

# EFICIENCIA Y AHORRO ENERGÉTICO

## Tema 5.

# ILUMINACIÓN



*Vanesa Valiño López*

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

**Cartagena99**

## Introducción

Características de las fuentes de luz  
Sistemas de iluminación  
Eficiencia energética  
Cálculo luminotécnico  
Aprovechamiento luz natural

Sector	% de energía eléctrica dedicada a iluminación
<b>Oficinas</b>	50 %
<b>Hospitales</b>	20-30 %
<b>Industria</b>	15 %
<b>Colegios</b>	10-15 %
<b>Comercios</b>	15-70 %
<b>Hoteles</b>	25-50 %
<b>Residencial</b>	10-15 %

**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

## ESTRATEGIAS DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ILUMINACIÓN

¿Qué podemos hacer para mejorar la eficiencia energética en una instalación de alumbrado?

- ✓ Adecuado diseño de la instalación:
  - *Actividad desarrollada: nivel de iluminación. Normativa.*
  - *Lámpara: lámparas de alta eficiencia energética.*
  - *Equipo auxiliar de la lámpara: balastos electrónicos.*
  - *Luminaria: Reflectores ópticos, difusores de luz.*
- ✓ Control y gestión de la instalación de iluminación:
  - *Mantenimiento preventivo.*
  - *Sensores de presencia, temporizadores, sistemas de encendido-apagado.*
  - *Reguladores de flujo.*
- ✓ Aprovechamiento de la luz natural.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

## Introducción

Características de las fuentes de luz  
Sistemas de iluminación  
Eficiencia energética  
Cálculo luminotécnico  
Aprovechamiento luz natural

## LEGISLACIÓN: Exigencias de eficiencia energética en iluminación



DE 2002/91/UE  
DE 2010/31/UE



## CERTIFICACIÓN

~~RD 47/2007 (19 de Enero)~~

RD 235/2013 (5 de abril)

## EDIFICIO

CTE-DB-HE RD 314/2006

Última actualización **FOM/1635/2013**

- ✓ HE 0 Limitación del consumo de energía
- ✓ HE 1 Limitación de demanda energética
- ✓ HE 2 Rendimiento de las instalaciones térmicas
- ✓ HE 3 **Eficiencia energética de las**

mento Básico  
energía



## INSTALACIONES

## TÉRMICAS

RITE RD 1027/2007

RD 238/2013 (5 de abril)

RD/1890/2008 Reglamento de

Eficiencia energética de instalaciones

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Cartagena99

Introducción  
Características de las fuentes de luz  
Sistemas de iluminación  
Eficiencia energética  
Cálculo luminotécnico  
Aprovechamiento luz natural

Curva de sensibilidad del ojo humano  
Magnitudes luminosas  
Propiedades del color  
Vida  
Tiempo de encendido, reencendido

## NATURALEZA DE LA LUZ

Radiación electromagnética:

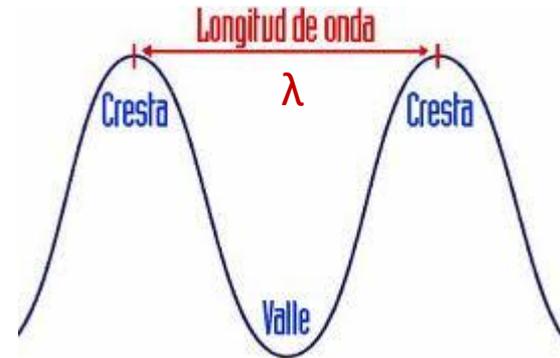
$$c = \lambda \cdot f \quad [\text{m/s}] \quad E = h \cdot f \quad [\text{J}]$$

h: Constante de Plank,  $h = 6,26 \cdot 10^{-34} \text{ [J} \cdot \text{s]}$

$\lambda$ : Longitud de onda [m]

f: Frecuencia [Hz]

c: Velocidad de la luz en el vacío,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ [m/s]}$



