega = \Omega = \frac{\text{area}}{\text{radio}^2} = \frac{S}{r^2}$$

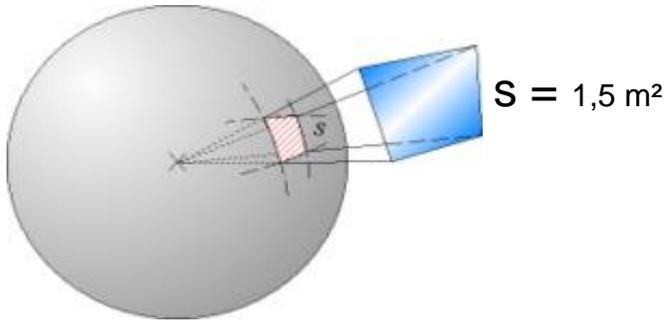
La esfera completa son:
 4π [sr]

Ejemplo:

Ejemplo:

¿Qué ángulo sólido se subtende en el centro de una esfera de 8 m de diámetro por medio de un área de 1.5 m² sobre su superficie?

Solución



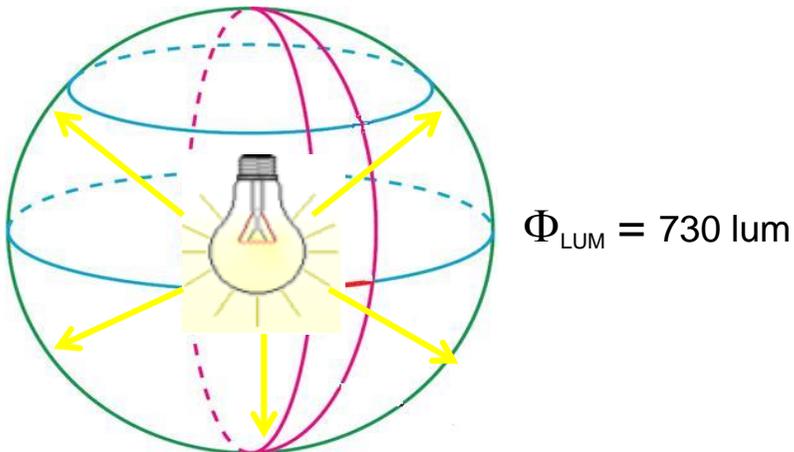
Solución:

El Angulo solido es:

$$\omega = \frac{S}{r^2} = \frac{1,5 \text{ m}^2}{(4 \text{ m})^2} = 0,09375 \text{ str}$$

Ejemplo:

¿Calcular la intensidad luminosa emitida por la siguiente lámpara



Solución:

El Angulo de una esfera es 4π [str]:

La intensidad luminosa será:

$$I = \frac{\Phi}{\omega} = \frac{730 \text{ lum}}{4\pi \text{ str}} = 58 \text{ cd}$$

LUMINANCIA (L)

Intensidad luminosa reflejada por una superficie. Su valor se obtiene dividiendo la intensidad luminosa por la superficie aparente vista por el ojo en una dirección determinada. Su unidad es la **candela/m²**.

(efecto de “brillo” que una superficie produce en el ojo)

$$L = \frac{I}{S}$$

candelas/m²

I = Intensidad luminosa reflejada

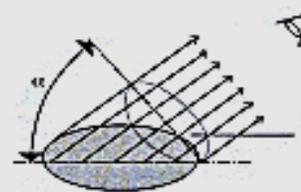
S = Superficie o área que refleja

L = Luminancia o brillo [cd/m²]

Ejemplo:



Quando la superficie considerada **S₀** no es perpendicular a la **dirección de la luz**, habrá que considerar la superficie que resulta de proyectar S₀ sobre dicha perpendicular.



$$S = S_0 \cos \alpha$$

$$L = \frac{I}{S_0 \cos \alpha}$$

LUMINANCIA (L)

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

OTRA FORMA DE CALCULAR LUMINANCIA

$$L = \frac{\rho \cdot E}{\pi}$$

Donde:

L = Luminancia en [cd/m²]

ρ = Grado de reflexión de una superficie, según los valores de la siguiente tabla

E= Iluminación en Lux

Grado de reflexión de algunos colores y materiales

Color	(ρ) Refl. %
Blanco	70-75
Crema claro	70-80
Amarillo claro	50-70
Verde claro	45-70
Gris claro	45-70
Celeste claro	50-70
Rosa claro	45-70
Marrón claro	30-50
Negro	4-6

Material	(ρ) Refl. %
Revoque claro	35-55
Revoque oscuro	20-30
Hormigón claro	30-50
Hormigón oscuro	15-25
Ladrillo claro	30-40
Ladrillo oscuro	15-25
Marmol blanco	60-70
Granito	15-25
Madera clara	30-50

Ejemplo:

¿calcular la luminancia o brillo de una pared color blanca que esta iluminada con una iluminación de $E = 400 \text{ LUX}$

Solución:

La luminancia es:

$$L = \frac{\rho \cdot E}{\pi}$$

Donde:

$$\rho = 70\% = 0,7$$

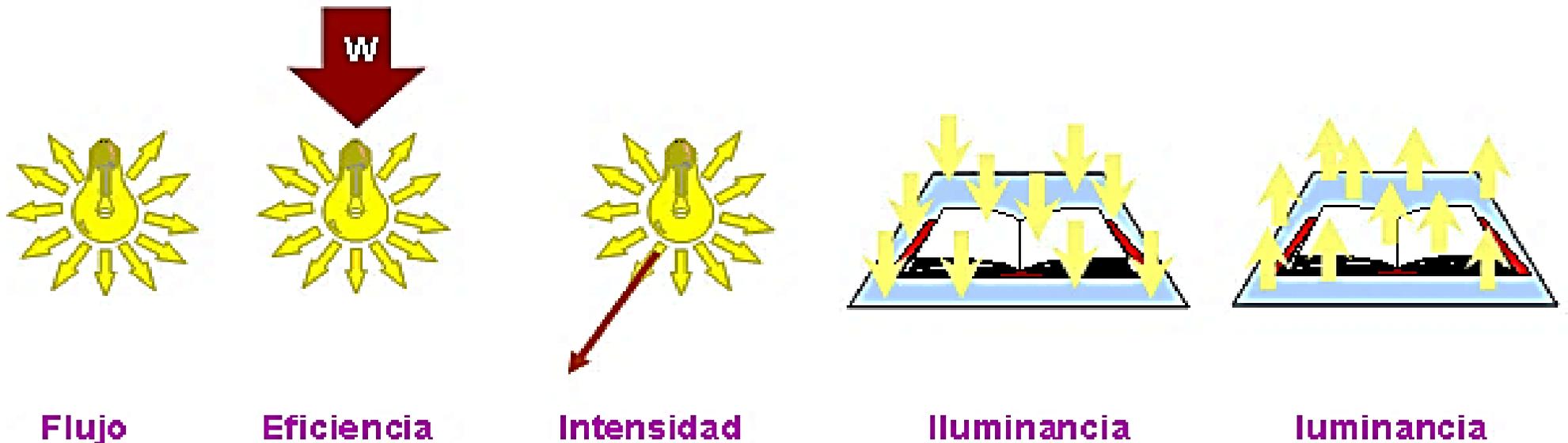
$$E = 400 \text{ lux}$$

Remplazando

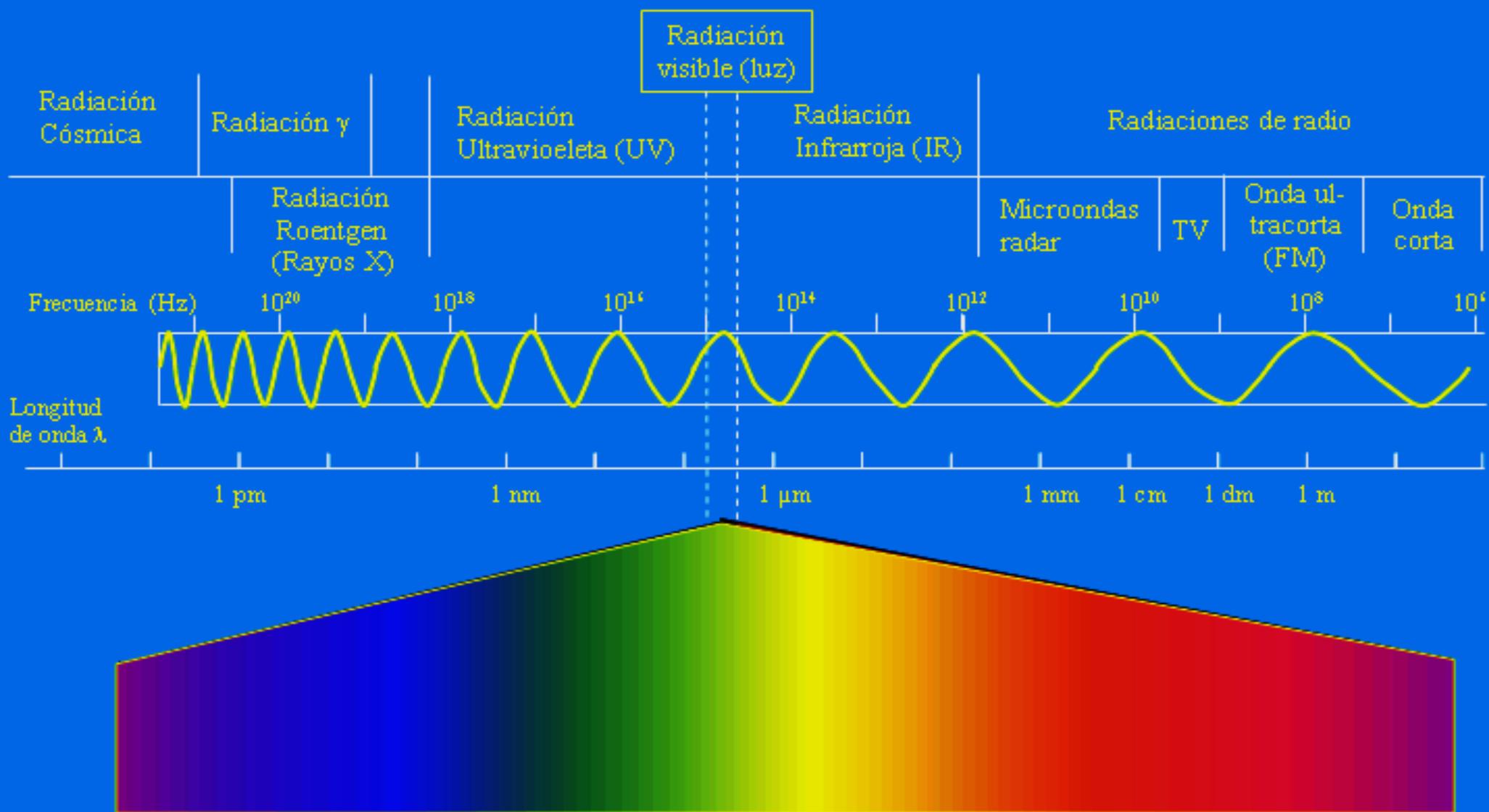
$$L = \frac{\rho \cdot E}{\pi} = \frac{0,7 \cdot 400 \text{ LUX}}{\pi} = 89 \text{ cd} / \text{m}^2$$

RESUMEN DE FORMULAS

Magnitud	Fórmula	Unidad
Flujo luminoso	Φ	Lumen
Eficiencia Lumiosa	$\eta = \Phi/P$	Lumen/Watio
Iluminancia (nivel de iluminación)	$E = \Phi/S$	Lumen / m ² = Lux
Intensidad luminosa	$I = \Phi/\omega$	Candela
Luminancia	$L = I/S$	Candela / m ²



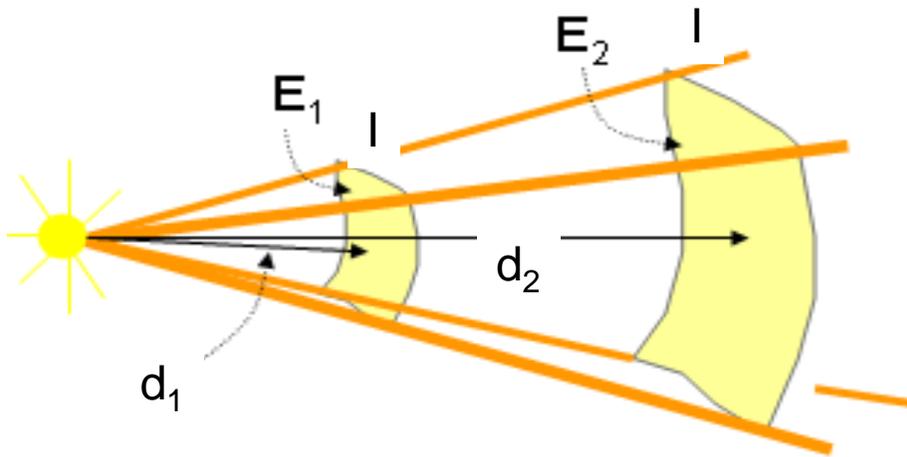
ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO



1.2 Leyes y curvas

LEY DE INVERSA DE LOS CUADRADOS

Se utiliza para calcular la Iluminación a una distancia d_2 si previamente se conoce la iluminación a una distancia d_1



De la def. de iluminación

$$\textcircled{1} \quad \Phi = E S$$

De la def. Angulo solido

$$\textcircled{2} \quad \omega = \frac{S}{r^2}$$

De la def. Intensidad

$$\textcircled{3} \quad I = \frac{\Phi}{\omega}$$

Reemplazo 1 y 2 en 3

$$I = \frac{E \cancel{S}}{\frac{\cancel{S}}{r^2}} = E r^2$$

Despejo E

$$E = \frac{I}{r^2}$$

Como los flujos luminosos y las intensidades luminosas son iguales en ambas superficies, tenemos que:

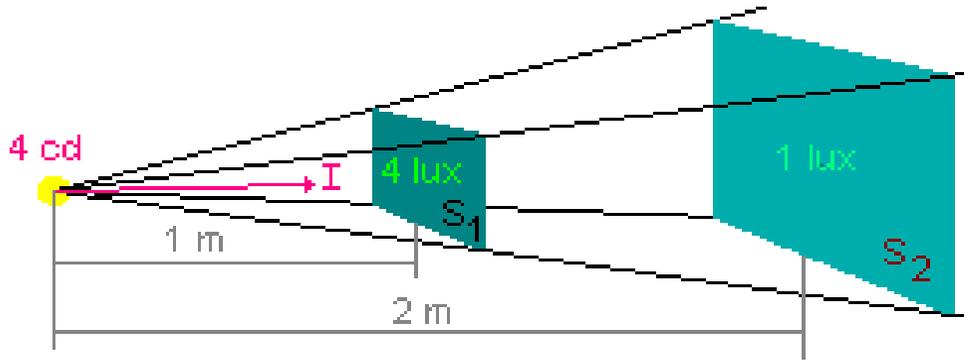
$$\left. \begin{array}{l} I \\ I = E_1 d_1^2 \\ I = E_2 d_2^2 \end{array} \right\} \Rightarrow E_1 d_1^2 = E_2 d_2^2 \Rightarrow \boxed{\frac{E_2}{E_1} = \frac{d_1^2}{d_2^2}}$$

E_1 = Iluminación a la distancia d_1
 E_2 = Iluminación a la distancia d_2
 d_1 = distancia 1
 d_2 = distancia 2

Ejemplo:

Ejemplo:

Un punto luminoso tiene una intensidad luminosa de 4 cd calcular la iluminación sobre una superficie a) a 1 m de distancia b) a 2 m de distancia c) a 5 m de distancia



Solución:

a) Cálculo de la Iluminación a 1 m de distancia :

$$E_1 = \frac{I}{r^2} = \frac{4cd}{(1m)^2} = 4Lux$$

b) Cálculo de la Iluminación a 2 m de distancia :

Aplicando ley de inversa de los cuadrados:

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{d_1^2}{d_2^2}$$

Despejo E2

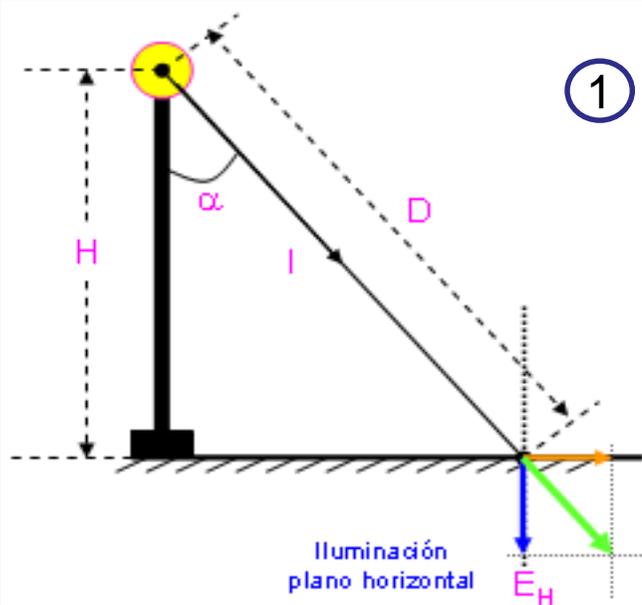
$$E_2 = E_1 \frac{d_1^2}{d_2^2} = 4Lux \frac{(1m)^2}{(2m)^2} = 1Lux$$

LEY DE COSENO

Cuando la superficie iluminada no es perpendicular a la dirección del rayo luminoso, como el punto considerado en la grafica, la iluminancia recibida se descompone en una componente horizontal E_H y una componente vertical E_V

Iluminación sobre plano horizontal

Iluminación sobre plano vertical



①

$$E_H = \frac{I}{D^2} \cos \alpha$$

②

$$E_V = \frac{I}{D^2} \sen \alpha$$

Como vamos a calcular la **iluminación de la superficie horizontal** $E = E_H$

$$E_H = \frac{I \cos \alpha}{D^2} ; \cos \alpha = \frac{H}{D} \Rightarrow D = \frac{H}{\cos \alpha}$$

$$E_H = \frac{I \cos^3 \alpha}{H^2}$$

$$E_V = \frac{I}{H^2} \sen \alpha \cdot \cos^2 \alpha$$

E_H = Iluminación plano Horizontal

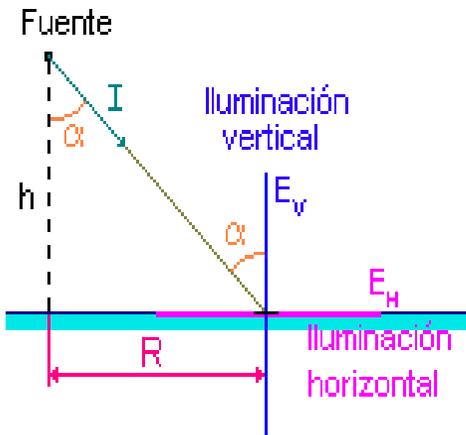
E_V = Iluminación plano vertical

d = distancia del luminaria al punto donde se quiere saber la iluminación

H = altura de la luminaria al piso

Ejemplo:

Una superficie está iluminada por una fuente luminosa puntual de 80 cd de intensidad constante en todas direcciones situada a 2 m de altura. Calcular la iluminancia horizontal y vertical para los siguientes valores del ángulo alfa: 0, 30°



Solución:

La Iluminación Horizontal y vertical se determina :

$$E_H = \frac{I \cdot \cos^3 \alpha}{h^2}$$

$$E_V = \frac{I \cdot \cos^2 \alpha \cdot \sin \alpha}{h^2}$$

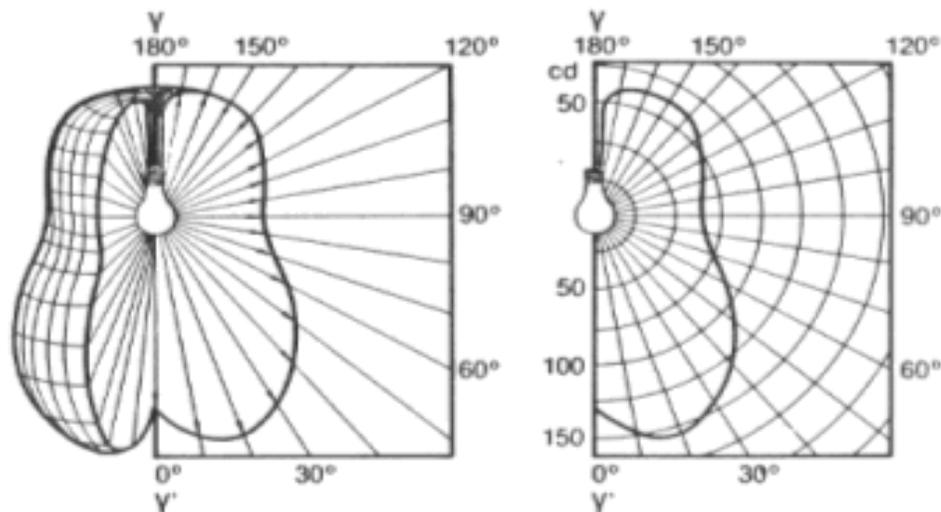
$$E = \sqrt{E_H^2 + E_V^2}$$

Y dado que conocemos todos los datos ($h = 2$ m, $I = 80$ cd y los diferentes valores de alfa) solo queda sustituir y calcular:

$$\begin{aligned} \alpha = 0^\circ \quad E_H &= \frac{I \cdot \cos^3 \alpha}{h^2} = \frac{80 \cdot \cos^3 0}{2^2} = 20 \text{ lx} \\ E_V &= \frac{I \cdot \cos^2 \alpha \cdot \sin \alpha}{h^2} = \frac{80 \cdot \cos^2 0 \cdot \sin 0}{2^2} = 0 \\ E &= \sqrt{E_H^2 + E_V^2} = E_H = 20 \text{ lx} \end{aligned}$$

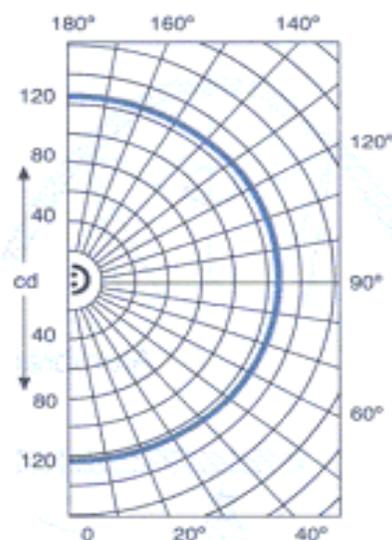
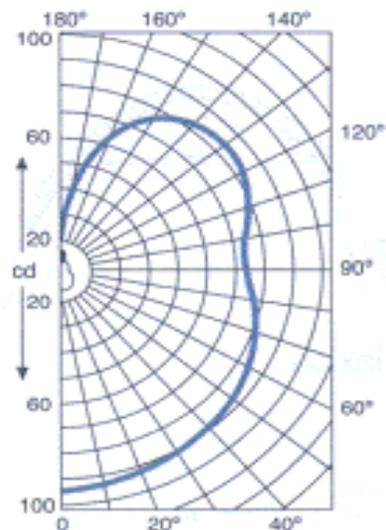
$$\begin{aligned} \alpha = 30^\circ \quad E_H &= \frac{I \cdot \cos^3 \alpha}{h^2} = \frac{80 \cdot \cos^3 30}{2^2} = 12.99 \text{ lx} \\ E_V &= \frac{I \cdot \cos^2 \alpha \cdot \sin \alpha}{h^2} = \frac{80 \cdot \cos^2 30 \cdot \sin 30}{2^2} = 7.5 \text{ lx} \\ E &= \sqrt{E_H^2 + E_V^2} = 15 \text{ lx} \end{aligned}$$

CURVAS DE DISTRIBUCION LUMINOSA



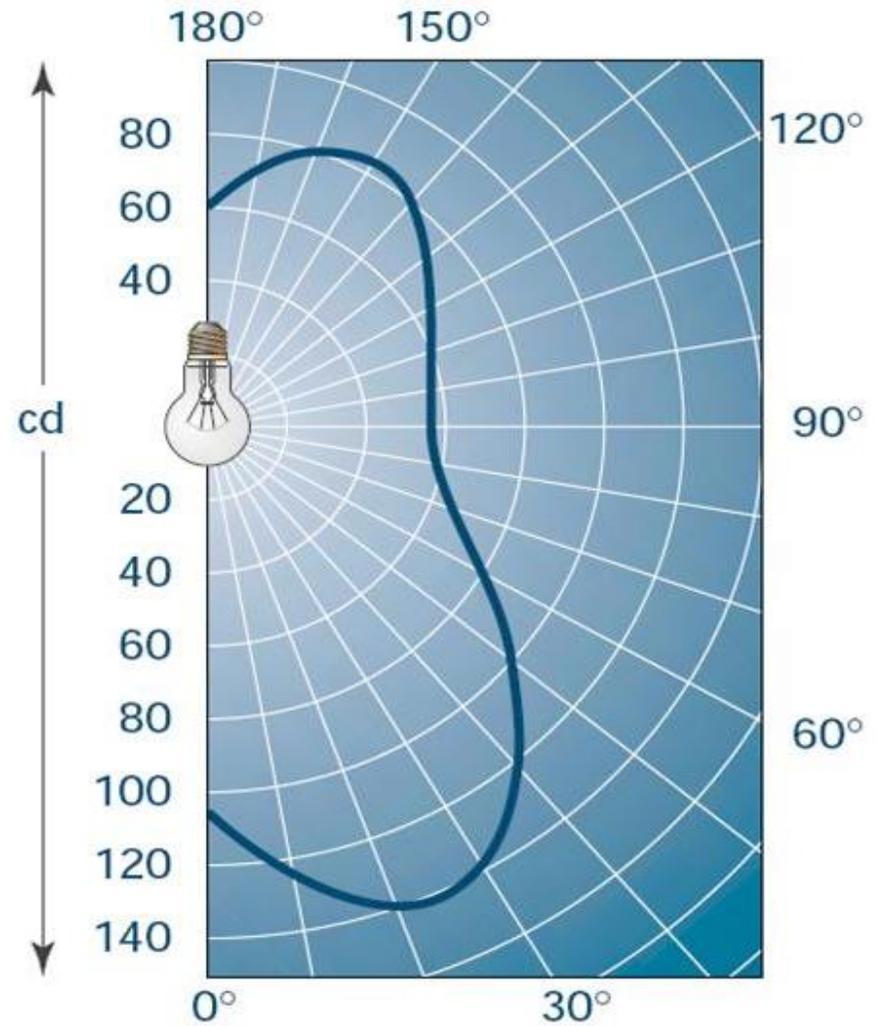
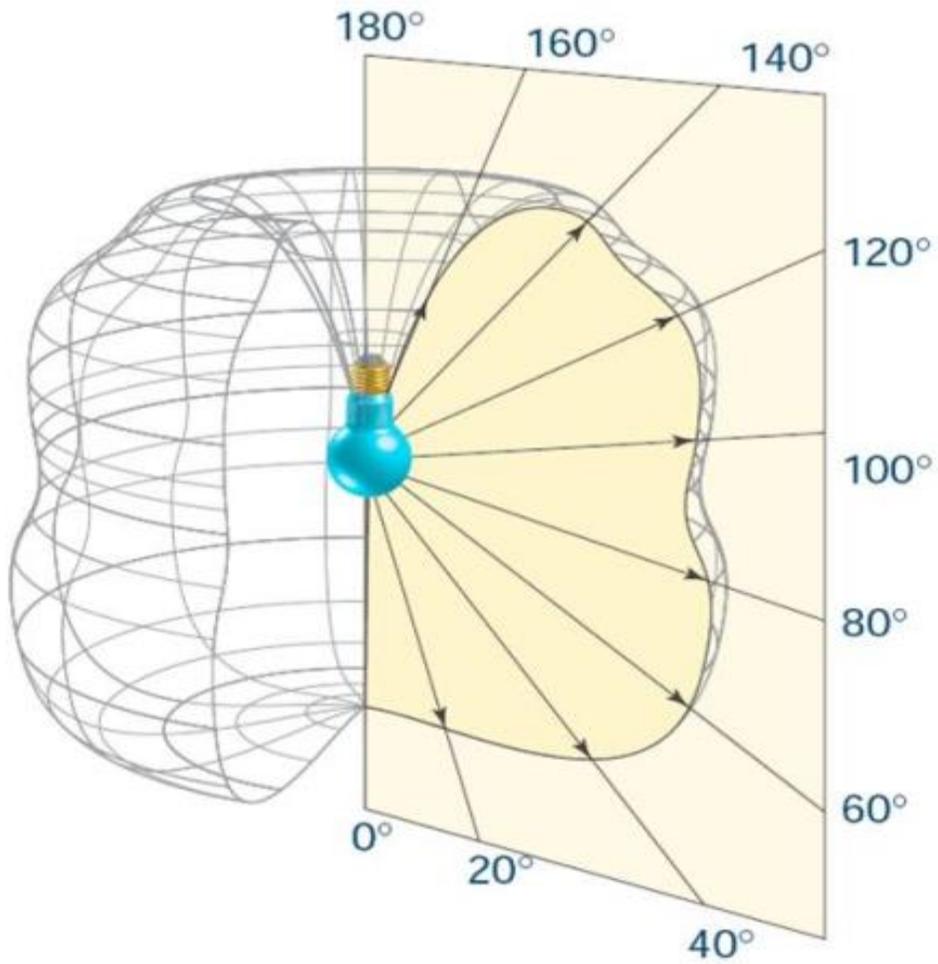
La distribución de las intensidades luminosas emitidas por una lámpara tipo standard, la mostramos de una forma general, para un flujo luminoso de 1.000 lúmenes, en la siguiente figura (siempre que no se indique lo contrario estas curvas vienen referidas a 1.000 Lm.). El volumen determinado por los vectores que representan las intensidades luminosas en todas las direcciones, resulta ser simétrico con respecto al eje Y-Y'; es como una figura de revolución engendrada por la curva fotométrica que gira alrededor del eje Y-Y'. Para otro flujo, la intensidad luminosa será:

$$I_{\text{real}} = \Phi_{\text{lámpara}} \cdot \frac{I_{\text{gráfico}}}{1000}$$

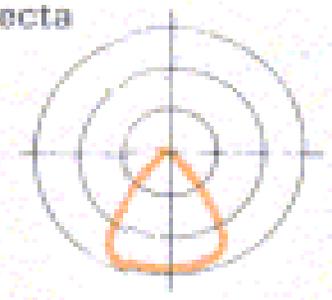
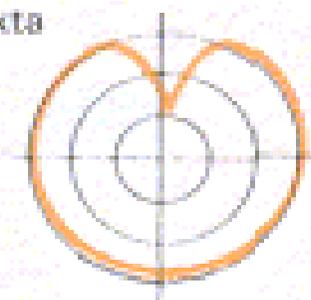
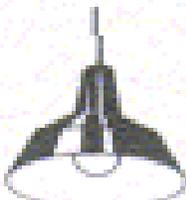
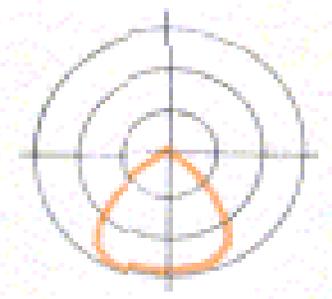
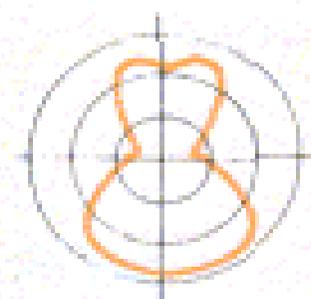
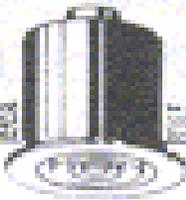
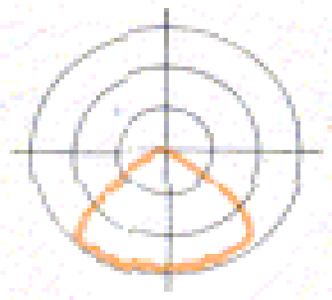
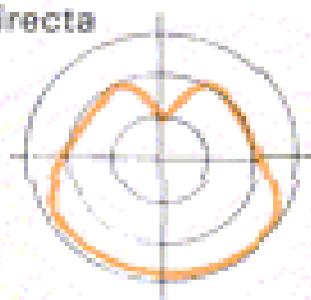


Curvas fotométricas de lámpara incandescente y fluorescente

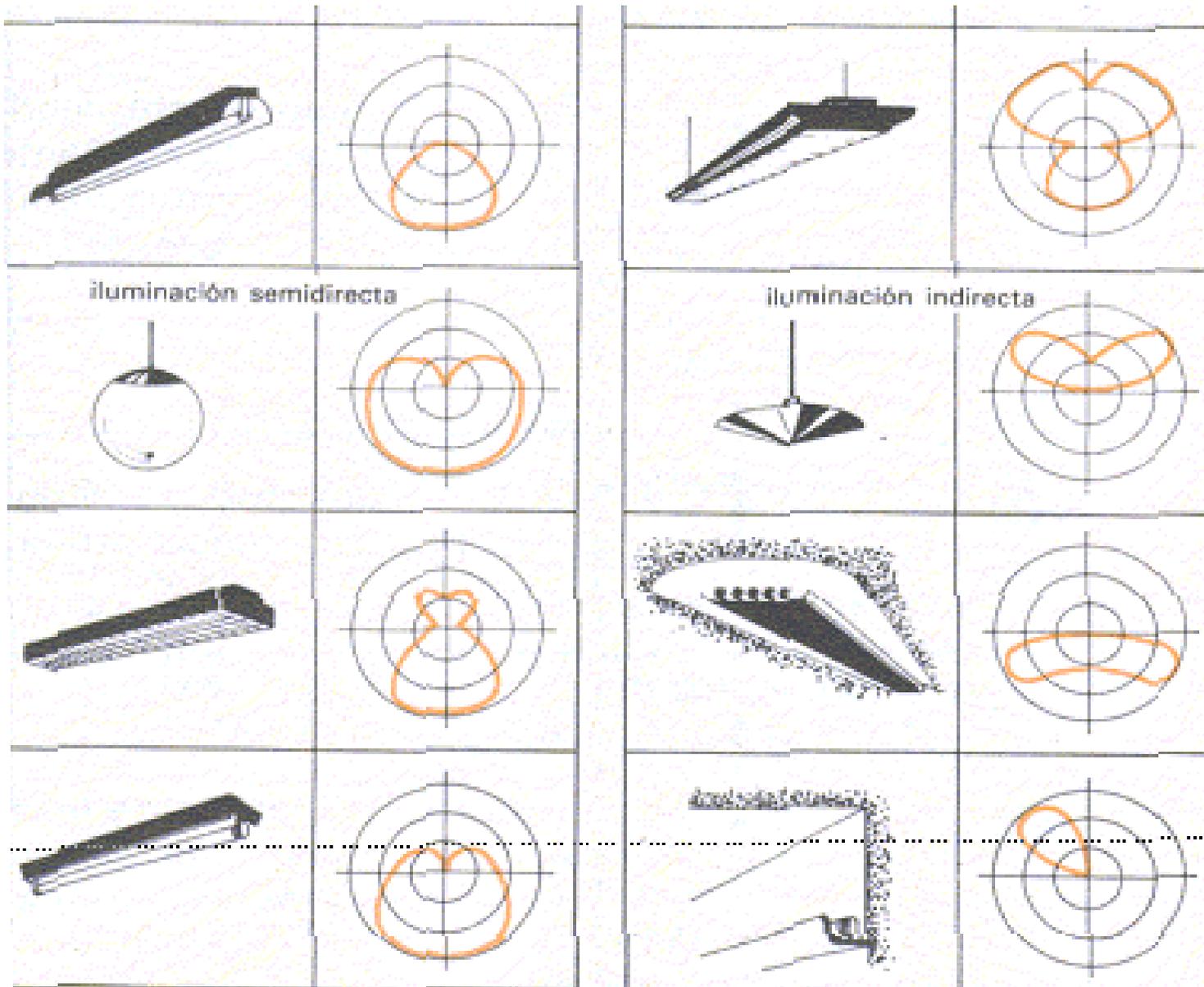
CURVAS DE DISTRIBUCION LUMINOSA



Curvas Fotométricas de algunas Luminarias

LUMINARIAS	CURVA FOTOMETRICA	LUMINARIA	CURVA FOTOMETRICA
iluminación directa 		iluminación mixta 	
			
		iluminación semi-indirecta 	

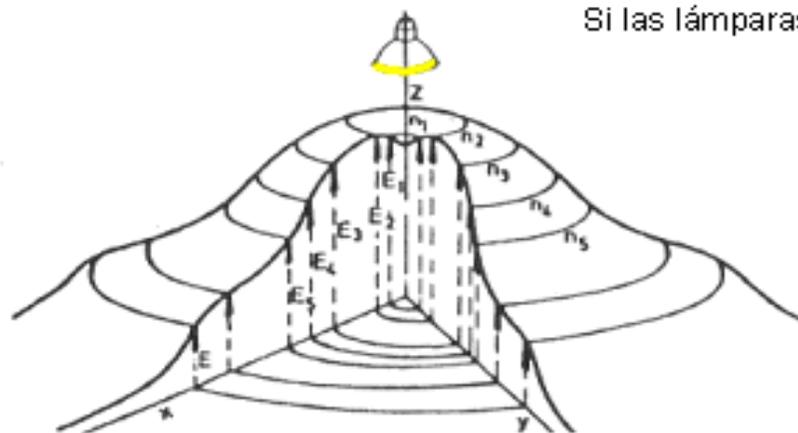
Curvas Fotométricas de algunas Luminarias



CURVAS ISOLUX

Son líneas que unen puntos de una superficie que tienen **igual nivel de iluminación**. Son análogas a las curvas de nivel de los planos topográficos, pero ahora en lugar de metros indican lux.

Normalmente, **las curvas Isolux se suministran**, para una determinada luminaria, reducidas a la distancia de **1 metro** y referidas a **1.000 lúmenes**. Los valores de las curvas a otra distancia y a otro flujo luminoso se realizan mediante la fórmula:

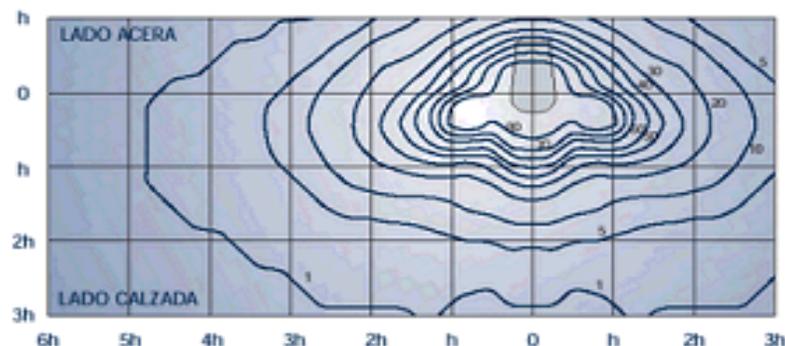
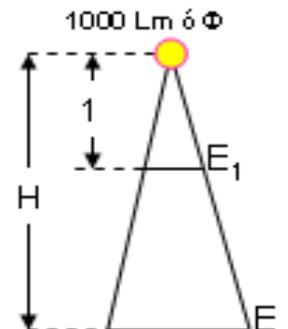


Si las lámparas en lugar de 1000 Lm tienen un flujo Φ la nueva iluminación E valdrá:

$$\left. \begin{aligned} E_1 &= k \cdot 1000 \\ E &= K \cdot \Phi \end{aligned} \right\} E = \frac{E_1 \cdot \Phi}{1000}$$

Si en lugar de 1 m la distancia es **H** la E valdrá:

$$\left. \frac{E}{E_1} = \frac{1^2}{H^2} \right\} E = \frac{E_1}{H^2}$$



Si las lámparas en lugar de 1000 Lm tienen un flujo Φ y la distancia es **H** la iluminación E valdrá:

$$E = \frac{E_1 \cdot \Phi}{1000 H^2}$$

1.3 Luminarias y lámparas

LAMPARA

Definición de Lámpara: Equipo que da luz



LUMINARIA

Según la Norma UNE-EN 60598-1, se define luminaria como aparato de alumbrado que reparte, filtra o transforma la luz emitida por una o varias lámparas y que comprende todos los dispositivos necesarios para el soporte, la fijación y la protección de lámparas, (excluyendo las propias lámparas) y, en caso necesario, los circuitos auxiliares en combinación con los medios de conexión con la red de alimentación. De manera general consta de los siguientes elementos



Partes de una Luminaria

1. Armadura o carcasa: Es el elemento físico mínimo que sirve de soporte y delimita el volumen de la luminaria conteniendo todos sus elementos.