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

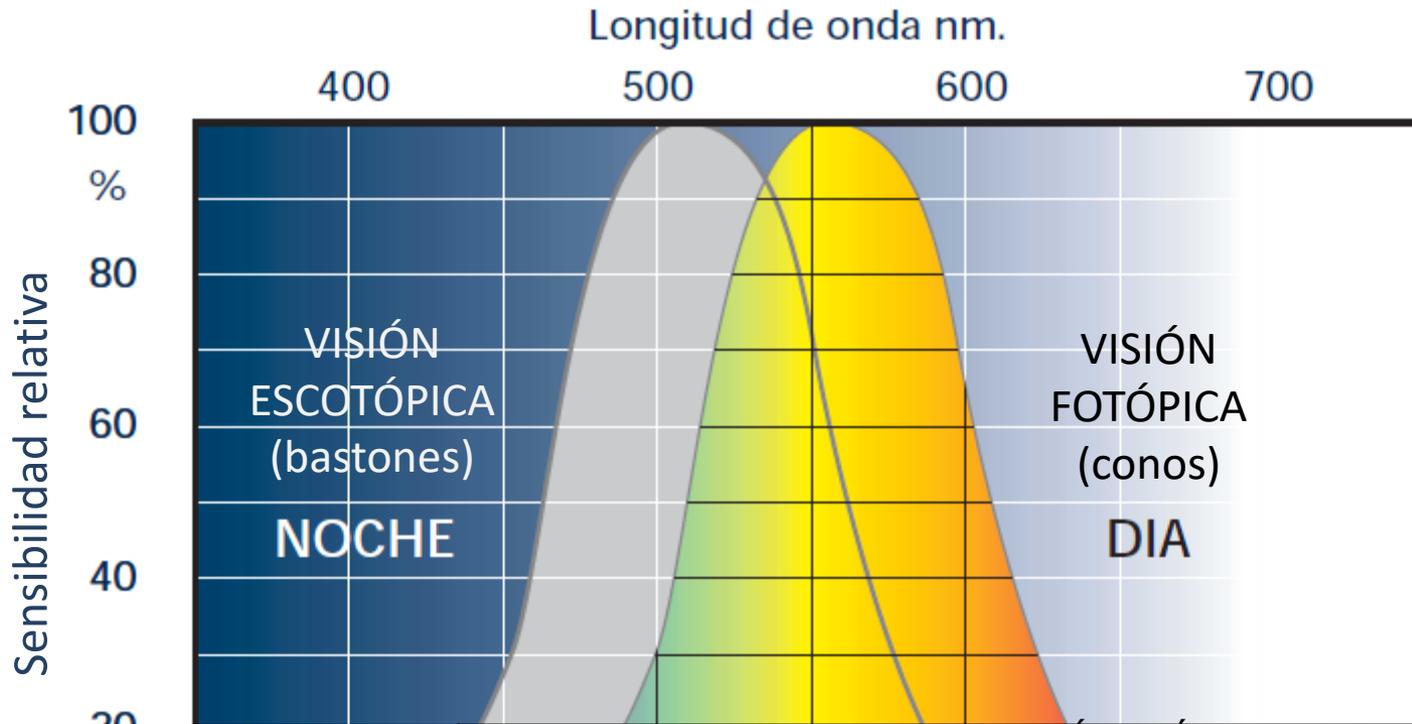
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Fuente: Wikipedia

Introducción  
Características de las fuentes de luz  
Sistemas de iluminación  
Eficiencia energética  
Cálculo luminotécnico  
Aprovechamiento luz natural

*Curva de sensibilidad del ojo humano*  
*Magnitudes luminosas*  
*Propiedades del color*  
*Vida*  
*Tiempo de encendido, reencendido*

## CURVA DE SENSIBILIDAD DEL OJO HUMANO



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Fuente: INDALUX

## Magnitudes luminotécnicas del CUERPO EMISOR

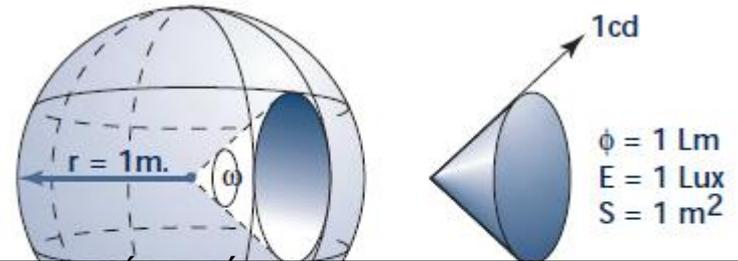
**( $\phi$ ) Flujo luminoso** (Potencia luminosa): es la energía radiada que recibe el ojo medio humano según su curva de sensibilidad y que transforma en luz durante un segundo. Unidad de medida, el lumen (lm).

*1 W de energía radiante de longitud de onda 555 nm en el aire equivale a 683 lm*

**( $\epsilon$ ) Rendimiento luminoso:** flujo emitido por unidad de potencia eléctrica consumida para su obtención. Unidad de medida, el lm/W.

$$\epsilon = \frac{\phi}{P} \quad [\text{lm/W}]$$

**(I) Intensidad luminosa:** flujo emitido en una dirección por unidad de ángulo sólido en esa dirección. Unidad de medida, candela (cd).



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

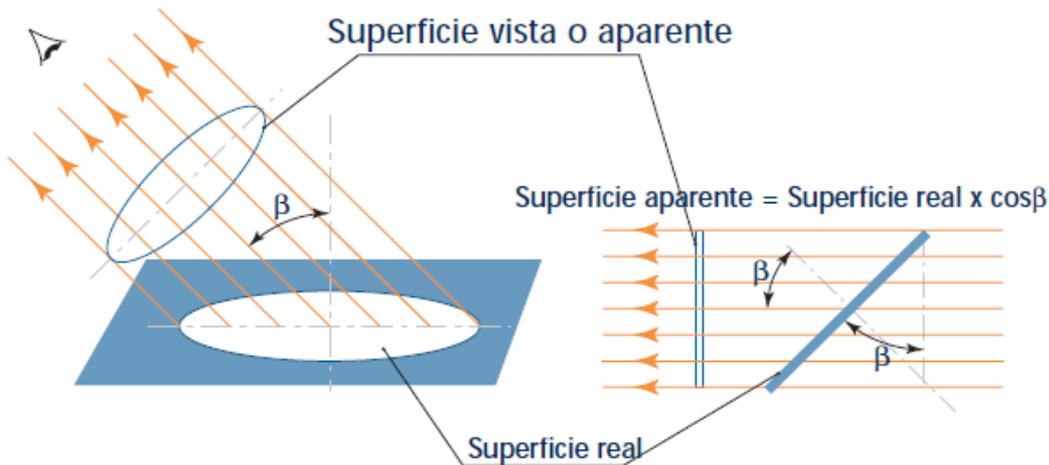
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

## Magnitudes luminotécnicas del CUERPO EMISOR

(L) **Luminancia**: Mide el brillo de las fuentes luminosas o de los objetos iluminados. La luminancia de un superficie iluminada es el cociente entre la intensidad luminosa de una fuente de luz, en una dirección, y la superficie de la fuente proyectada según dicha dirección.



Unidad de medida, nit (nt)

$$L_{\beta} = \frac{I_{\beta}}{dS \cdot \cos\beta} \quad [\text{cd}/\text{m}^2 = \text{nt}]$$

$dS \cdot \cos\beta$  es la superficie aparente.

- ✓ *Luminancia primaria*: superficie emisora de luz.
- ✓ *Luminancia secundaria*: superficie reflectora de luz.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

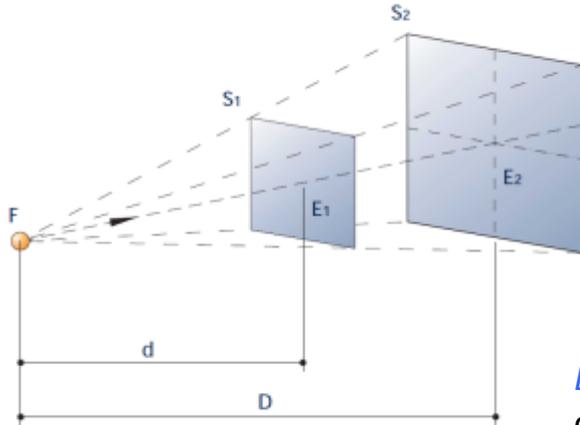
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

## Magnitudes luminotécnicas del CUERPO RECEPTOR

(E) **Illuminancia** (Nivel de iluminación) de una superficie: es la relación entre el flujo luminoso que recibe la superficie y su área. Unidad de medida, el lux (lx)

$$E = \frac{d\phi}{dS} \quad [\text{lm/m}^2 = \text{lx}]$$

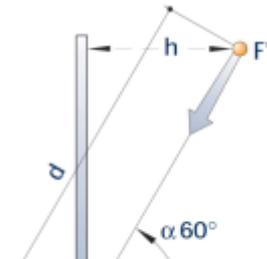


**Ley de la inversa del cuadrado de la distancia (d):** para una fuente luminosa puntual, la iluminación de una superficie es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia a la fuente

$$E = \frac{I}{d^2} ; \quad E_1 \cdot d^2 = E_2 \cdot D^2 \Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{D^2}{d^2}$$

Para el foco F':

**Ley del coseno:** la iluminancia es proporcional al coseno del ángulo que forma la dirección de la luz incidente y la normal a la superficie.