2. Equipo eléctrico: Sería el adecuado a los distintos tipos de fuentes de luz artificial y en función de la siguiente clasificación:

- Incandescentes normales sin elementos auxiliares.
- Halógenas de alto voltaje a la tensión normal de la red, o de bajo voltaje con transformador o fuente electrónica.
- Fluorescentes. Con reactancias o balastos, condensadores e ignitores, o conjuntos electrónicos de encendido y control.
- De descarga. Con reactancias o balastos, condensadores e ignitores, o conjuntos electrónicos de encendido y control.

3. Reflectores: Son determinadas superficies en el interior de la luminaria que modelan la forma y dirección del flujo de la lámpara. En función de cómo se emita la radiación luminosa pueden ser:

- Simétrico (con uno o dos ejes) o asimétrico.
- Concentrador (haz estrecho menor de 20°) o difusor (haz ancho entre 20 y 40° ; haz muy ancho mayor de 40°).
- Especular (con escasa dispersión luminosa) o no especular (con dispersión de flujo).
- Frío (con reflector dicróico) o normal.

4. Difusores: Elemento de cierre o recubrimiento de la luminaria en la dirección de la radiación luminosa. Los tipos más usuales son:

- Opal liso (blanca) o prismática (metacrilato traslúcido).
- Lamas o reticular (con influencia directa sobre el ángulo de apantallamiento).
- Especular o no especular (con propiedades similares a los reflectores).

5. Filtros: En posible combinación con los difusores sirven para potenciar o mitigar determinadas características de la radiación luminosa.

Temperatura de color

Temperatura de color

. Apariencia de la fuente de luz, se mide en grados Kelvin ($^{\circ}\text{K}$).

8000K –Blanco cálido

12000K –Blanco frío

5770K –Luz de día



1800K

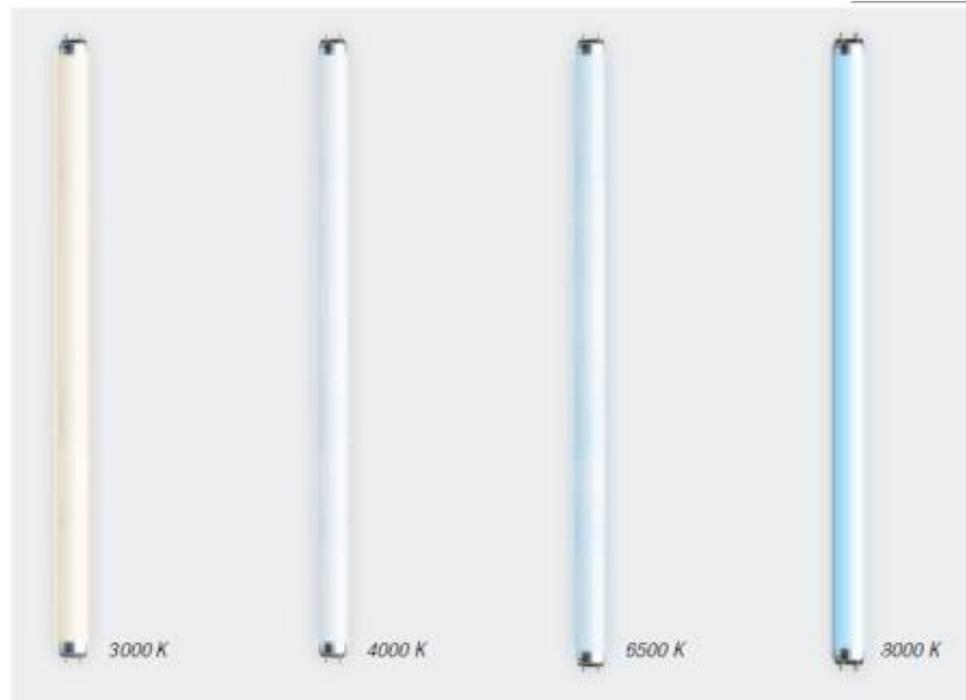
4000K

5500K

8000K

12000K

16000K



Índice de reproducción Cromática (IRC o CRI)

Es la medida de distorsión cromática que producen las fuentes de luz. La escala va de 1 a 100 (CRI) que es la ideal y es la que generaría la luz del sol. 70 CRI para arriba es lo aceptable en un museo.

Mercurio



3300 a 5300 °K
50 CRI



Sodio



2000 a 3300 °K
+80 CRI



Halógenas



4000 °K
100 CRI



REPRODUCCION CROMATICA

(COLOR RENDERING)

El Color verdadero de un objeto es aquel que percibimos con nuestros ojos con la iluminación natural del sol.

La reproducción Cromática de una fuente de luz artificial es la relación entre el color visto bajo una fuente natural y el que percibimos bajo la fuente artificial.

La mejor reproducción cromática sería equivalente al 100%. El índice de reproducción cromática varía desde 0 hasta 100







Luces cálidas con alta reproducción cromática en Hoteles y Restaurantes.



FRUTAS – LUZ FRÍA

**FRUTAS
LUZ CÁLIDA**





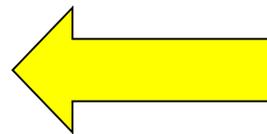


Al exhibir productos es muy importante el índice de reproducción cromática y la temperatura del color de la luz utilizada.

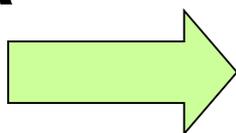




**Luz cálida y alta
reproducción
cromática**

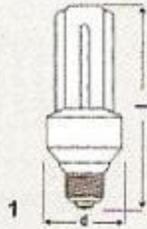


**Luz fría y baja
reproducción
cromática**



ÍNDICE REPRODUCCIÓN CROMÁTICA

DULUX® EL T Economy, DULUX® EL TWIST



Clave

D

W

lm

K



IRC

h max
mm



DULUX® EL T Economy 110-130V 6 mil horas

Clave	D	W	lm	K	Color	IRC	h max mm	CFL	CFL	Incandescent
82409	DULUX EE 15W/827	15	800	2 700	Interna	82	140	E-27	6	1
82341	DULUX EE 15W/840	15	800	4 000	B.frío	82	140	E-27	6	1
82340	DULUX EE 15W/860	15	760	6 000	Luz de día	82	140	E-27	6	1
82410	DULUX EE 20W/827	20	1 200	2 700	Interna	82	166	E-27	6	1
82339	DULUX EE 20W/840	20	1 100	4 000	B.frío	82	154	E-27	6	1
82338	DULUX EE 20W/860	20	1 050	6 000	Luz de día	82	154	E-27	6	1

Lámpara compacta de tres tubos con balastro electrónico integrado, diseñada para armonizar cualquier decoración de interiores y exteriores.

Versión económica que dura 8 años de vida usándola en promedio 3 horas diarias.

IRC > 80

2700 Grados Kelvin

OSRAM DULUX® ENERGY SAVER
15 W / 827
900 lm
6 000 h
 110-130 V ~
 E27 50/60 Hz
 Hecho en China
 Fabricado na China
 Contenido/Conteúdo: 1 pieza/peça

Energy label: A

OSRAM DULUX® 15w=60w

OSRAM

DULUX® ENERGY SAVER

Lámpara ahorradora de energía
 El flujo luminoso no es regulable
 No utilizar con reguladores de intensidad (dimmers)
 Proteger del agua y de los incendios
 No encender con bases electrónicas o con indicador de neón
 Lámpara economizadora de energía
 Factor de potencia > 0,5
 Temperatura máxima permitida en el cuerpo de la lámpara: 50° C
 Sin lámpara encendida o con unidad, úzase con luminarias adecuadas
 No use-a con interruptores electrónicos, dimmers o ainda em minuterias
 Desligue a energia ao retirar / instalar a lâmpada
 Produto frágil e não perecível

Importado / Distribuido por:
 Argentina: OSRAM Argentina S.A.C.I.
 Ramos Mejia 2456, B1943ADN Becarr
 Brasil: OSRAM do Brasil Lâmpadas Eletrônicas Ltda.
 Av. dos Automotistas, 4229
 06090-901 - Osasco - SP
 CNPJ: 81.064.897/0001-59 - IE: 492.096.000.111
 Informações Disk OSRAM: (0800 55 7084)
 Chile: OSRAM Chile Ltda., Santiago
 Colombia: OSRAM de Colombia, Bogotá
 Ecuador: OSRAM del Ecuador S.A., Guayaquil
 Tel: 593-4-893721 / 754
 México: OSRAM de México S.A. de C.V.
 Camino a Tepalcapa No. 8,
 CP 54900 Tultitlán, Edo. de México,
 Tel: 01 (800) 7167007
 Paraguay: CCP S/A, Asunción
 Perú: Dekatec S.A.C., Lima
 Uruguay: COMATEL S.A., Montevideo
 Venezuela: Nitra C.A., Caracas

6 x 1 000h = 6 000h 60 W 15 W

VIDA 6 AÑOS*
 *si es utilizada 3 horas por día (1 encendido).
 *se utilizada 3 horas por día (1 acendimento).

OSRAM DULUX® ENERGY SAVER
15 W / 827
900 lm
6 000 h
 110-130 V ~
 E27 50/60 Hz
 Hecho en China
 Fabricado na China
 Contenido/Conteúdo: 1 pieza/peça

Energy label: A

www.osram.com

4 050300 922584

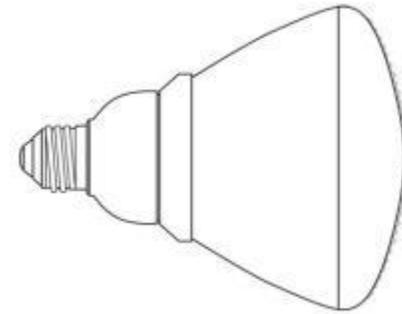
900 lúmenes

Tipos de lámparas

GRUPO INCANDESCENTES



**INCANDESCENTES
TRADICIONALES**



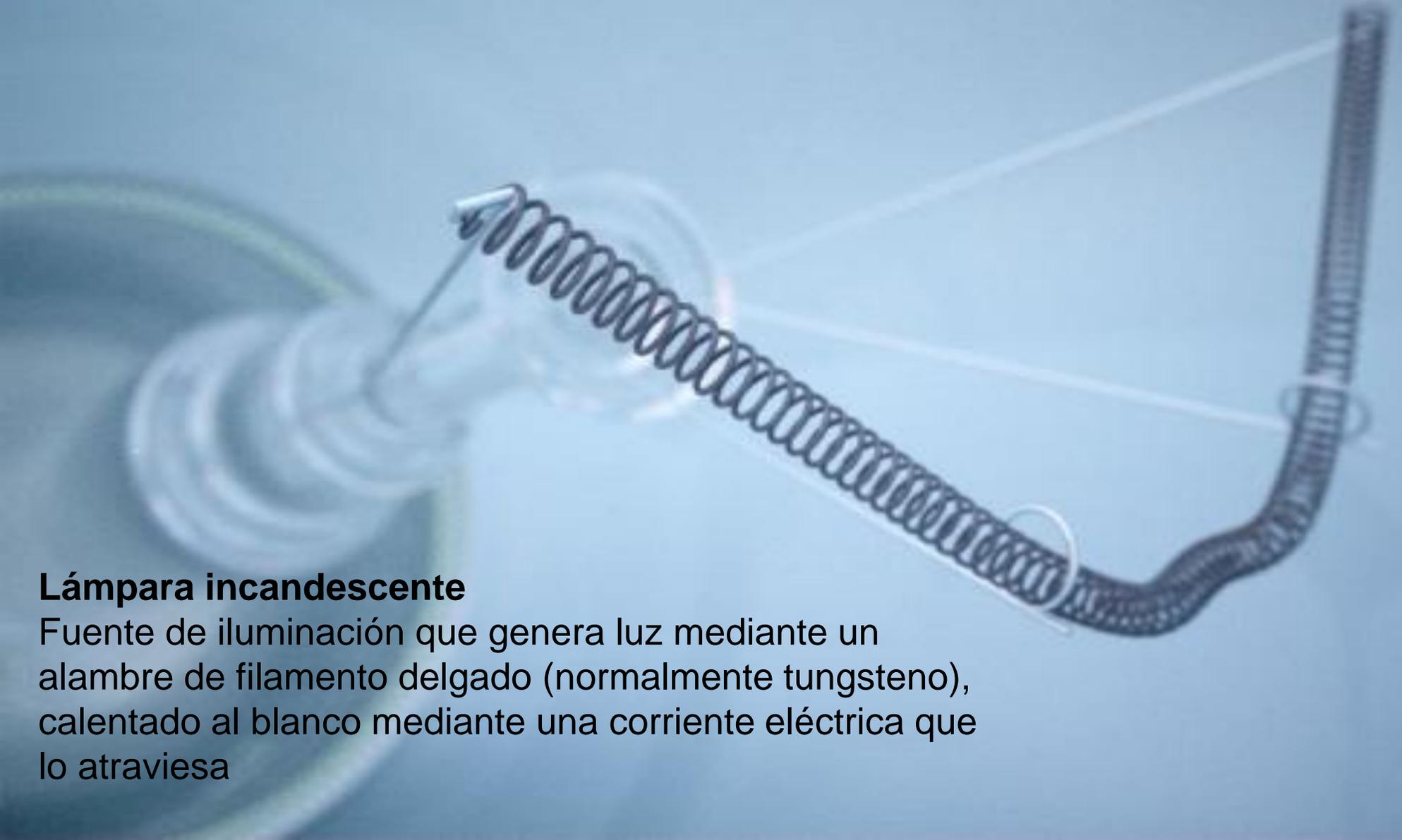
**INCANDESCENTES
HALÓGENOS**



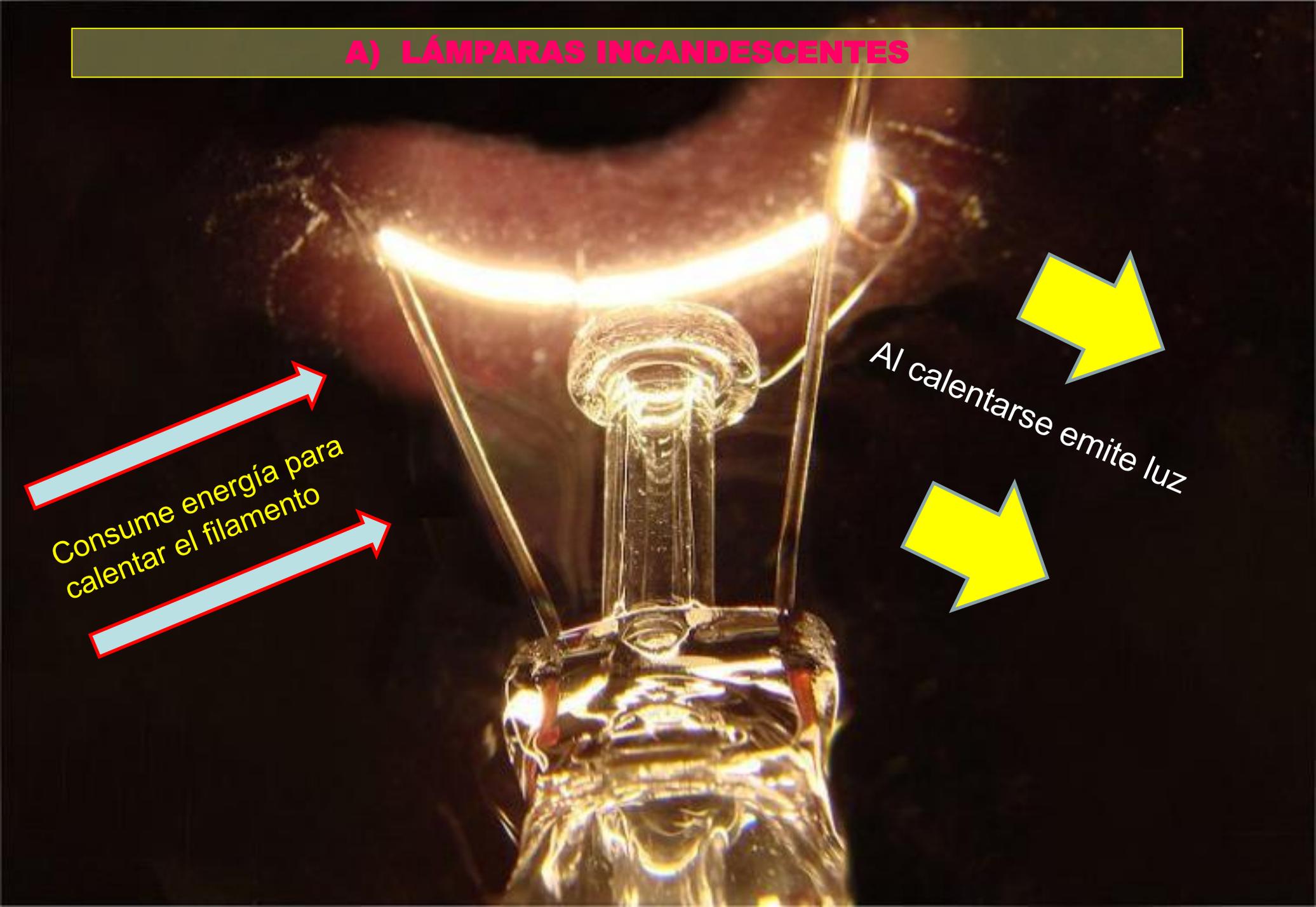
A) LÁMPARAS INCANDESCENTES

Lámpara incandescente

Fuente de iluminación que genera luz mediante un alambre de filamento delgado (normalmente tungsteno), calentado al blanco mediante una corriente eléctrica que lo atraviesa



A) LÁMPARAS INCANDESCENTES



Consumo energía para
calentar el filamento

The diagram shows a glowing incandescent light bulb. Two light blue arrows with red outlines point towards the bulb from the left, indicating energy input. Two yellow arrows with blue outlines point away from the bulb towards the right, indicating light emission. The text 'Consumo energía para calentar el filamento' is written in yellow along the left-pointing arrows, and 'Al calentarse emite luz' is written in white along the right-pointing arrows.

Al calentarse emite luz

A) LÁMPARAS INCANDESCENTES

emiten una luz cálida y agradable
especiales para iluminación decorativa



LÁMPARAS INCANDESCENTES

- BELLALUX SOFT:

LUZ SUAVE Y
CONFORTABLE

COMODA Y
ESTIMULANTE



A) LÁMPARAS INCANDESCENTES

- **BELLALUX SOFT:**

**TONOS PASTELES
RESALTAN LOS
COLORES EXISTENTES
EN EL AMBIENTE Y
AYUDAN A DECORAR
CON LUZ**



A) LÁMPARAS INCANDESCENTES



- BELLALUX SOFT GLOBE

LAMPARA DECORATIVA
CON AMPOLLA DE GRAN
TAMAÑO.

LUZ SUAVE SIN
DESLUMBRAMIENTO

A) LÁMPARAS INCANDESCENTES

- CONCENTRA SPOT COLOR

OFRECEN EFECTOS LUMINOSOS INTERESANTES.

APLICACIONES: DISCO – BARES – ETC.



- CONCENTRA SPOT

ILUMINACION VIVA, PLENA DE EFECTOS EN SALAS O GRANDES ESPACIOS

APLICACIONES: VIDRIERAS, SALAS DE RECEPCION, ETC.



A) LÁMPARAS INCANDESCENTES

- SPOT PAR 38

ACENTUAN LA
REPRODUCCION
CROMATICA

BUENA DURACION DE
VIDA (2000 hs)

APLICACIONES:
ESCENARIOS,
FACHADAS, JARDINES,
ETC.