Cartagena99

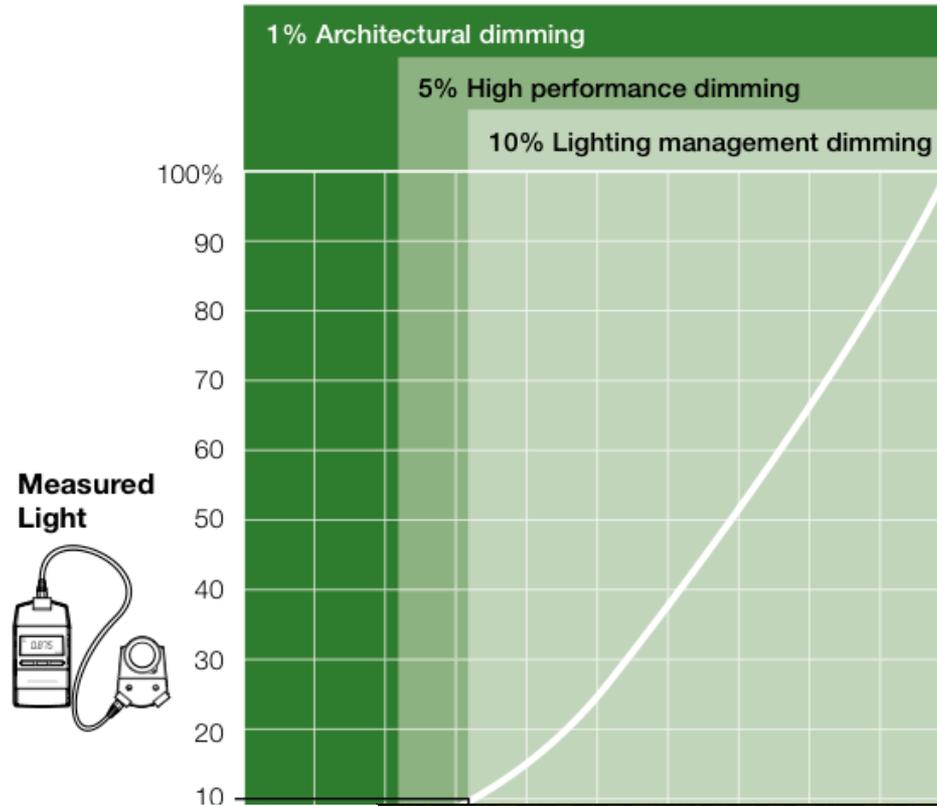
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Introducción  
 Características de las fuentes de luz  
 Sistemas de iluminación  
 Eficiencia energética  
 Cálculo luminotécnico  
 Aprovechamiento luz natural

*Curva de sensibilidad del ojo humano*  
**Magnitudes luminosas**  
*Propiedades del color*  
*Vida*  
*Tiempo de encendido, reencendido*



Formula: Perceived Light (%) =

$$100 \times \sqrt{\frac{\text{Measured Light (\%)}}{100}}$$

**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

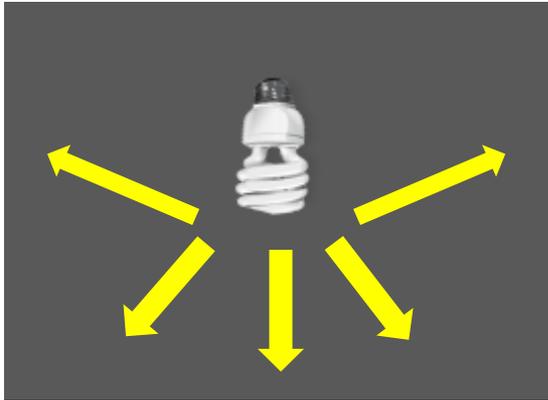
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

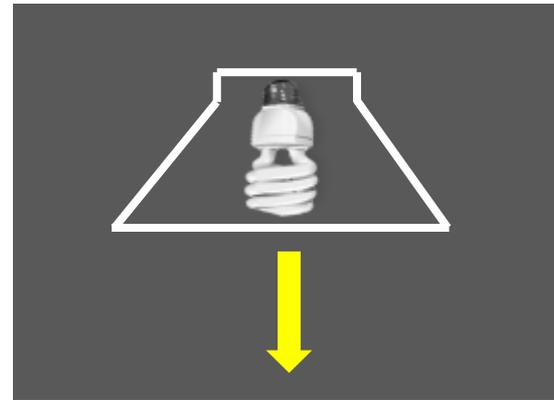
Introducción  
Características de las fuentes de luz  
Sistemas de iluminación  
Eficiencia energética  
Cálculo luminotécnico  
Aprovechamiento luz natural

Curva de sensibilidad del ojo humano  
Magnitudes luminosas  
Propiedades del color  
Vida  
Tiempo de encendido, reencendido

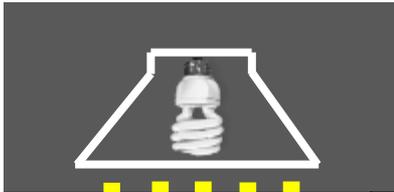
Flujo luminoso ( $\phi$ , lm)



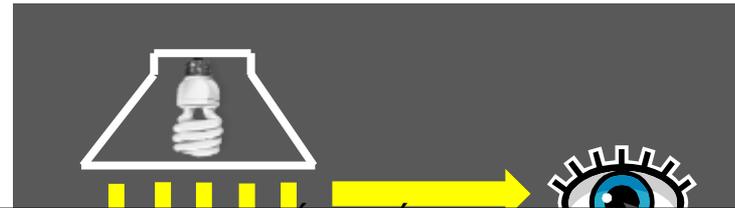
Intensidad luminosa (I, cd)



Iluminancia (E, lux)



Luminancia (L, nt)



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

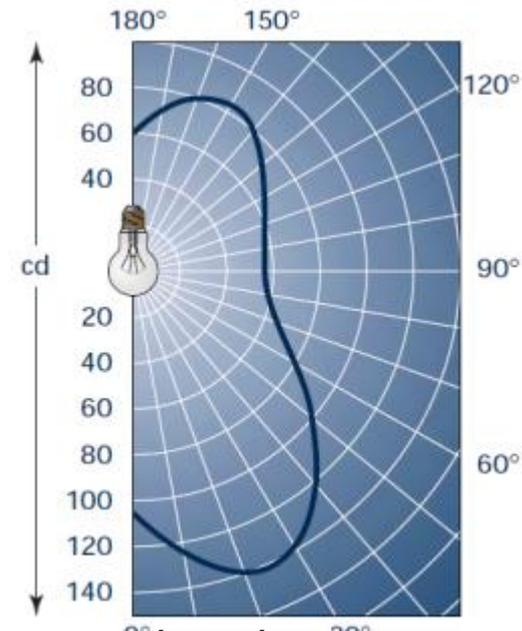
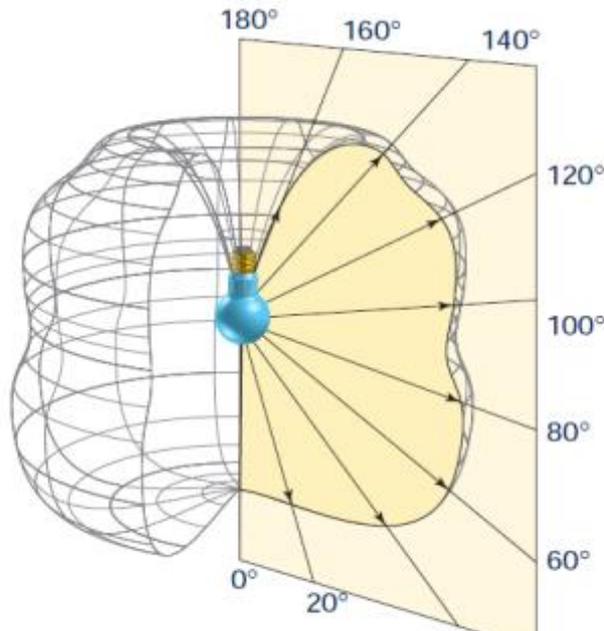
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Introducción  
Características de las fuentes de luz  
Sistemas de iluminación  
Eficiencia energética  
Cálculo luminotécnico  
Aprovechamiento luz natural

Curva de sensibilidad del ojo humano  
Magnitudes luminosas  
Propiedades del color  
Vida  
Tiempo de encendido, reencendido

Representación gráfica de la distribución luminosa: cómo se distribuye la intensidad luminosa ( $I$ , cd) en todas las direcciones para un flujo luminoso de 1000 lm (cd/klm).



Cartagena99

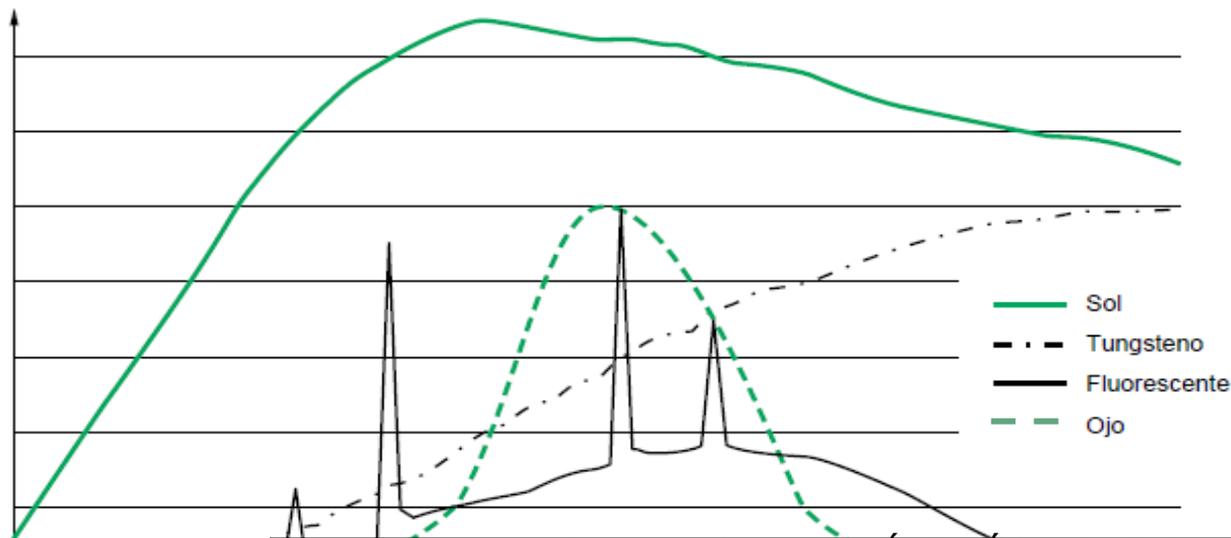
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

## PROPIEDADES DEL COLOR

- ✓ *Distribución espectral de la radiación total*: Buena relación de transformación de la energía recibida en radiación visible; radiación visible de espectro continuo → luz blanca.