B) LÁMPARAS HALOGENAS

Parecidas a las incandescentes excepto:



- Dentro de ampolla se incorpora un **halógeno** (bromo, yodo, etc)
- Se sustituye **vidrio de la ampolla por cuarzo** debido a las altas temperaturas

Ventajas de las halógenas

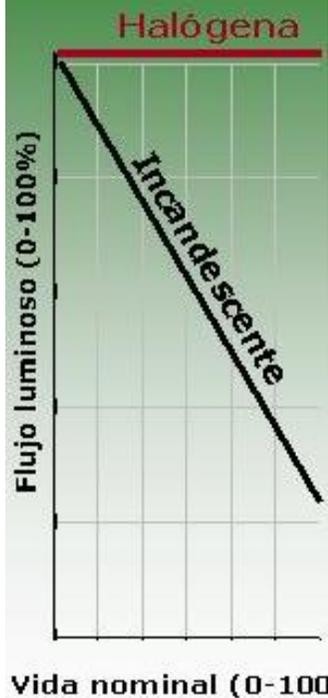
Dimensiones reducidas



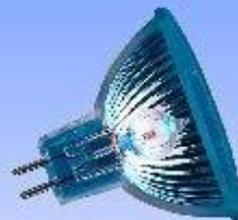
Resalta los colores



Flujo más constante



Mayor duración



==



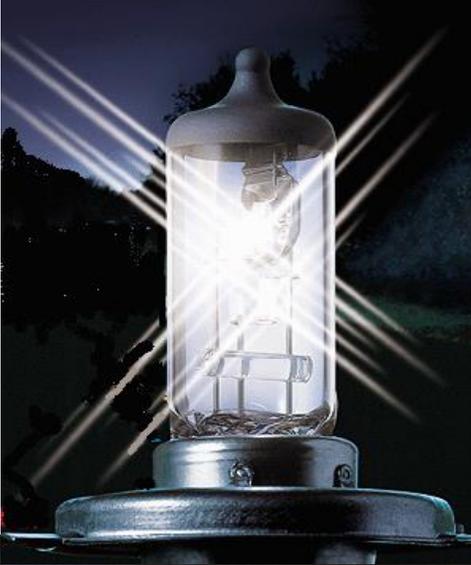
Luz dirigida



100% dimerizable



INCANDESCENTES HALÓGENOS EN VEHÍCULOS



B) LÁMPARAS HALOGENAS

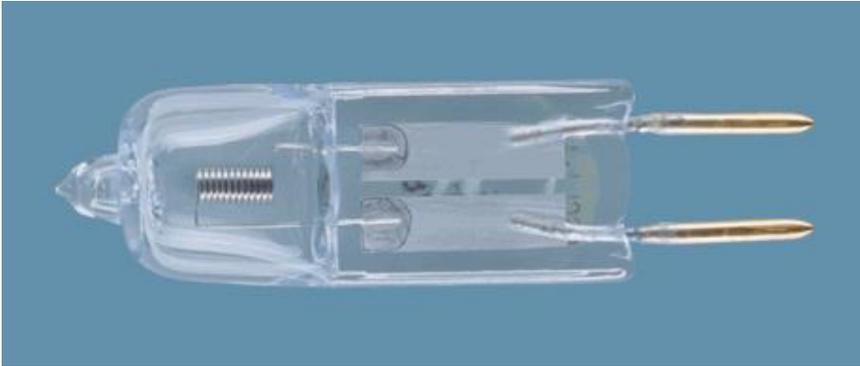
DESVENTAJAS



Tiempo de vida útil corto, es decir, pocas horas de funcionamiento hasta que se funden (3000h)

Algunas de ellas necesitan un **transformador**, que también consume energía

B) LÁMPARAS HALOGENAS



- BIPIN (HALOPIN)
- intensidades usuales 20 – 50 w
- trabajan a 12 v
- aplicación: luminarias empotradas en muebles – etc.



- HALOSPOT 48 / 70
- lámparas de bajo voltaje con reflector de aluminio
- resalta objetos en vitrinas en ambientes con muy iluminados

C) LLAMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS



**RECTOS,
EN ESPIRAL COMPLETA,
y SEMI-ESPIRAL**

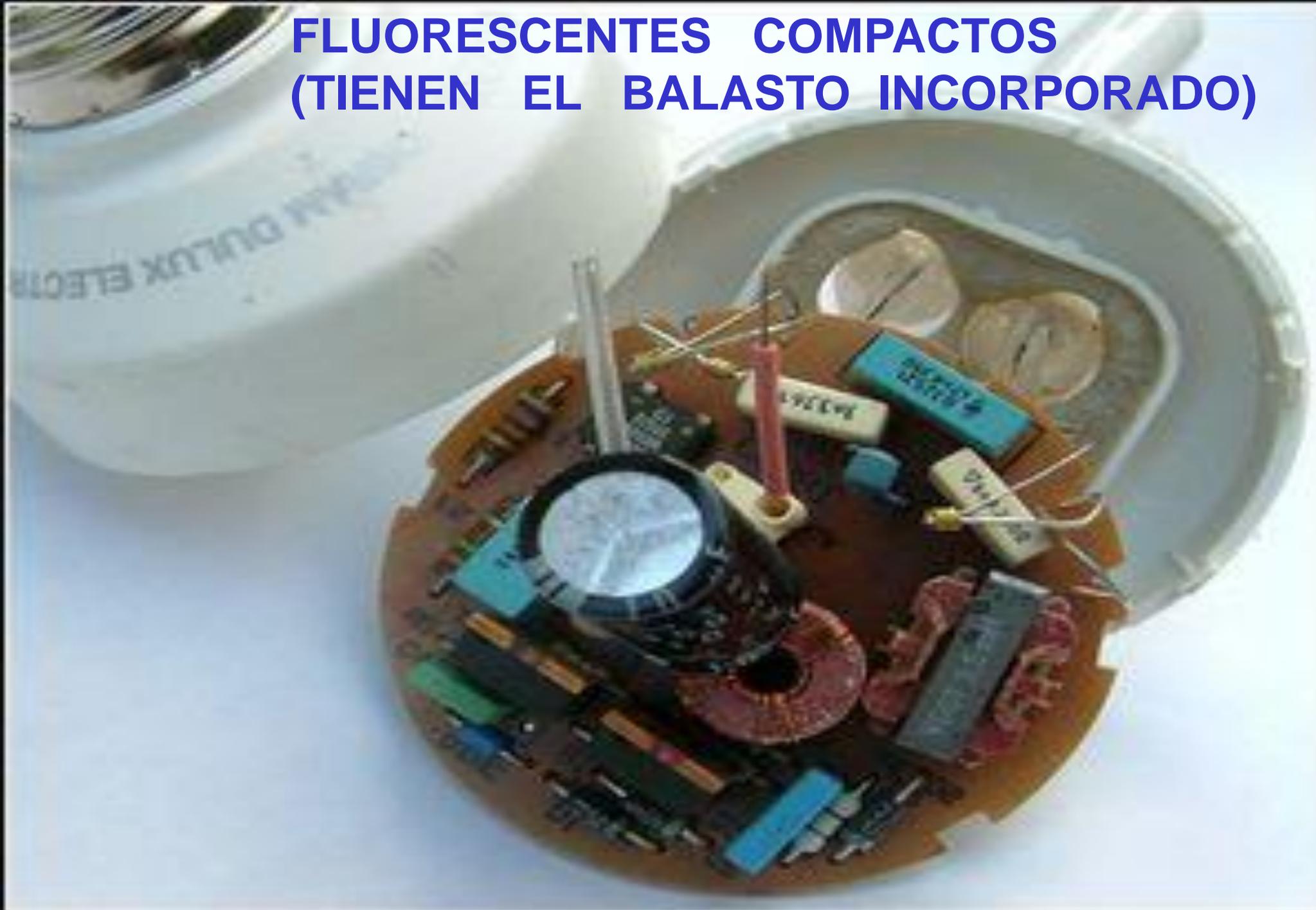


C) LLAMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS



Lámparas Fluorescentes Compactas (LFC): Lámparas fluorescentes formadas por uno/variros tubos estrechos (10-15 mm), curvados o conectados entre sí, para conseguir dimensiones muy reducidas

FLUORESCENTES COMPACTOS (TIENEN EL BALASTO INCORPORADO)



C) LLAMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS

- GANAR LUZ, AHORRAR ENERGIA CON UN BUEN DISEÑO
- ENCENDIDO INMEDIATO, LIBRE DE DESTELLOS
- LUZ ESTABLE SIN PARPADEOS
- ALTA RESISTENCIA A LOS ENCENDIDOS - MAYOR DURACION

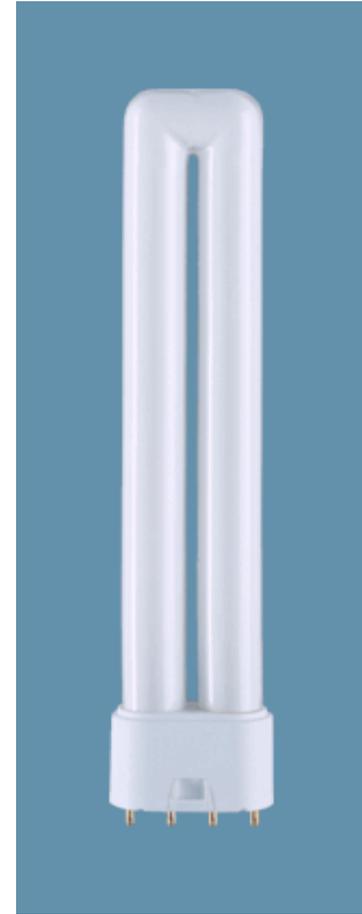


- MUY COMPACTAS CON BALASTO ELECT. INCORPORADO, PERMITE INSTALARLAS EN LUMINARIAS PEQUEÑAS

C) LLAMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS



- IDEAL PARA ILUMINACION DE MESAS



- PARA ILUMINACION BAJO ALACENAS

C) LLAMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS



- **MUY COMPACTAS CON BALASTO ELECT. INCORPORADO, PERMITE INSTALARLAS EN LUMINARIAS PEQUEÑAS**

C) LAMPARAS FLUORESCENTES TUBULARES



C) LAMPARAS TUBOS FLUORESCENTES



2 CARACTERISTICAS MPORTANTES:

- Menor consumo
- Vida útil: Larga (8000 a 10.000 h)

LAS LÁMPARAS FLUORESCENTES REQUIEREN DE UN BALASTO PARA SU FUNCIONAMIENTO

OSRAM

OSRAM S.A. DE C.V.
CAMINO A TEPALCAPA No. 8
COL. SAN MARTÍN TULTITLÁN
EDO. DE MÉXICO C.P. 54900
HECHO EN MÉXICO

GARANTÍA
DE 5 AÑOS

Bajo condiciones
normales de operación

120 V ~ - 277 V ~

QUICKTRONIC®
Serie Profesional

BALASTRO ELECTRÓNICO DE ENCENDIDO INSTANTÁNEO PARA
3 LÁMPARAS FLUORESCENTES DE ENCENDIDO RÁPIDO T8 255mA

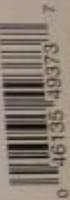
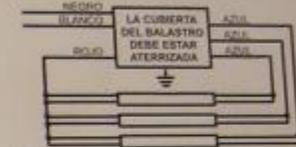
ALTO FACTOR DE POTENCIA
BAJA DISTORSIÓN ARMÓNICA (THD < 10%)
MIN. TEMP. DE ENCENDIDO: -18°C
NIVEL DE SONIDO: A 50% PDS'S
PROTECCIÓN TÉRMICA INTEGRADA
CON SEMICONDUCTORES CLASE P

TENSIÓN DE C.T.O. ABIERTO: 800V-
154L03079D Rev AB

QTP3x32T8/UNV ISN-SC
TENSION UNIVERSAL 120 V ~ a 277 V ~ 50/60 Hz

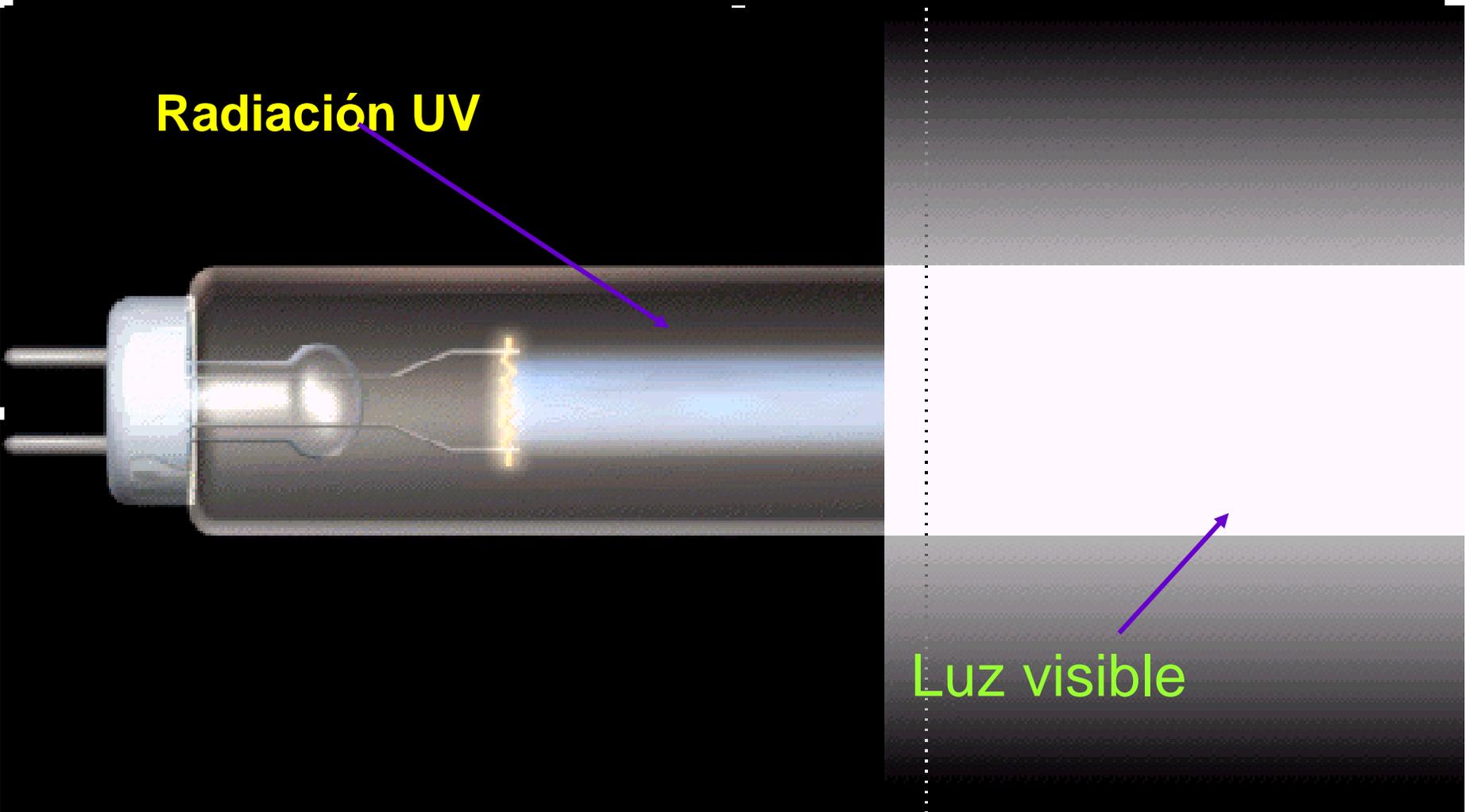
TIPO DE LAMP	CORRIENTE DE LINEA	
	120 V	277 V
3 x FO32T8	0,75A-	0,32A-
3 x FO25T8	0,51A-	0,26A-
3 x FO17T8	0,40A-	0,18A-
2 x FO40T8	0,67A-	0,29A-
2 x FO32T8	0,55A-	0,24A-

También opera lámparas tipo "U" equivalentes.

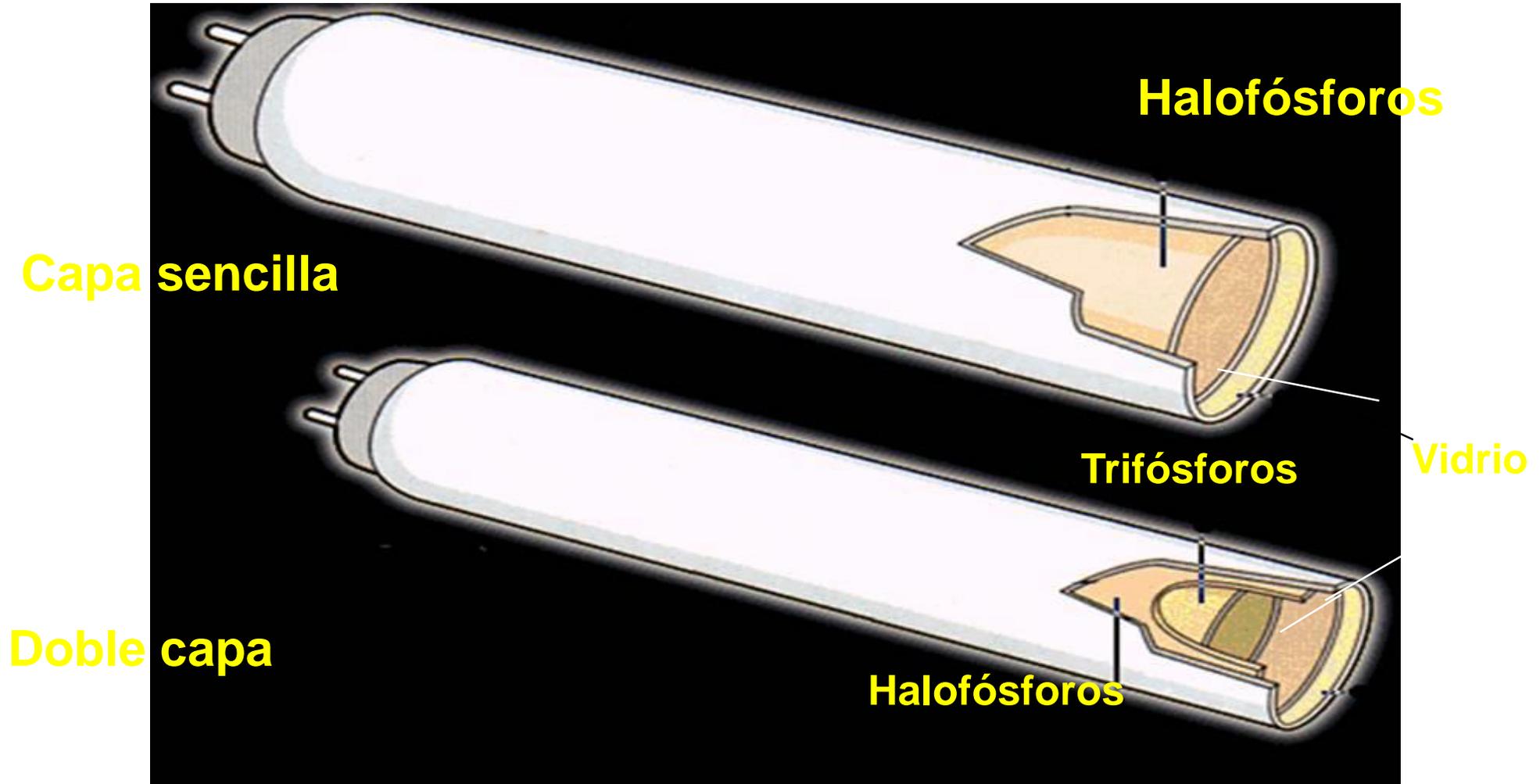


DEENERGIZAR EL BALASTRO ANTES
DE INSTALAR O CAMBIAR LA LÁMPARA(S)