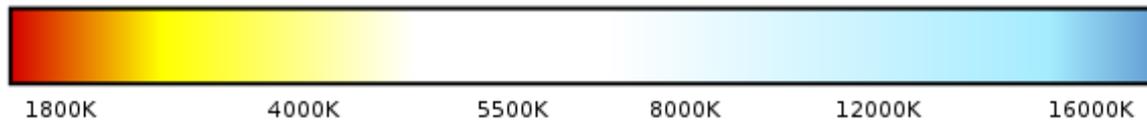
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

## PROPIEDADES DEL COLOR

- ✓ *Temperatura de color* ( $T_c$ ): Es la apariencia de color de la lámpara o impresión recibida cuando se observa la luz. Color apropiado para cada aplicación.



E (lux)	Cálida	Neutra	Fría
500	Agradable	Neutra	Fría
500 – 1000	↕	↕	↕
1000-2000	Estimulante	Agradable	Neutra
2000 -3000	↕	↕	↕
3000	No natural	Estimulante	Agradable

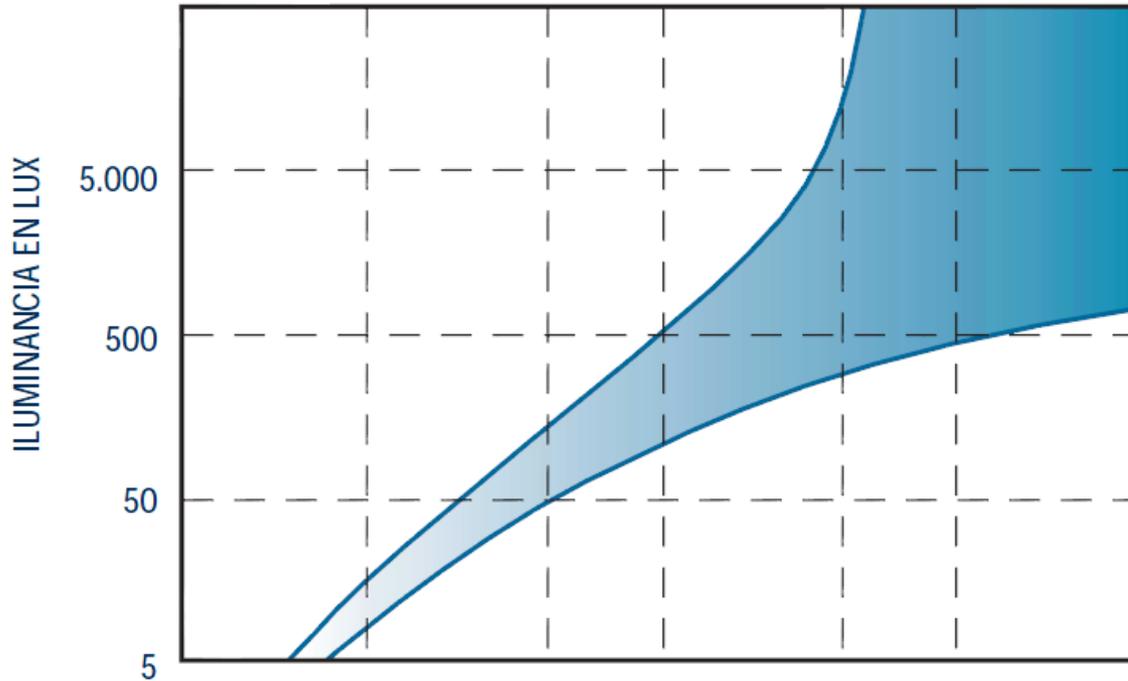
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

## PROPIEDADES DEL COLOR



**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Introducción  
 Características de las fuentes de luz  
 Sistemas de iluminación  
 Eficiencia energética  
 Cálculo luminotécnico  
 Aprovechamiento luz natural

*Curva de sensibilidad del ojo humano*  
*Magnitudes luminosas*  
*Propiedades del color*  
*Vida*  
*Tiempo de encendido, reencendido*

Grupo	IRC	Aspecto cromático	Aplicaciones
1 A	IRC ≥ 80	Frío	Industria textil, fábricas de pinturas, talleres de imprenta.
1 B		Intermedio Cálido	Escaparates, tiendas, hospitales. Hogares, hoteles, restaurantes.
2	80 > IRC ≥ 60	Frío Intermedio Cálido	Oficinas, escuelas, grandes almacenes, industrias finas (en climas cálidos). Oficinas, escuelas, grandes almacenes, industrias finas (en climas templados) Oficinas, escuelas, grandes almacenes, industrias finas (en climas fríos)
3	60 > IRC ≥ 40		Interiores donde la discriminación cromática no es de gran importancia

**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

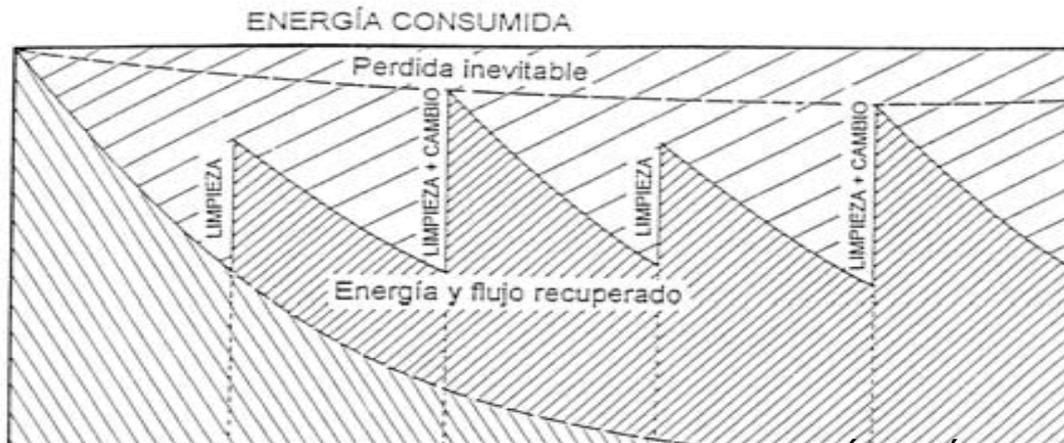
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Introducción  
Características de las fuentes de luz  
Sistemas de iluminación  
Eficiencia energética  
Cálculo luminotécnico  
Aprovechamiento luz natural

Curva de sensibilidad del ojo humano  
Magnitudes luminosas  
Propiedades del color  
Vida  
Tiempo de encendido, reencendido

- ✓ **Vida media:** Tiempo en horas de funcionamiento a las cuales la mortalidad de un lote representativo de fuentes de luz del mismo modelo y tipo alcanza el 50% en condiciones estandarizadas. Información del fabricante.
- ✓ **Vida útil:** Tiempo en horas al cabo del cual el flujo luminoso de una determinada instalación de alumbrado ha descendido a un valor tal, para el que la lámpara no es rentable aunque esté en condiciones de seguir funcionando. **Factor de mantenimiento.**



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

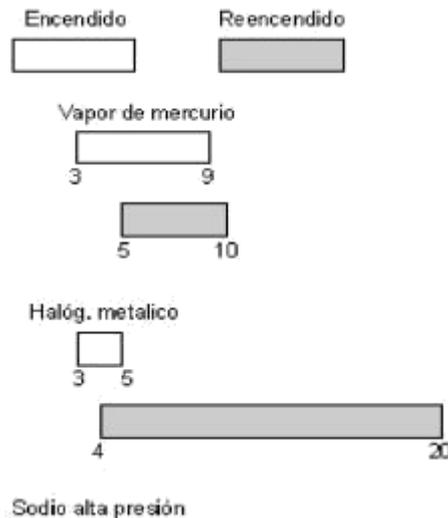
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

PUBLICACIONES IDAE

Introducción  
Características de las fuentes de luz  
Sistemas de iluminación  
Eficiencia energética  
Cálculo luminotécnico  
Aprovechamiento luz natural

Curva de sensibilidad del ojo humano  
Magnitudes luminosas  
Propiedades del color  
Vida  
Tiempo de encendido, reencendido

- ✓ **Tiempo de encendido:** Tiempo que transcurre hasta que la lámpara alcanza su valor de flujo nominal (min).
- ✓ **Tiempo de reencendido:** Es el tiempo mínimo que necesita una lámpara para volver a emitir luz en condiciones normales después del apagado.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

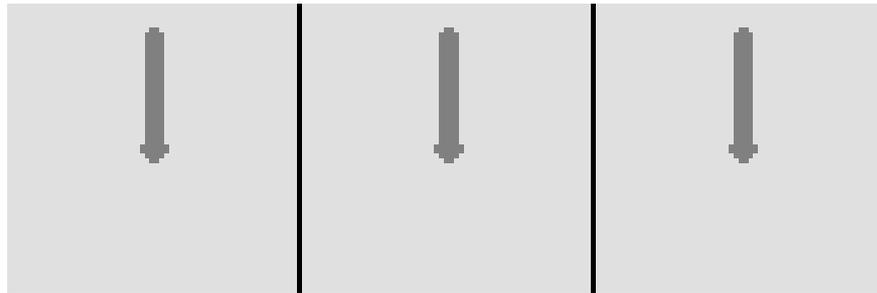
- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Introducción  
Características de las fuentes de luz  
Sistemas de iluminación  
Eficiencia energética  
Cálculo luminotécnico  
Aprovechamiento luz natural

*Curva de sensibilidad del ojo humano*  
*Magnitudes luminosas*  
*Propiedades del color*  
*Vida*  
*Tiempo de encendido, reencendido*

✓ *Flicker (parpadear) y efecto estroboscópico*: El *flicker* es el parpadeo de la luz originado por la frecuencia de la alimentación alterna . Puede ocasionar un efecto óptico llamado efecto estroboscópico; se produce cuando las frecuencias de giro o movimiento oscilatorio de los elementos coincide con la frecuencia de parpadeo, pareciendo que el objeto está parado o que incluso ha cambiado su sentido de movimiento.