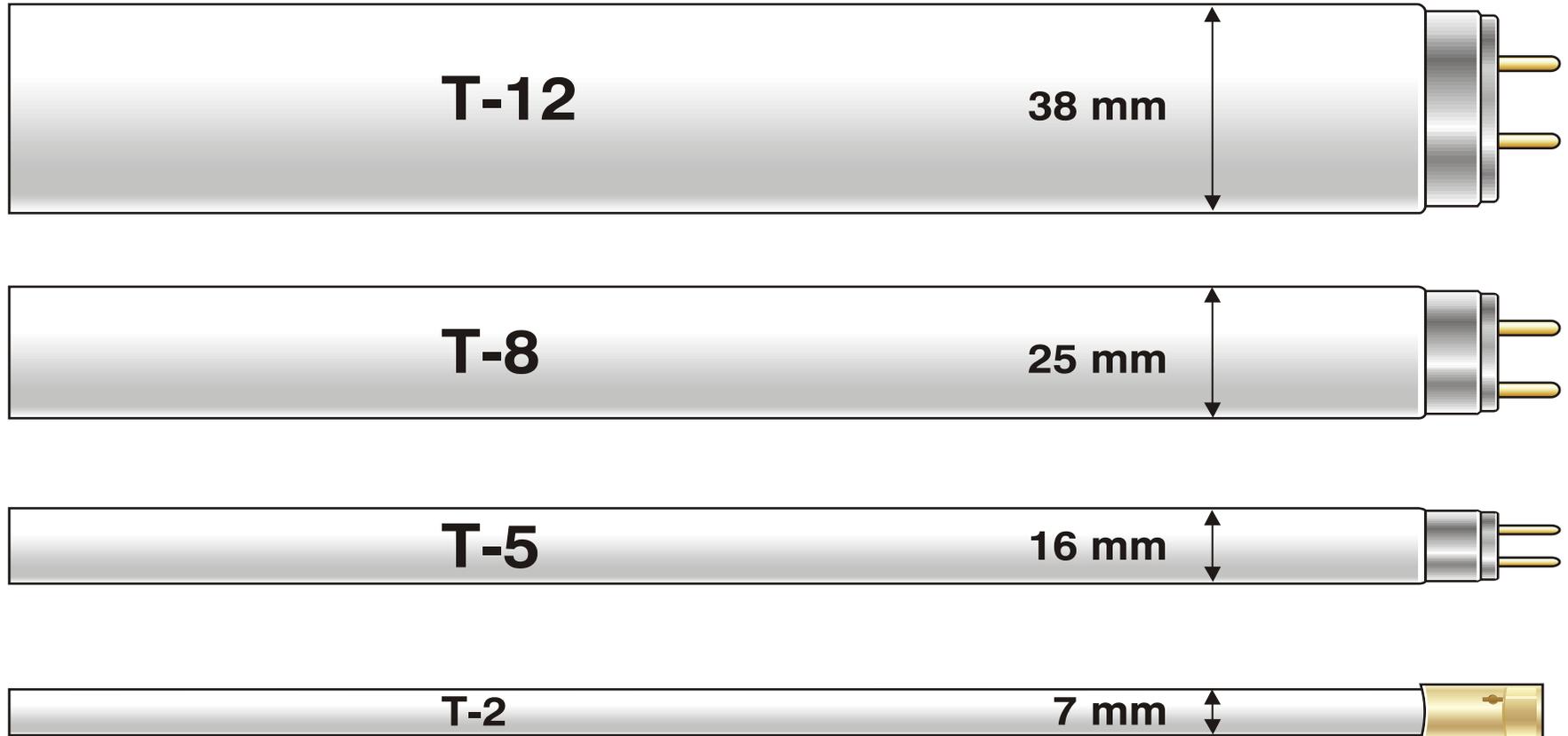
Funcionamiento de una lámpara fluorescente



Tecnología de los pigmentos



Los diferentes tamaños de lámparas fluorescentes



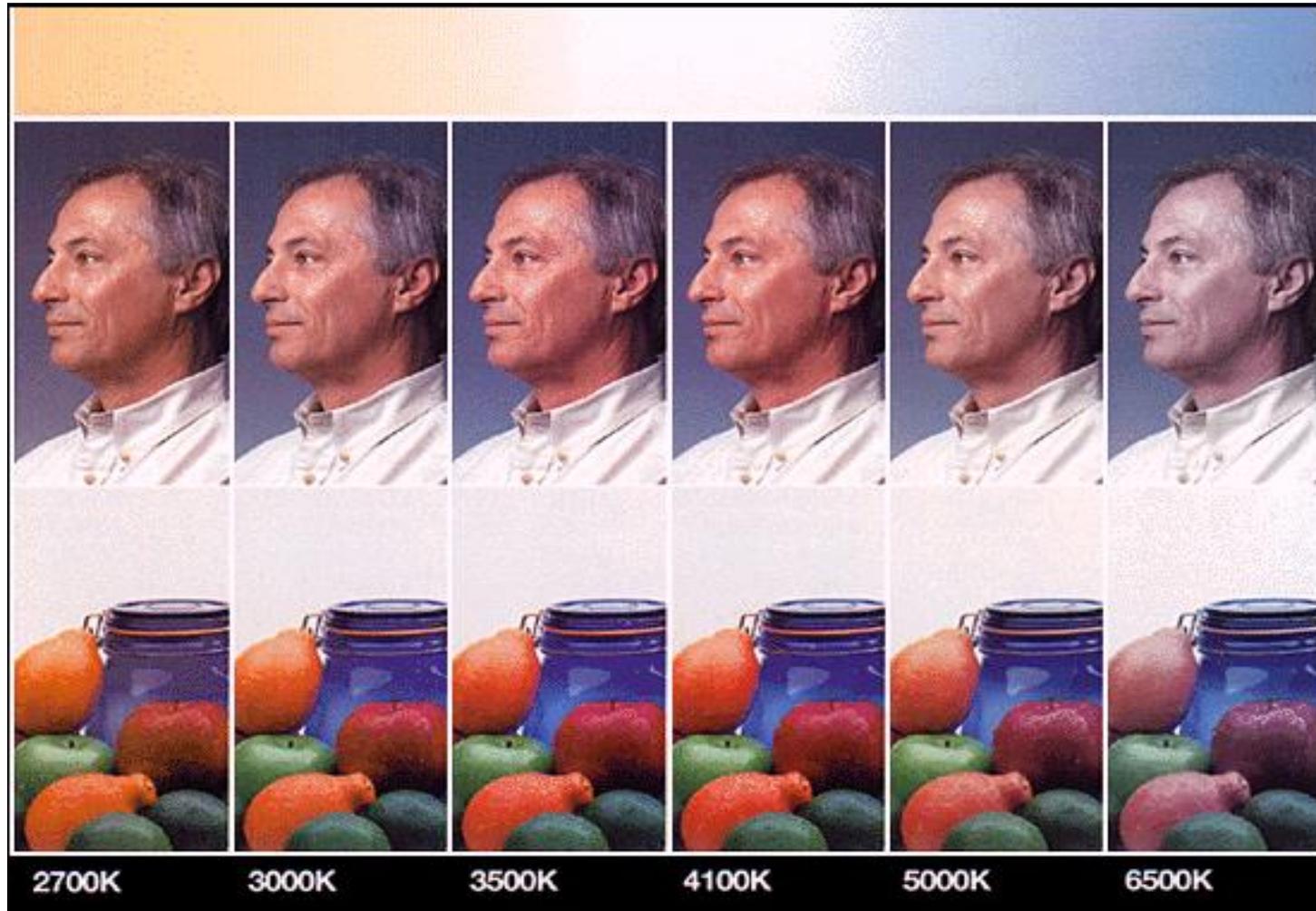


MEDIUM BIPIN

SINGLE PIN

RECESSED

Temperaturas de color de lámparas fluorescentes



Ejemplos: 827, 830, 835, 841, 850

FO32/841; FT55DL/950; CF23ELT/860; FBO31/835

D) LAMPARAS DE DESCARGA

MERCURIO Y SODIO ALTA PRESIÓN (DESCARGA)

SODIO BAJA PRESIÓN (DESCARGA)

HALOGENUROS METÁLICOS (DESCARGA)



D) LAMPARAS DE DESCARGA



Las lámparas de descarga aplican el mismo principio que los rayos en la naturaleza.

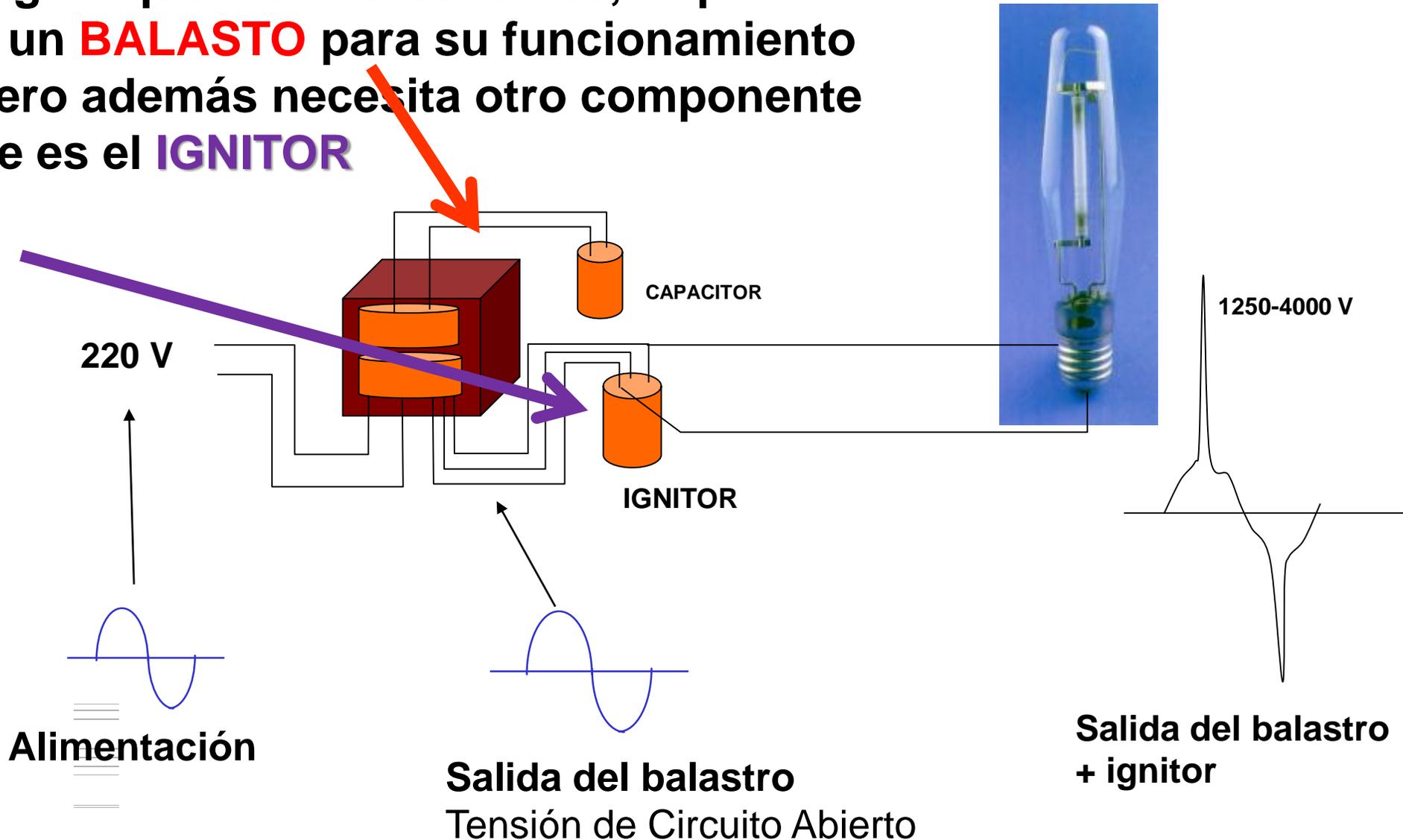
La descarga se puede producir en una atmósfera de vapor de Sodio o de Mercurio.





Funcionamiento

Al igual que las fluorescentes, requiere de un **BALASTO** para su funcionamiento, pero además necesita otro componente que es el **IGNITOR**







D) LAMPARAS DE DESCARGA



- **HALOGENUROS:**

HCI – T / TS
REPRODUCCION
CROMATICA MUY
ATRACTIVA IDEAL PARA
PRESENTACIONES DE
PRODUCTOS

D) LAMPARAS DE DESCARGA



- **HALOGENUROS:**

HCI – T / TS
REPRODUCCION
CROMATICA MUY
ATRACTIVA IDEAL PARA
PRESENTACIONES DE
PRODUCTOS

D) LAMPARAS DE DESCARGA



- **HALOGENUROS METALICOS:**
HQI – TS
POT. 70/150/250 w
APLICAC. INTER.:
SALONES DE VENTAS,
VESTIBULOS, HOTELES,
RESTAURANTES, ETC.

D) LAMPARAS DE DESCARGA



- **HALOGENUROS METALICOS:**
HQI – TS ARCO
POT. 1000/2150 w
APLICACIONES:
CAMPOS DE DEPORTES,
ILUM. EDIFICIOS, ZONAS
INDUSTRIALES, ETC.

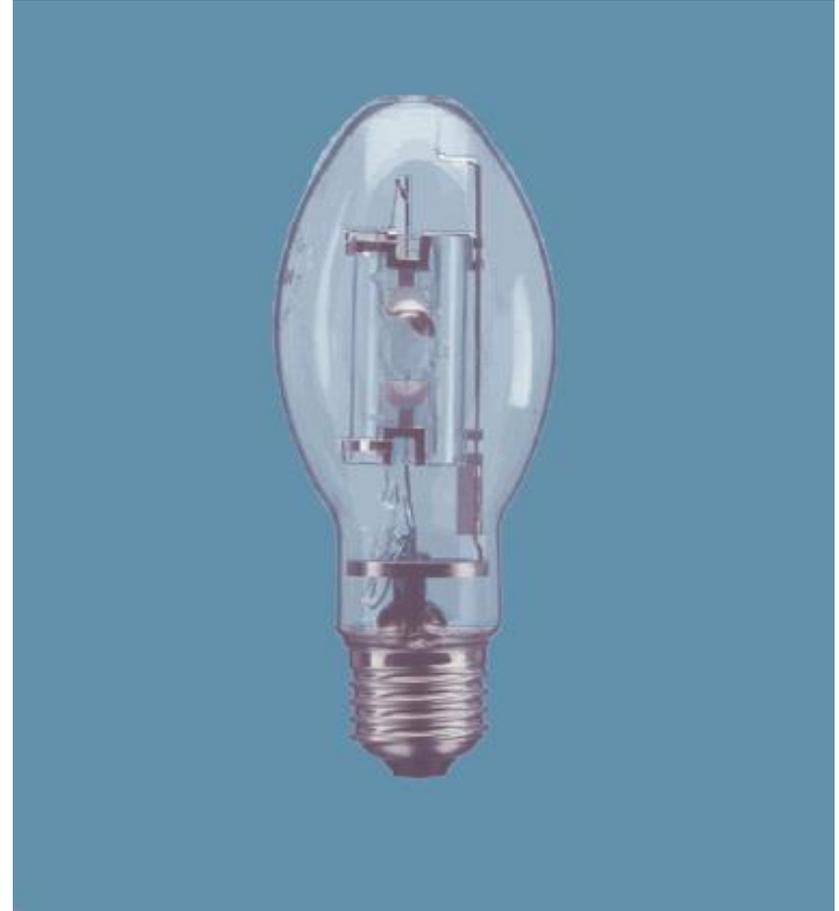
Tienda Nike – Las Mercedes - Caracas



Tienda Nike – Maracaibo - Zulia



D) LAMPARAS DE DESCARGA



SON ADECUADAS PARA LA ILUMINACION DE EDIFICIOS, INDUSTRIAS, OFICINAS, SALAS DE VENTA

D) LAMPARAS DE DESCARGA



LUZ BLANCA PARA EL EXTERIOR, AGRADABLE COMO LA BOMBILLA INCANDESCENTE Y ECONOMICA COMO LA LAMPARA DE DESCARGA
APLICACIONES:
CIUDADES PINTORESCAS, CARRETERAS CON POCO TRAFICO PASEOS, JARDINES PUBLICOS, MONUMENTOS, ARQUITECTURA

D) LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO ALTA PRESION

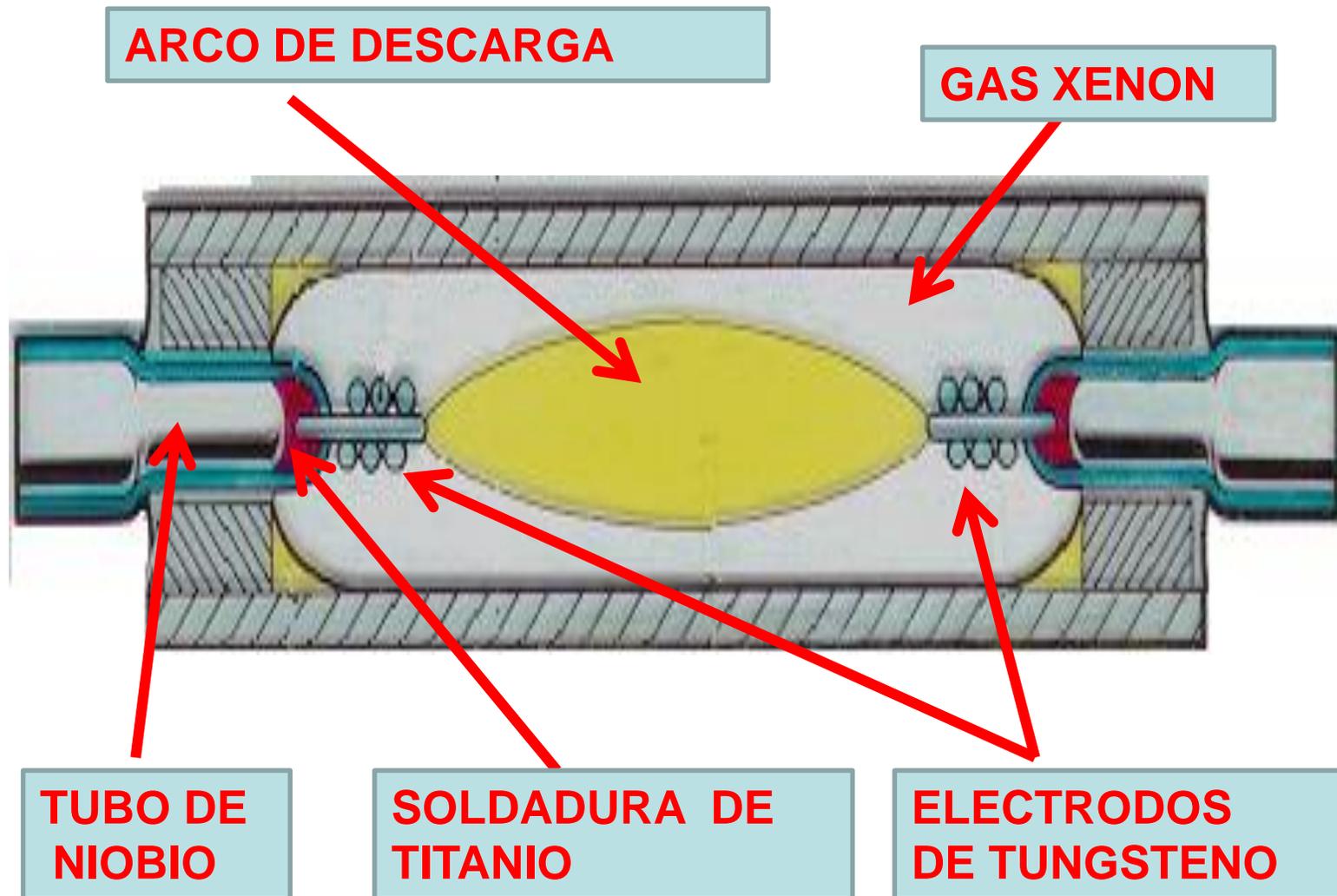


VENTAJAS:

LUZ MONOCROMATICA EN COLOR AMARILLO PERMITE LA VISIBILIDAD AUN EN SITUACIONES DE NIEBLA Y ATRAE SOLO UN 5% DE INSECTOS COMPARADO CON OTRAS LAMPARAS

APLICACIONES:

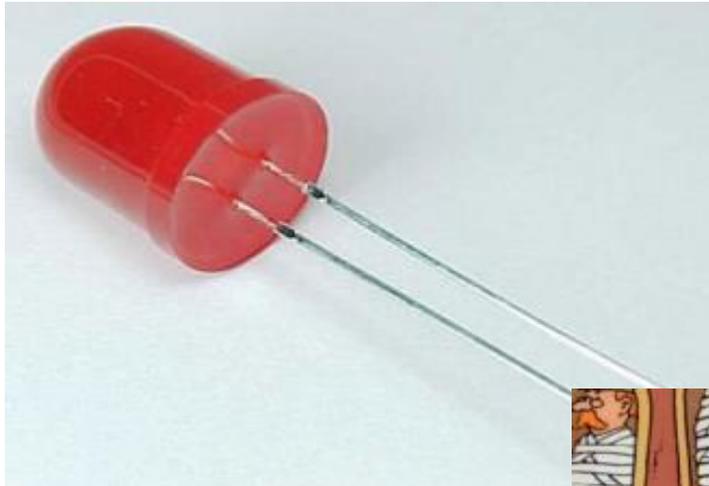
INST. EXTERIORES, TRAFICO, CULTIVO DE PLANTAS, ETC. CONSTAN DE LARGA DURACION





E) LAMPARAS DE LED

LED: Light-Emitting Diode (diodo emisor de luz)



¿HAS VISTO
ALGUNO?



E) LAMPARAS DE LED



Las lámparas se consiguen juntando varios LEDs

Aunque son caros, tienen grandes ventajas:

- 90% de la corriente que les llega se transforma en luz
- Duran muchas horas
- No son sensibles a encendidos/apagados
- Son silenciosos

E) LAMPARAS DE LED

Tipo de lámpara	Vida útil media (horas)	Eficiencia (lumens / W consumido)
Bombilla incandescente	1.000 h	16 lm/W
Lámpara halógena	3.000 h	22 lm/W
Tubo fluorescente	8.000 - 10.000 h	60 lm/W
Bombilla bajo consumo	8.000 - 10.000 h	60 lm/W

LED

50.000 - 100.000 h

50-150 lm/W

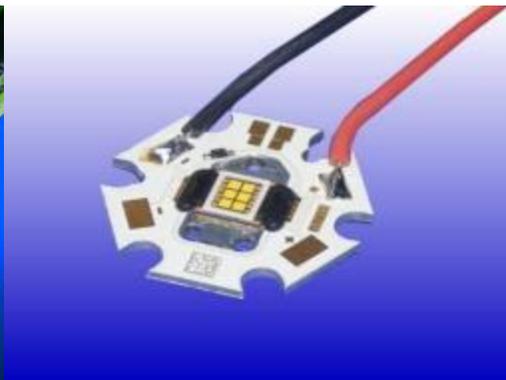
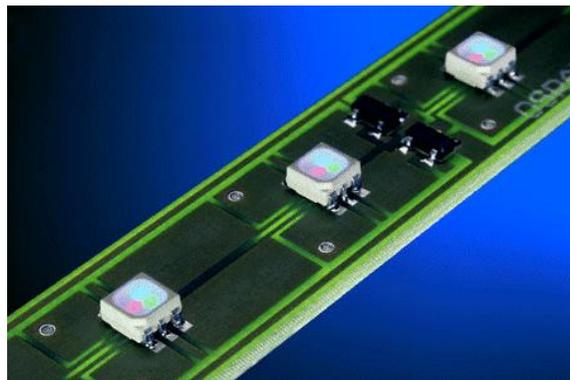


LED's DIODOS EMISORES DE LUZ

Cruceros Carnival – Equipados con Leds de Osram



PISCINA ILUMINADA CON LED'S





Osram LED's en nuevo modelo Hyundai



Osram LED's en nuevo modelo Cadillac



LED'S ORGÀNICOS TRANSPARENTES DE OSRAM

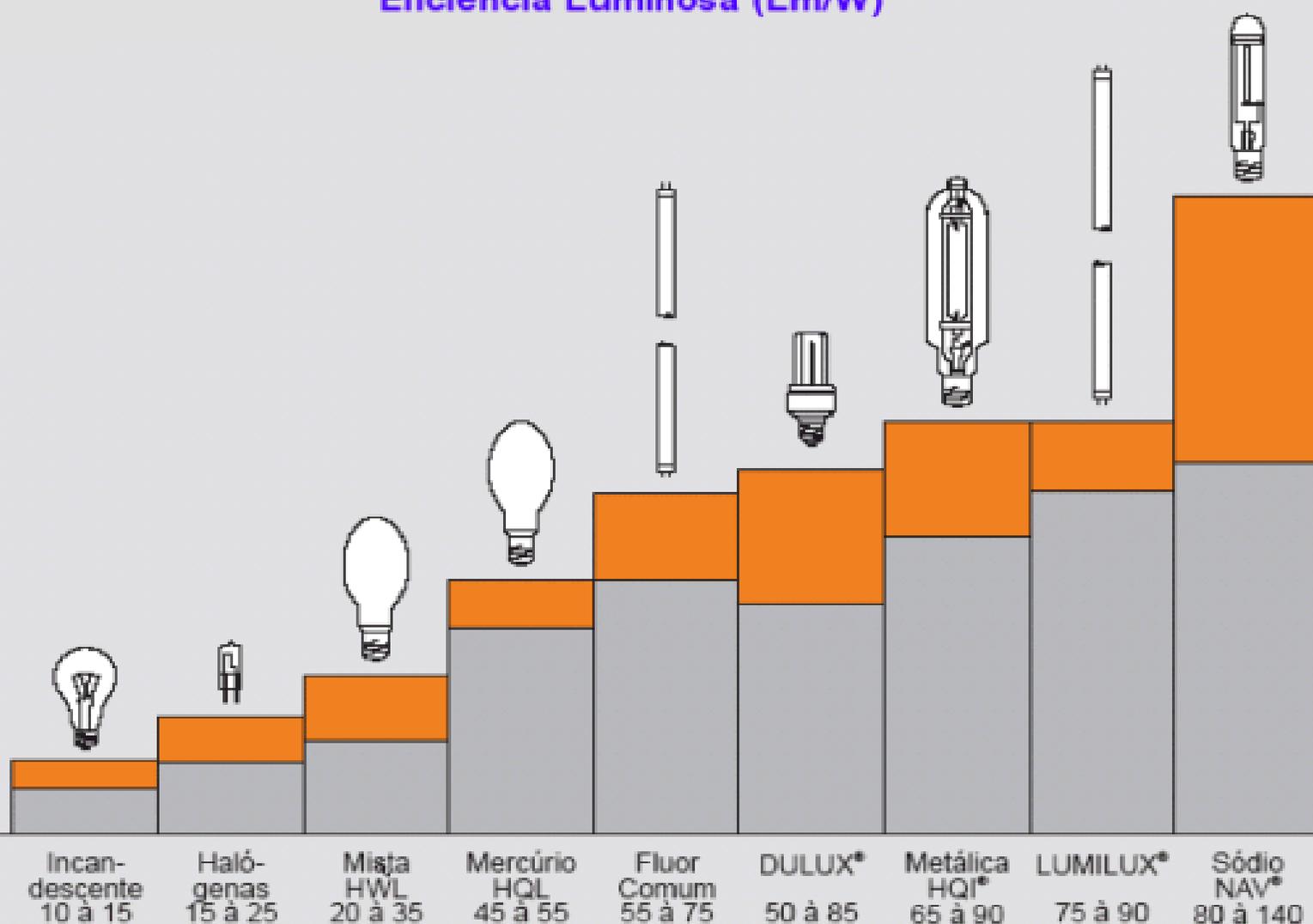
VALORES TÍPICOS DE LAMPARAS

Tipo de fuente	Potencia W	Flujo Luminoso Lm	Eficacia luminosa Lm/W
Vela de cera		10	
Lámpara incandescente	40	430	10,75
	100	1.300	13,80
	300	5.000	16,67
Lámpara Fluorescente compacta	7	400	57,10
	9	600	66,70
Lámpara Fluorescente tubular	20	1.030	51,50
	40	2.600	65,00
	65	4.100	63,00
Lámpara vapor de Mercurio	250	13.500	54,00
	400	23.000	57,50
	700	42.000	60,00
Lámpara Mercurio Halogenado	250	18.000	72,00
	400	24.000	67,00
	100	80.000	80,00
Lámpara vapor de Sodio alta presión	250	25.000	100,00
	400	47.000	118,00
	1.000	120.000	120,00
Lámpara vapor de Sodio baja presión	55	8.000	145,00
	135	22.500	167,00
	180	33.000	180,00

Eficiencia Luminosa (Lm/W)

lm/W

170
160
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0



Incan-
descente
10 à 15

Haló-
genas
15 à 25

Mista
HWL
20 à 35

Mercúrio
HQL
45 à 55

Fluor
Comum
55 à 75

DULUX*
50 à 85

Metálica
HQI*
65 à 90

LUMILUX*
75 à 90

Sódio
NAV*
80 à 140

VIDA MEDIA Y VIDA UTIL

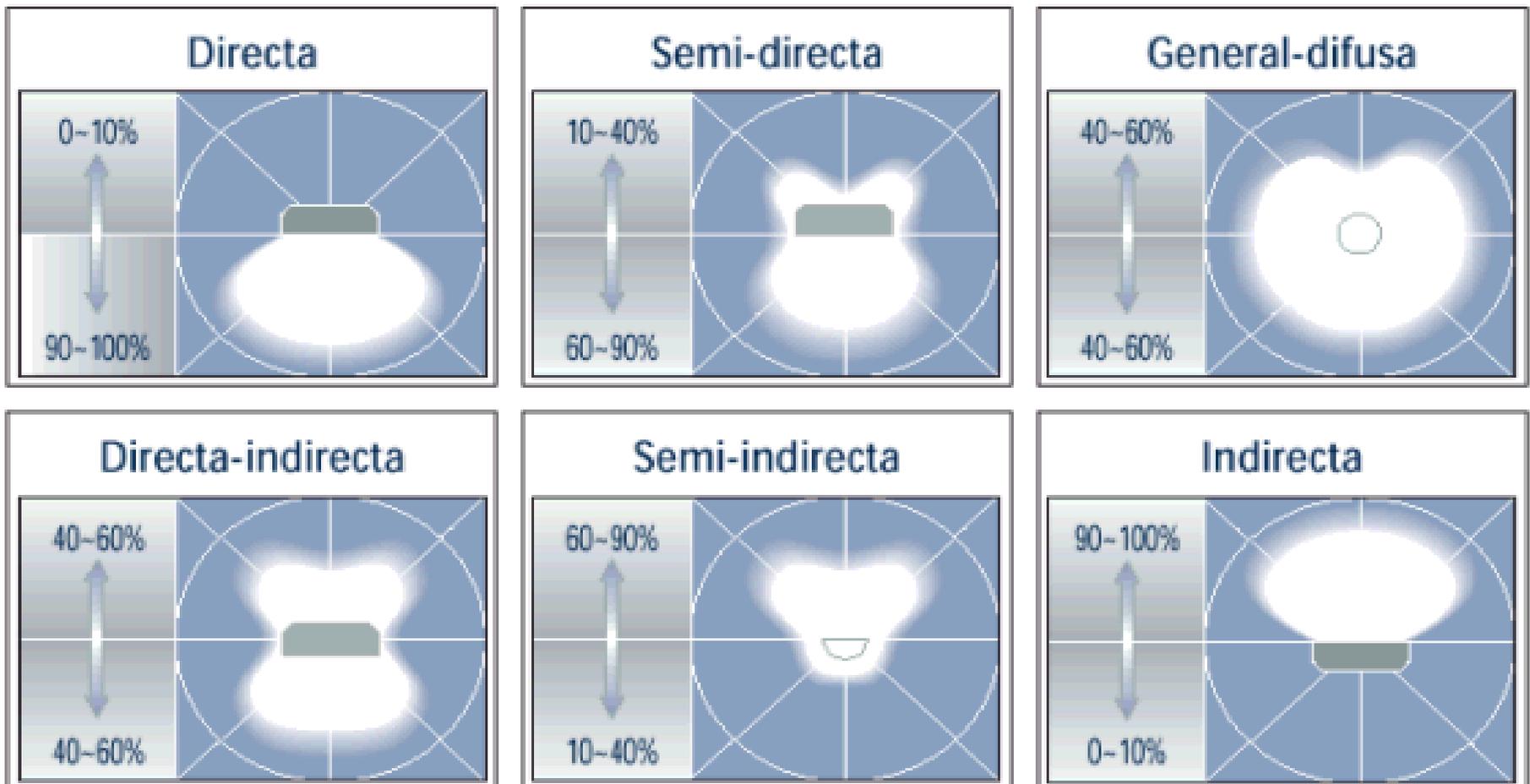
- a) **Vida media:** indica el número de horas de funcionamiento a las cuales la mortalidad de un lote representativo de fuentes de luz del mismo tipo alcanza el 50 % en condiciones estandarizadas.
- b) **Vida útil (económica):** indica el tiempo de funcionamiento en el cual el flujo luminoso de la instalación ha descendido a un valor tal que la fuente de luz no es rentable y es recomendable su sustitución, teniendo en cuenta el coste de la lámpara, el precio de la energía consumida y el coste de mantenimiento.

Lámpara	Vida Media (horas)	Vida Útil (horas)
Incandescencia	1.000	1.000
Incandescencia Halógena	2.000	2.000
Fluorescencia Tubular	12.500	7.500
Fluorescencia Compacta	8.000	6.000
Vapor de Mercurio a Alta Presión	24.000	12.000
Luz Mezcla	9.000	6.000
Vapor de Sodio a Baja Presión	22.000	12.000
Vapor de Sodio a Alta Presión	20.000	15.000

Clasificación de las luminarias

LUMINARIAS. CLASIFICACIÓN POR LA EMISIÓN DEL FLUJO

De acuerdo con el porcentaje de flujo luminoso total distribuido por encima y por debajo del plano horizontal, se clasifican en:



Aplicación de las luminarias

LÁMPARAS: DIFERENTES CLASES - APLICACIONES

	Tipo	Eficacia* (lm/W)	Vida útil (horas)	Rendimiento color** (%)	Gama potencias disponible (W)	Aplicaciones más usuales
	Incandescente estándar	10-15	1.000	100	15-1.500	Uso general interior.
	Incandescente halógena	25	2.000	100	20-2.000	Uso decorativo: escaparates, expositores, etc.
	Fluorescente	60-93	10.000	63-95	16-50	Oficinas e interiores con altura < 4 m con largos periodos de encendido.
	Fluorescente compacta	50-81	8.000	82	25-200	
	Vapor mercurio color corregido	46-55	12.000	40-46	50-2.000	Naves de techo alto y alumbrado de exteriores.
	Vapor mercurio con halógenos	70-96	8.000	69-96	70-250	Alumbrado en bodega con requisitos de calidad de color.
	Vapor sodio alta presión	90-120	10.000	20	150-1.000	Alumbrado de exteriores.
	Vapor sodio baja presión	100-200	10.000	0	18-180	Alumbrado de zonas sin requisitos de color.

APLICACIONES

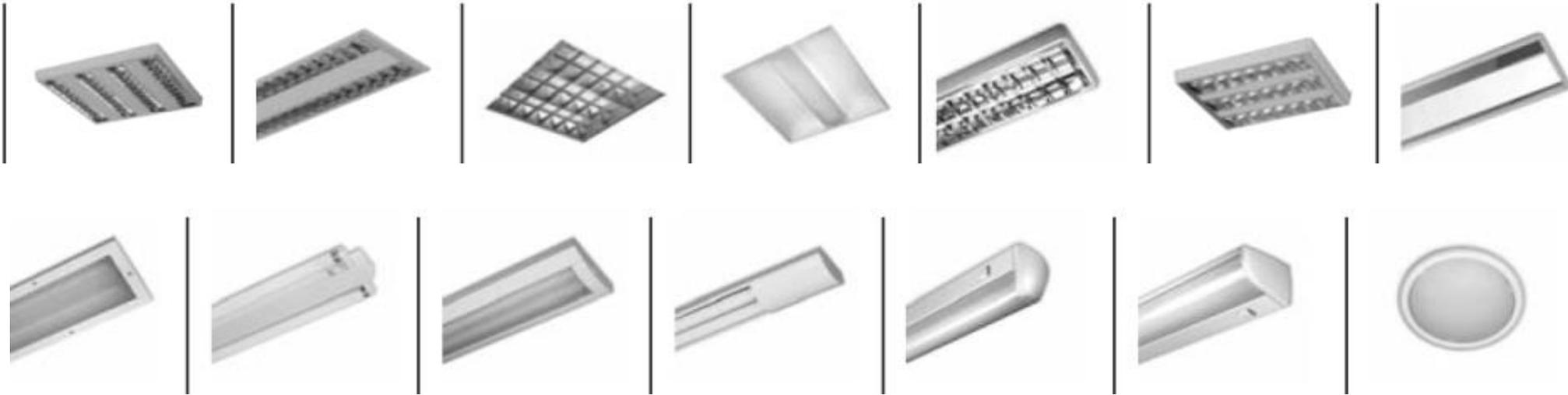
TIPO DE LÁMPARA	COSTO RELATIVO LÁMPARA	EFICACIA LUMINOSA	ASPECTO CROMÁTICO	REPRODUCCIÓN DE COLORES	APLICACIONES	
Incandescentes	Bajo	Muy baja	Cálido	Excelente	<ul style="list-style-type: none"> - Ámbito de aplicación muy general. - Se presta bien a los alumbrados localizados y decorativos. - Dado su bajo costo, son interesantes en utilización intermitente. 	
Halógenas	Medio-bajo	Baja	Cálido	Excelente	<ul style="list-style-type: none"> - Alumbrado interior decorativo. - Alumbrado por proyector en zonas deportivas, aeropuertos, monumentos. 	
FLUORESCENTES	Blanca cálida	Medio-elevado	Media Alta	Cálido	Buena (De lujo) Media	<ul style="list-style-type: none"> - Alumbrado público. - Las de lujo son indicadas en carnicerías, restaurantes, etc.
	Blanca fría	Medio-elevado	Media Alta	Intermedio	Buena (De lujo) Media	<ul style="list-style-type: none"> - Naves industriales, almacenes, escuelas, oficinas. - Las de lujo son indicadas para tiendas, comercios y oficinas que necesiten un buen rendimiento de color.
	Luz día	Medio-elevado	Media Alta	Frío	Buena (De lujo) Media	<ul style="list-style-type: none"> - Con altos niveles de iluminación (1000 lux). - Las de lujo, en tiendas de tejidos.
	Nueva generación (Trifósforo)	Elevado	Alta	Frío intermedio cálido	Buena	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicaciones que necesiten alto rendimiento luminoso y de color.
Vapor de Mercurio	Medio	Media	Frío	Media	<ul style="list-style-type: none"> - Las de bulbo claro en jardines y parques. - Las de color corregido se utilizan en la industria y para alumbrado público. 	
Halogenuros metálicos	Elevado	Alta	Frío	Buena	<ul style="list-style-type: none"> - Alumbrado de grandes espacios y vestíbulos de gran altura por proyectores. - Alumbrados deportivos (TV color). 	
Vapor de sodio de alta presión	Elevado	Alta	Cálido	Media	<ul style="list-style-type: none"> - Alumbrado público. - Alumbrado industrial naves altas. 	
Vapor de sodio baja presión	Elevado	Muy alta	Cálido	Muy pobre	<ul style="list-style-type: none"> - Alumbrado público. - Alumbrado de seguridad. - Alumbrado arquitectónico. 	

APLICACIONES

Ámbito de uso	Tipos de lámparas más utilizados
Doméstico	<ul style="list-style-type: none"> • Incandescente • Fluorescente • Halógenas de baja potencia • Fluorescentes compactas
Oficinas	<ul style="list-style-type: none"> • Alumbrado general: fluorescentes • Alumbrado localizado: incandescentes y halógenas de baja tensión
Comercial (Depende de las dimensiones y características del comercio)	<ul style="list-style-type: none"> • Incandescentes • Halógenas • Fluorescentes • Grandes superficies con techos altos: mercurio a alta presión y halogenuros metálicos
Industrial	<ul style="list-style-type: none"> • Todos los tipos • Luminarias situadas a baja altura (6 m): fluorescentes • Luminarias situadas a gran altura (>6 m): lámparas de descarga a alta presión montadas en proyectores • Alumbrado localizado: incandescentes
Deportivo	<ul style="list-style-type: none"> • Luminarias situadas a baja altura: fluorescentes • Luminarias situadas a gran altura: lámparas de vapor de mercurio a alta presión, halogenuros metálicos y vapor de sodio a alta presión

LUMINARIAS: PARA OFICINAS

FLUORESCENTES *FLUORESCENTS*



EMPOTRABLES *DOWNLIGHTS*



LUMINARIAS: OFICINAS



LUMINARIAS: OFICINAS

STRIP M



STRIP



LUX D



LUX M



LUMINARIAS: OFICINAS



v



LUMINARIAS: OFICINAS



LUMINARIAS: OFICINAS

200



202



LUMINARIAS: PARA USO INDUSTRIAL

COLGANTES INDUSTRIALES *HIGH BAYS*



POLAR
48



ORION
50

New!



ALFA
52



MINIALFA
54

New!

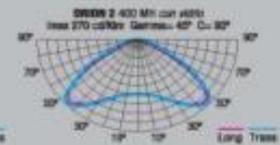
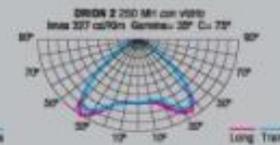
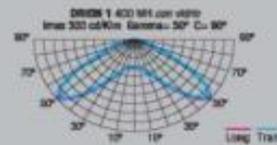
LUMINARIAS: INDUSTRIALES



LUMINARIAS: INDUSTRIALES



IP65



LUMINARIAS: PROYECTORES (FACHADAS)

PROYECTORES *FLOODLIGHTS*



MAX 1
12



MAX 2
14



LASER 1
16



LASER 2
18



SMART
20

New!



FROG
22

New!

LUMINARIAS: REFLECTORES



IP65



FOCUS 1



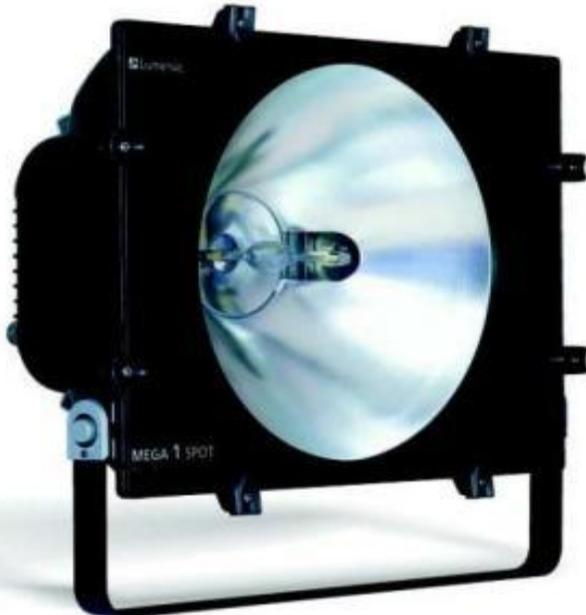
LUMINARIAS: REFLECTORES



ME



FOCUS 2



LUMINARIAS: ALUMBRADO PUBLICO



URBIS
32

New!



AVENUE
34

New!



CITY
36

New!



GARDEN
38

New!



PARK
40

New!

LUMINARIAS: ESTANCOS



MAREA
06



MAREA PRO
08

New!

LUMINARIAS: HALOGENAS DECORATIVAS



LUMINARIAS: JARDINES



LUMINARIAS: VIVIENDAS



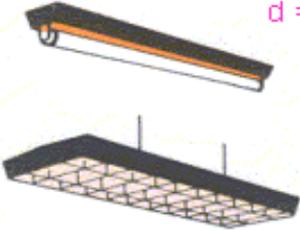
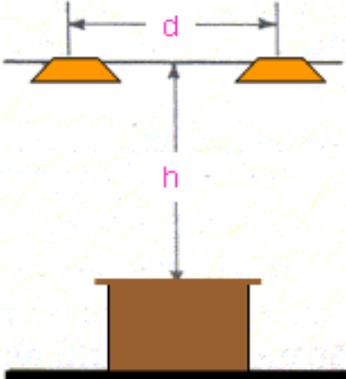
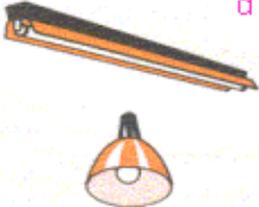
LUMINARIAS: VIVIENDAS



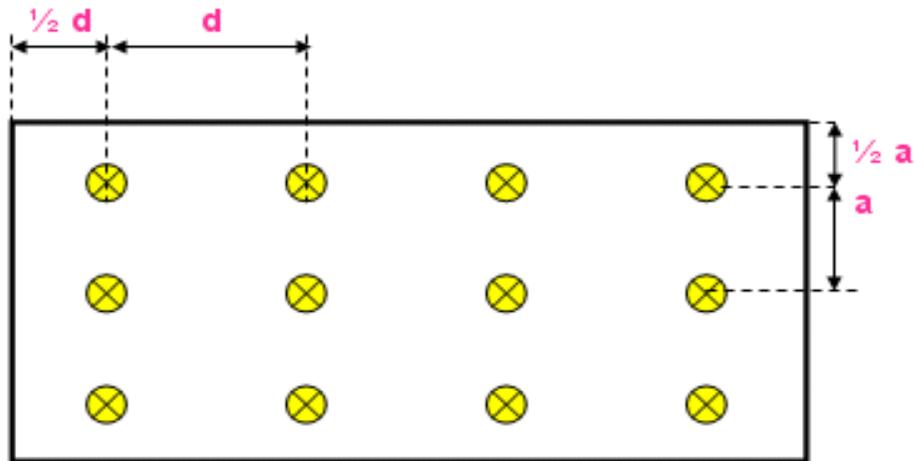
1.4 Iluminación de interiores

LUMINARIAS: DISTANCIAS - ALTURAS

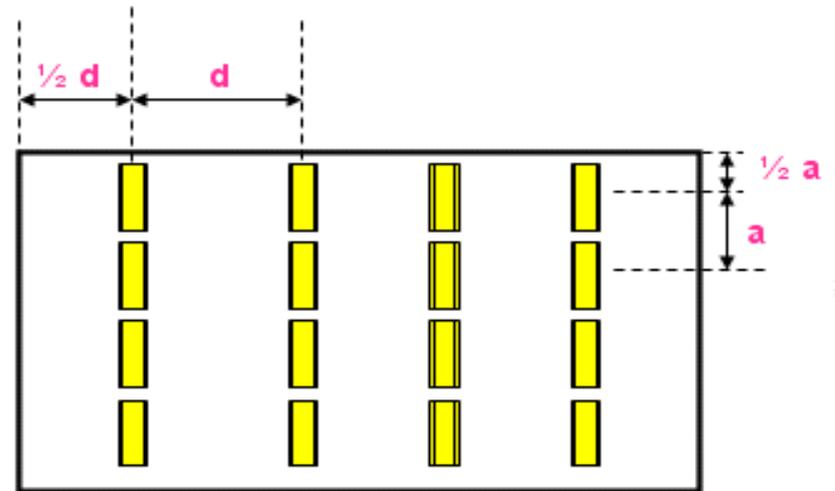
La siguiente tabla muestra la distancia ideal entre luminarias distancia con el plano de trabajo

	LUMINARIA	d - h
Regletas	 <p>$d = 1,1 h$</p>	
Reflectores amplios	 <p>$d = h$</p>	
Reflectores medios	 <p>$d = 0,9 h$</p>	

DISTRIBUCION DE LUMINARIAS EN EL PLANO



Lámparas de: incandescencia, vapor de mercurio
Y similares



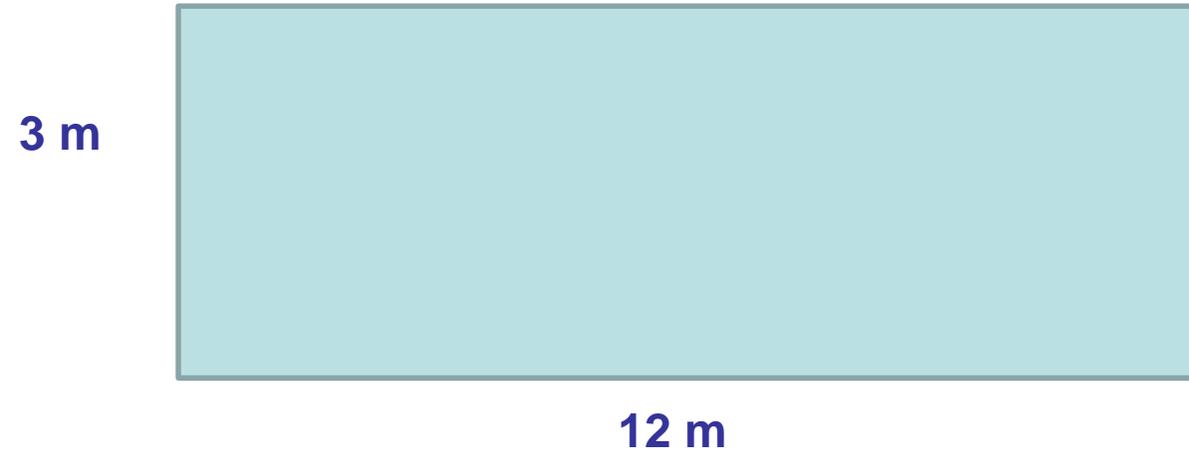
Lámparas fluorescentes y tubulares

Ejemplo:

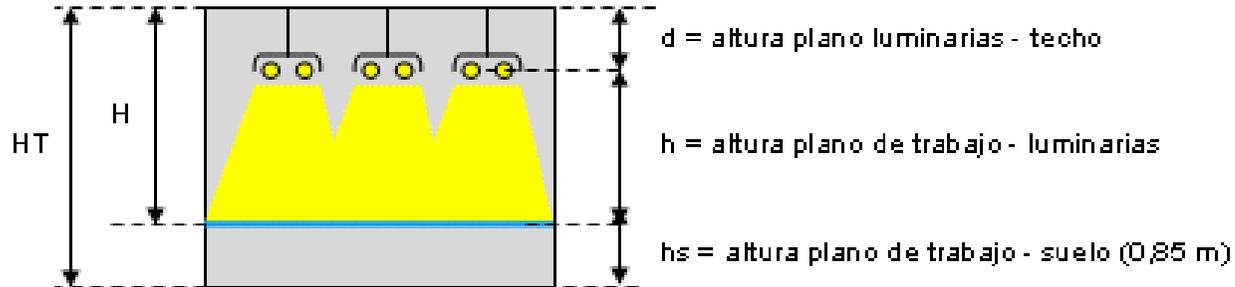
DISTRIBUCION DE LUMINARIAS EN EL PLANO

Ejemplo:

Distribuir 12 luminarias en siguiente local



ALTURAS QUE HAY EN UN LOCAL



Calculo de alturas

Locales de altura normal	Altura de las luminarias
Locales de altura normal (oficinas, viviendas, aulas, etc)	$h =$ Lo mas alto posible
Locales con iluminación directa, semidirecta y difusa	Optimo $h = 4/5 (HT - h_s)$
Locales con iluminación indirecta	$a = 1/4 (HT - h_s)$ (separación) $h = 3/4 (HT - h_s)$

Ejemplo:

ALTURAS QUE HAY EN UN LOCAL

Ejemplo:

Indique la altura en la que se debe instalar las luminarias de tipo directa semidirecta en la siguiente nave industrial

Solución:

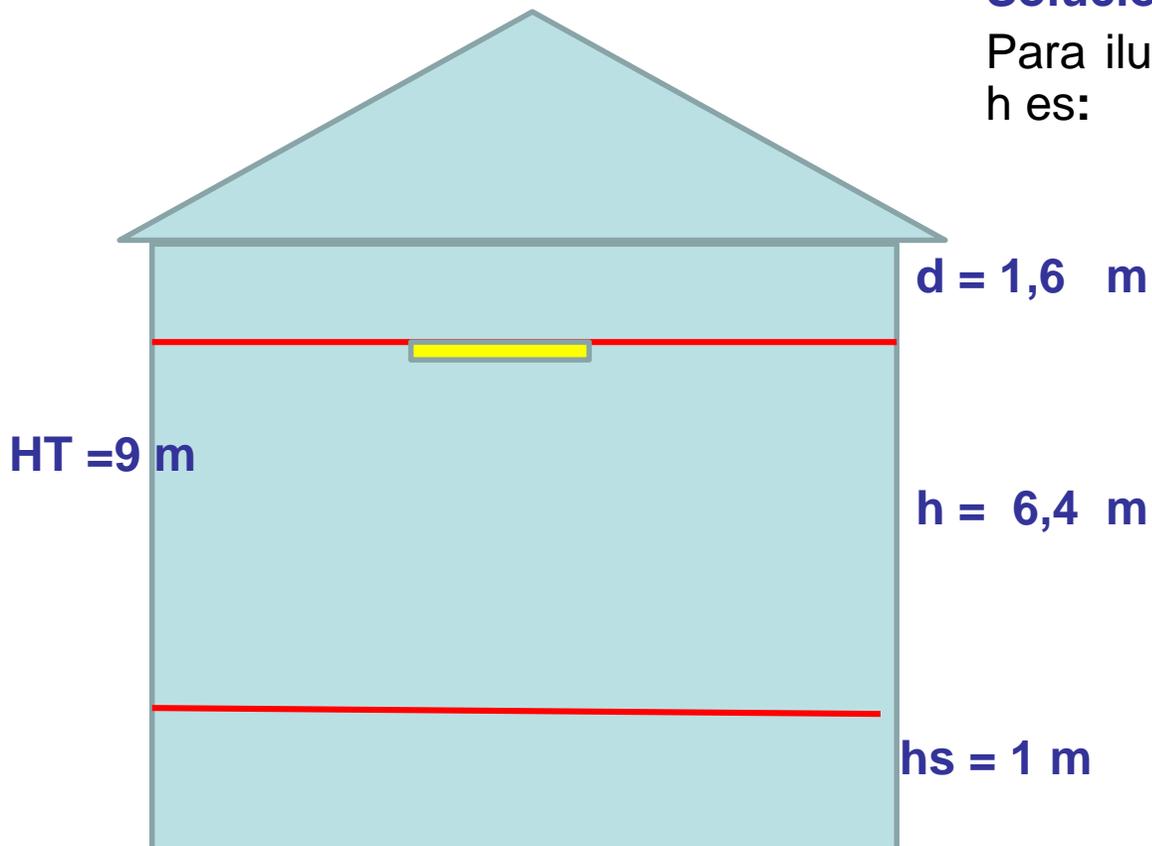
Para iluminación directa semidirecta la altura h es:

$$\text{Optimo } h = \frac{4}{5} (HT - h_s)$$

$$h = \frac{4}{5}(9\text{m} - 1\text{m}) = 6,4 \text{ m}$$

La distancia "d" será:

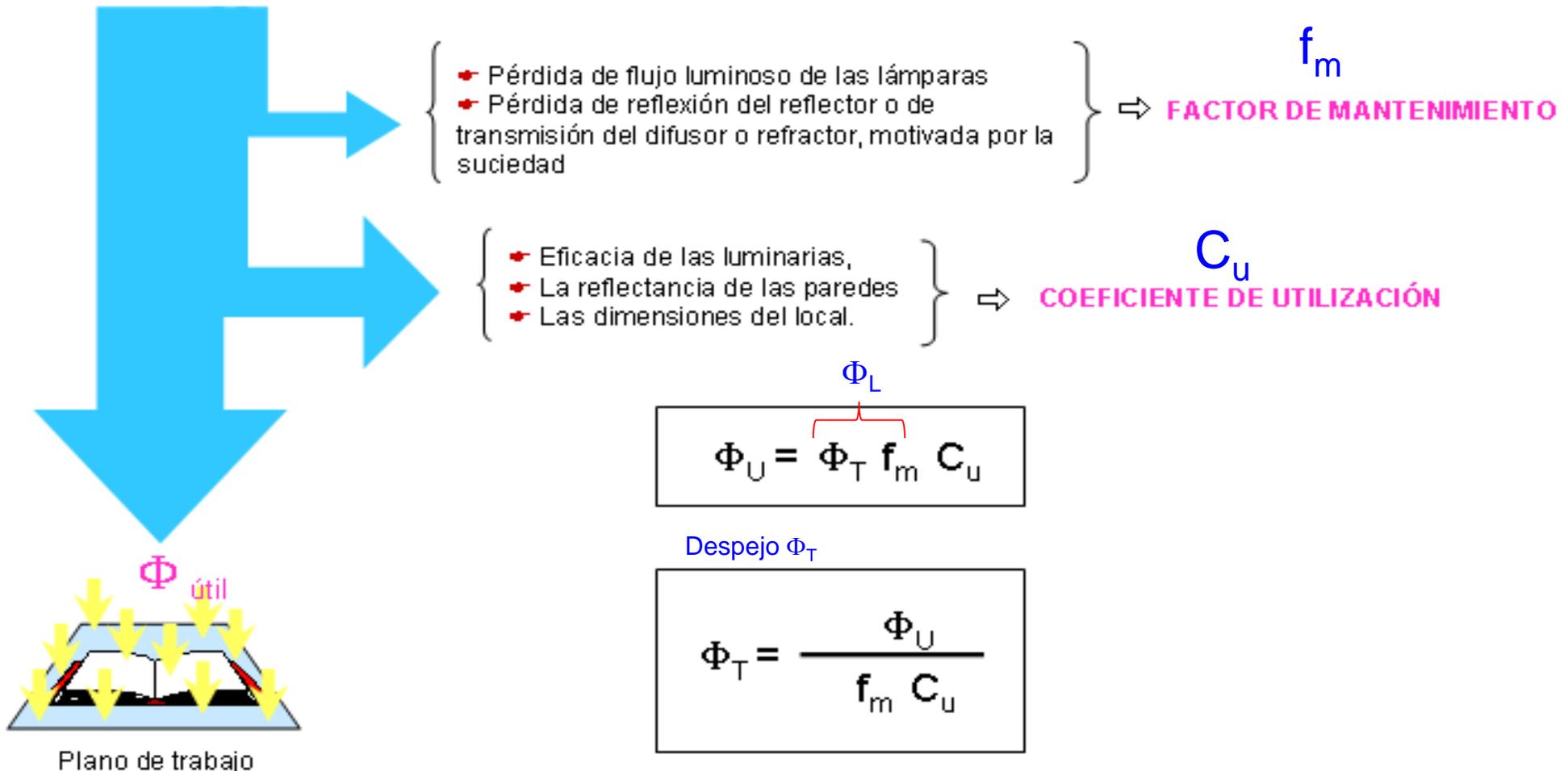
$$d = 9\text{m} - 6,4 \text{ m} - 1\text{m} = 1,6 \text{ m}$$



Factor de Mantenimiento (f_m) y Coeficiente de Utilización C_u



Del flujo Φ producido por la lámpara, sólo una parte Φ_U llega al plano de trabajo.
Hay que tener en cuenta el **Factor de Mantenimiento f_m** y el **Coeficiente de Utilización C_u**



Factor de Mantenimiento (f_m)

Una instalación de alumbrado no mantiene indefinidamente las características luminosas iniciales. Ello se debe a dos factores, principalmente:

1º) A la pérdida de flujo luminoso de las lámparas, motivada tanto por el envejecimiento natural, como por el polvo y suciedad que se deposita en ellas.

2º) A la pérdida de reflexión del reflector o transmisión del difusor o refractor, motivada asimismo por la suciedad.

La experiencia acumulada a lo largo de los años, hace posible situar el factor de mantenimiento f_m dentro de límites comprendidos entre el

80% (ambientes muy limpios) EJ Oficinas, BANCOS, HOSPITALES
y el 50% (ambientes muy sucios) Ej. Carpintería, mercados talleres

Coefficiente de Utilización C_U

Al cociente entre el flujo luminoso que llega al plano de trabajo (flujo útil), y el flujo total emitido por las lámparas instaladas, es lo que llamamos "Coeficiente de utilización"

$$C_U = \frac{\Phi_U}{\Phi_L}$$

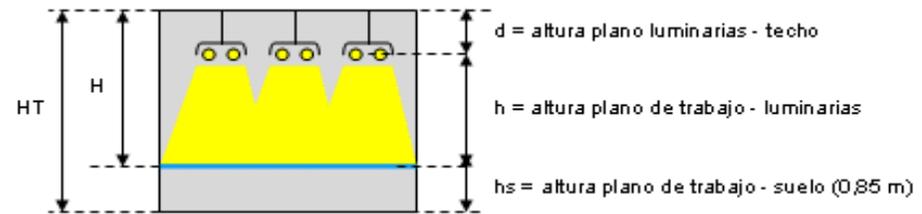
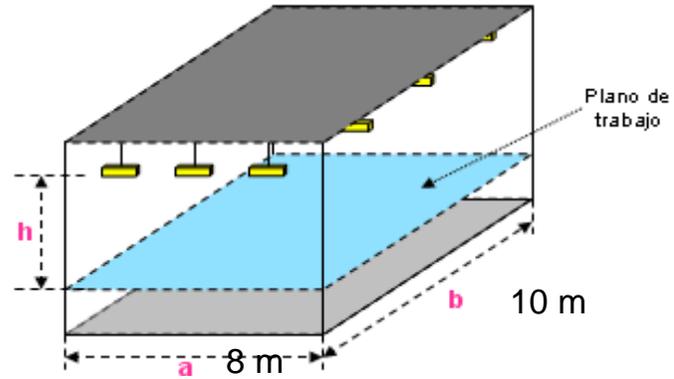
Φ_U = Flujo útil que llega al plano de trabajo

Φ_L = Flujo luminoso de la luminaria

Este coeficiente depende de diversas variables tales como **la eficacia de las luminarias**, la **reflectancia de las paredes** y las **dimensiones del local**

Caculo del Coeficiente de Utilización C_u

1 Para hallar el C_u es preciso calcular previamente el **índice del local k**



Illuminación directa, semidirecta, directa – indirecta y general difusa:

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

Illuminación semiindirecta e indirecta:

$$k = \frac{3 a b}{2 H (a + b)}$$

2 Luego se determina el coeficiente de reflexión (factor de reflexión)

Coeficientes de reflexión		
	Color	Factor de reflexión
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	claro	0.5
	medio	0.3
Paredes	claro	0.5
	medio	0.3
	oscuro	0.1
Suelo	claro	0.3
	oscuro	0.1

3 A partir del índice del local k y los **factores de reflexión** obtenemos el **coeficiente de Utilización C_u** en una tabla

3

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización C_u								
		Factor de reflexión del techo								
		0.7			0.5			0.3		
		Factor de reflexión de las paredes								
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1
	1	.28	.22	.16	.25	.22	.16	.26	.22	.16
	1.2	.31	.27	.20	.30	.27	.20	.30	.27	.20
	1.5	.39	.33	.26	.36	.33	.26	.36	.33	.26
	2	.45	.40	.35	.44	.40	.35	.44	.40	.35
	2.5	.52	.46	.41	.49	.46	.41	.49	.46	.41
	3	.54	.50	.45	.53	.50	.45	.53	.50	.45
	4	.51	.56	.52	.59	.56	.52	.59	.56	.52
	5	.63	.60	.56	.63	.60	.56	.62	.60	.56
	6	.68	.63	.60	.66	.63	.60	.65	.63	.60
	8	.71	.67	.64	.69	.67	.64	.68	.67	.64
10	.72	.70	.67	.71	.70	.67	.71	.70	.67	

CÁLCULO DE ALUMBRADO DE INTERIORES

Las consideraciones hechas hasta aquí, nos permiten determinar el flujo luminoso necesario para producir iluminación E sobre una superficie útil de trabajo.

- ① De la definición de Iluminación ($E = \Phi_U/S$) despejo Φ_U

$$\Phi_U = E S$$

- ② El flujo total para iluminar un ambiente es

$$\Phi_T = \frac{\Phi_U}{f_m C_u}$$

- ③ Reemplazando ec. 1 en 2 tenemos

$$\Phi_T = \frac{E S}{f_m C_u}$$

- ④ Conocido el flujo total necesario Φ_T el N° de Luminarias a utilizar suponiendo un flujo Φ_L por luminaria

$$N = \frac{\Phi_T}{\Phi_L}$$

- ⑤ Reemplazando ec. 3 en 4 tenemos

$$N = \frac{E \cdot S}{f_m \cdot C_u \cdot \phi_L}$$

N= numero de luminarias

E= Iluminación requerida en el local [Lux]

S = superficie o área del local [m²]

Fm = Factor de mantenimiento

Cu = Coeficiente de utilización de la luminaria (ver tablas)

Φ_U = Flujo Luminoso de la Luminaria [lm]

Factor de uniformidad

También es importante tener en cuenta el **Factor de Uniformidad**:

Factor de uniformidad	Alumbrado General	Alumbrado Localizado
$E_{\text{mínima}} / E_{\text{media}}$	$\geq 0,8$	$\geq 0,5$

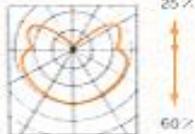
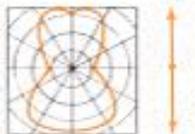
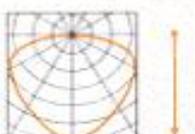
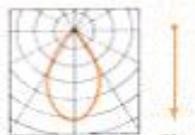
Tabla de Niveles de Iluminación

Las normas indican el nivel de iluminación que debe haber en cada ambiente en función al uso que se le de.

Tareas y clases de local	Iluminancia media en servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
Zonas generales de edificios			
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, escaleras móviles, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200
Centros docentes			
Aulas, laboratorios	300	400	500
Bibliotecas, salas de estudio	300	500	750
Oficinas			
Oficinas normales, mecanografiado, salas de proceso de datos, salas de conferencias	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación, CAD/CAM/CAE	500	750	1000
Comercios			
Comercio tradicional	300	500	750
Grandes superficies, supermercados, salones de muestras	500	750	1000
Industria (en general)			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000
Trabajos con requerimientos visuales especiales	1000	1500	2000
Viviendas			
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de trabajo o estudio	300	500	750

Coeficientes de utilización de Algunas Luminarias

Factor de Utilización de Algunas Luminarias

Tipo de iluminación	Luminarias	Indice del local K	Techo							
			75 %			50 %			30 %	
			Paredes							
			50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	30 %	10 %
semidirecta 	zócalo solo o con cubierta difusora 	0,50 ÷ 0,70	0,28	0,22	0,18	0,26	0,21	0,18	0,20	0,17
		0,70 ÷ 0,90	0,35	0,29	0,25	0,33	0,27	0,24	0,26	0,24
		0,90 ÷ 1,10	0,39	0,33	0,30	0,37	0,32	0,28	0,30	0,27
		1,10 ÷ 1,40	0,45	0,38	0,33	0,40	0,36	0,32	0,33	0,30
		1,40 ÷ 1,75	0,49	0,42	0,37	0,43	0,39	0,34	0,37	0,33
		1,75 ÷ 2,25	0,56	0,50	0,44	0,49	0,44	0,40	0,42	0,38
		2,25 ÷ 2,75	0,60	0,55	0,50	0,53	0,48	0,44	0,47	0,44
		2,75 ÷ 3,50	0,64	0,59	0,54	0,56	0,51	0,47	0,50	0,47
		3,50 ÷ 4,50	0,68	0,62	0,59	0,61	0,56	0,53	0,54	0,52
4,50 ÷ 6,50	0,70	0,65	0,62	0,65	0,62	0,60	0,58	0,57		
mata 	difusores 	0,50 ÷ 0,70	0,26	0,23	0,21	0,23	0,21	0,19	0,19	0,17
		0,70 ÷ 0,90	0,32	0,29	0,27	0,28	0,26	0,24	0,23	0,21
		0,90 ÷ 1,10	0,37	0,33	0,31	0,31	0,29	0,27	0,26	0,24
		1,10 ÷ 1,40	0,40	0,36	0,34	0,34	0,31	0,30	0,28	0,26
		1,40 ÷ 1,75	0,42	0,39	0,36	0,36	0,33	0,32	0,30	0,28
		1,75 ÷ 2,25	0,46	0,43	0,40	0,41	0,38	0,35	0,32	0,30
		2,25 ÷ 2,75	0,50	0,46	0,43	0,44	0,40	0,39	0,34	0,33
		2,75 ÷ 3,50	0,52	0,48	0,45	0,46	0,44	0,41	0,37	0,36
		3,50 ÷ 4,50	0,55	0,52	0,49	0,48	0,46	0,45	0,39	0,38
4,50 ÷ 6,50	0,57	0,54	0,51	0,49	0,47	0,46	0,42	0,41		
directa 	reflectores de haz amplio 	0,50 ÷ 0,70	0,38	0,32	0,28	0,37	0,32	0,28	0,31	0,28
		0,70 ÷ 0,90	0,46	0,42	0,38	0,46	0,41	0,38	0,41	0,38
		0,90 ÷ 1,10	0,50	0,46	0,43	0,50	0,46	0,43	0,46	0,43
		1,10 ÷ 1,40	0,54	0,50	0,48	0,53	0,50	0,47	0,49	0,47
		1,40 ÷ 1,75	0,58	0,54	0,51	0,56	0,53	0,50	0,52	0,50
		1,75 ÷ 2,25	0,62	0,59	0,56	0,60	0,58	0,56	0,58	0,56
		2,25 ÷ 2,75	0,67	0,64	0,61	0,65	0,63	0,61	0,62	0,61
		2,75 ÷ 3,50	0,63	0,66	0,63	0,67	0,65	0,63	0,64	0,62
		3,50 ÷ 4,50	0,72	0,70	0,67	0,70	0,68	0,66	0,67	0,66
4,50 ÷ 6,50	0,74	0,71	0,69	0,72	0,70	0,68	0,69	0,67		
directa 	reflectores de haz medio 	0,50 ÷ 0,70	0,35	0,32	0,30	0,35	0,32	0,30	0,32	0,30
		0,70 ÷ 0,90	0,43	0,39	0,37	0,42	0,39	0,37	0,39	0,37
		0,90 ÷ 1,10	0,48	0,45	0,42	0,47	0,44	0,42	0,43	0,41
		1,10 ÷ 1,40	0,53	0,50	0,47	0,52	0,49	0,47	0,48	0,46
		1,40 ÷ 1,75	0,57	0,53	0,50	0,55	0,52	0,50	0,52	0,50
		1,75 ÷ 2,25	0,61	0,57	0,55	0,59	0,57	0,54	0,56	0,54
		2,25 ÷ 2,75	0,64	0,61	0,53	0,62	0,60	0,58	0,59	0,57
		2,75 ÷ 3,50	0,66	0,63	0,61	0,63	0,61	0,60	0,61	0,59
		3,50 ÷ 4,50	0,68	0,66	0,63	0,66	0,64	0,63	0,63	0,62
4,50 ÷ 6,50	0,69	0,67	0,66	0,67	0,66	0,64	0,65	0,63		

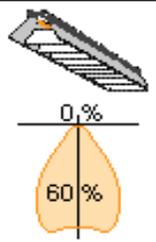
Etapas para el Cálculo del Alumbrado interior

- **Dimensiones** del local : altura, ancho, largo.
- Nivel de **iluminación E** (LUX) de acuerdo al uso
- Elección del **tipo de lámpara**
- Determinación del **índice del local k**
- Determinación de **coeficiente de utilización C_U** (con el valor del índice del local y los valores de reflexión en paredes y techos, de acuerdo a los colores propuestos)
- **Factor de mantenimiento f_m**
- Calcular del **numero de luminarias** con sus lámparas correspondientes
- **Distribución de las luminarias** con sus lámparas correspondientes.
- Calculo de la **potencia instalada** en W

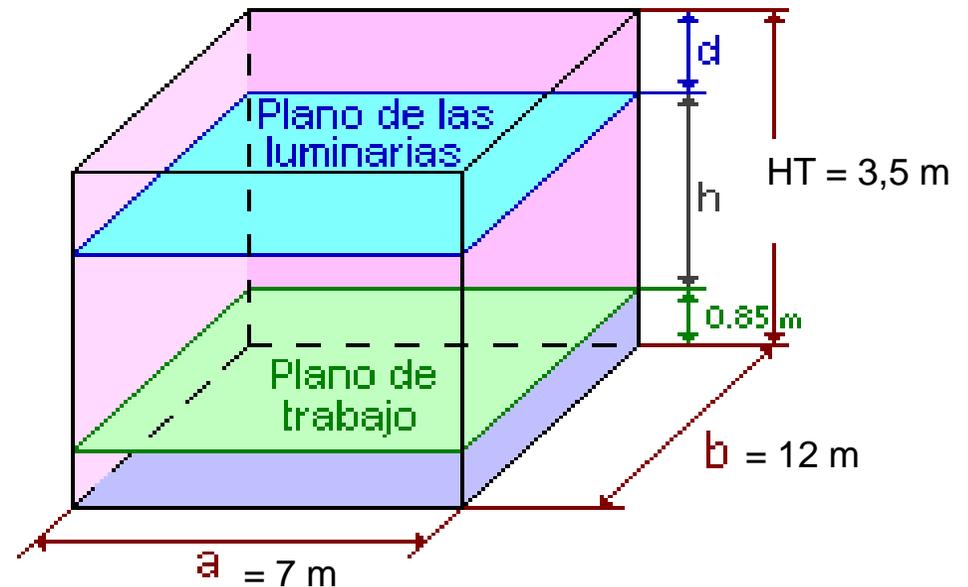
EJEMPLO

Ejemplo:

Calcular el número de luminarias e indicar su distribución en el Local destinado a Aula Dimensiones del local: longitud de 7 m, ancho 12 m y alto 3.5 m. Colores: pared blanco, piso ladrillo claro, techo blanco, Altura de la luminaria: a 3,5 m de altura

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización (η)																								
		Factor de reflexión del techo																								
		0.8			0.7			0.5			0.3			0												
		Factor de reflexión de las paredes																								
		0.5		0.3		0.1		0.5		0.3		0.1		0.3		0.1		0								
 0.85 m	0.6	.30	.26	.25	.29	.26	.23	.29	.26	.23	.25	.23	.22	0.8	.36	.32	.29	.35	.32	.29	.35	.31	.29	.31	.29	.27
	1.0	.43	.40	.37	.43	.40	.37	.42	.39	.37	.39	.37	.36	1.25	.47	.44	.42	.47	.44	.41	.46	.43	.41	.43	.41	.40
	1.5	.50	.47	.44	.50	.47	.44	.49	.46	.44	.46	.44	.43	2.0	.53	.50	.49	.53	.50	.48	.51	.50	.48	.49	.47	.46
	2.5	.55	.53	.51	.55	.53	.51	.54	.52	.50	.51	.50	.49	3.0	.57	.54	.53	.56	.54	.52	.55	.53	.51	.52	.51	.50
	4.0	.59	.57	.55	.58	.56	.55	.56	.55	.54	.54	.53	.52	5.0	.60	.58	.57	.59	.57	.56	.57	.56	.56	.56	.54	.53
	$D_{max} = 0.8 H_m$																									
	f_m	.65	.70	.75																						

H_m : altura luminaria-plano de trabajo



EJEMPLO

Solución:

1 Nivel de iluminación de acuerdo al uso

Para aulas el nivel de iluminación

Recomendado es:

$$E = 400 \text{ Lux (ver tabla)}$$

2 Elección de tipo de Luminaria:

Elijo Luminaria tipo fluorescente



Datos

$$\Phi_{\text{lampara}} = 3000 \text{ [lm]}$$

$$\Phi_{\text{luminaria}} = 6000 \text{ [lm]}$$

3. Calculo de índice del local (k)

Para iluminación tipo directo

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

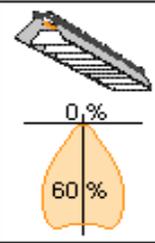
$$k = \frac{7m \cdot 12m}{2,65m(7 + 12)m} = 1,66$$

4. Calculo del coeficiente de Reflexión de:

Coeficientes de reflexión		
	Color	Factor de reflexión
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	claro	0.5
	medio	0.3
Paredes	claro	0.5
	medio	0.3
	oscuro	0.1
Suelo	claro	0.3
	oscuro	0.1

EJEMPLO

5 A partir del índice del local k y los factores de reflexión obtenemos el coeficiente de Utilización C_U en tabla

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización (η)											
		Factor de reflexión del techo						Factor de reflexión de las paredes					
		0.8		0.7		0.5		0.3		0			
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1	0
	0.6	.30	.26	.25	.29	.26	.23	.29	.26	.23	.25	.23	.22
	0.8	.36	.32	.29	.35	.32	.29	.35	.31	.29	.31	.29	.27
	1.0	.43	.40	.37	.43	.40	.37	.42	.39	.37	.39	.37	.36
	1.25	.47	.44	.42	.47	.44	.41	.46	.43	.41	.43	.41	.40
	1.5	.50	.47	.44	.50	.47	.44	.49	.46	.44	.46	.44	.43
	2.0	.53	.50	.49	.53	.50	.48	.51	.50	.48	.49	.47	.46
	2.5	.55	.53	.51	.55	.53	.51	.54	.52	.50	.51	.50	.49
	3.0	.57	.54	.53	.56	.54	.52	.55	.53	.51	.52	.51	.50
	4.0	.59	.57	.55	.58	.56	.55	.56	.55	.54	.54	.53	.52
	5.0	.60	.58	.57	.59	.57	.56	.57	.56	.56	.56	.54	.53

H_m : altura luminaria-plano de trabajo

De la tabla $C_U = 0,52$

6 Factor de mantenimiento (f_m)

Para Aula el ambiente no es muy limpio

Tomamos:

$$f_m = 0.6$$

7 Calculo de N° de Luminarias:

Remplazando valores en ec:

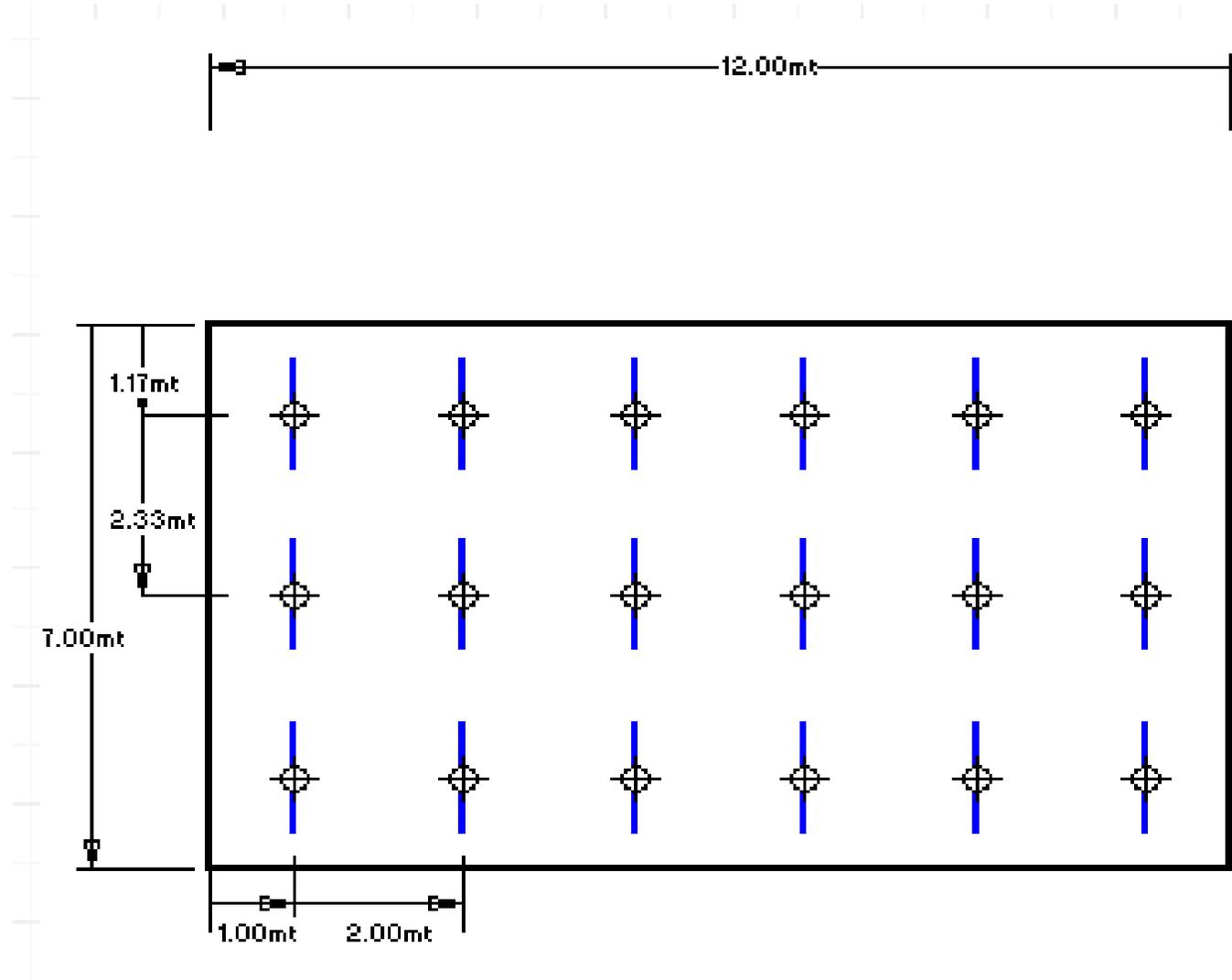
$$N = \frac{E \cdot S}{f_m \cdot C_u \cdot \phi_L}$$

$$N = \frac{400[Lux] \times 84m^2}{0,6 \times 0,52 \times 6000[lm]} = 18$$

Adopto 18 Luminarias

EJEMPLO

8. Distribución de Luminarias en el plano



1.5 Cálculo de iluminación de interiores utilizando Software