Fuente: Wikipedia

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

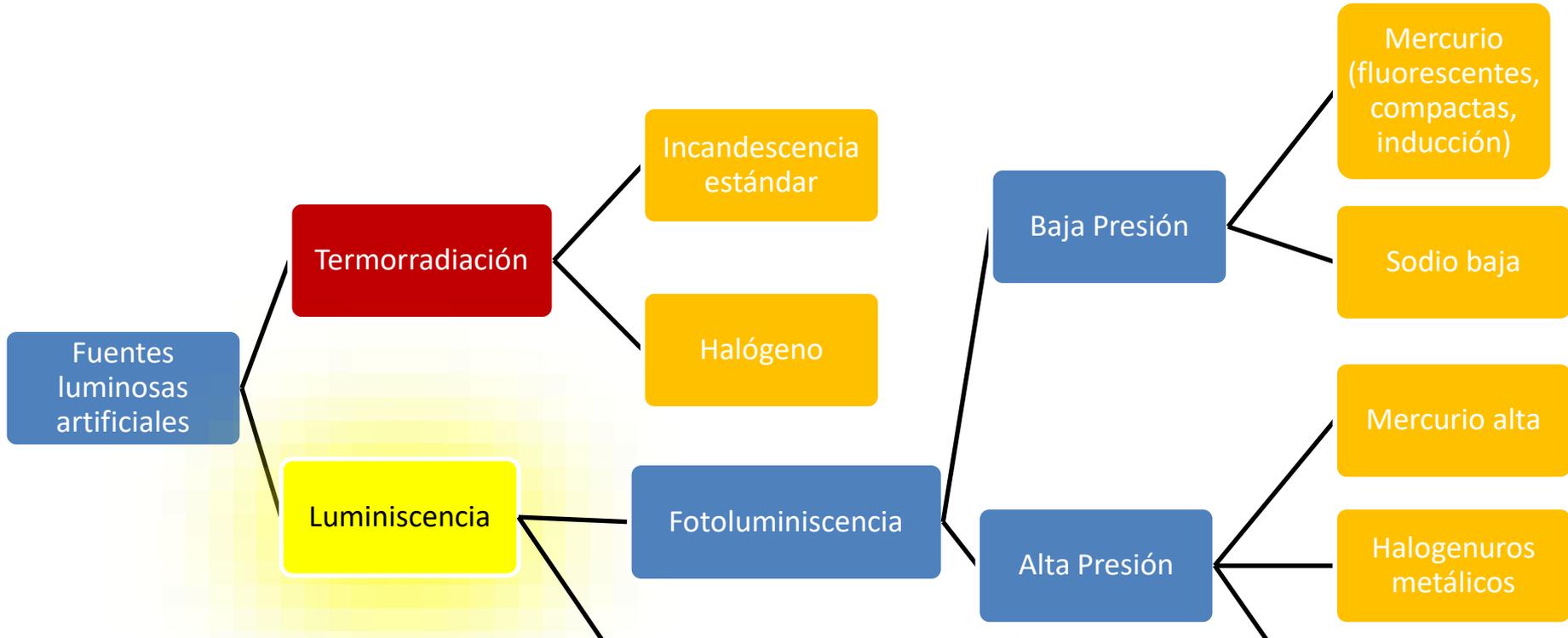
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Introducción  
Características de las fuentes de luz  
**Sistemas de iluminación**  
Eficiencia energética  
Cálculo luminotécnico  
Aprovechamiento luz natural

**Lámparas**  
*Equipo auxiliar*  
*Luminarias*

## TIPOLOGÍA DE LÁMPARAS



**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

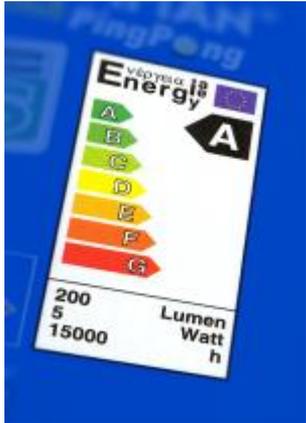
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Introducción  
Características de las fuentes de luz  
Sistemas de iluminación  
Eficiencia energética  
Cálculo luminotécnico  
Aprovechamiento luz natural

Lámparas  
Equipo auxiliar  
Luminarias

## ETIQUETADO ENERGÉTICO

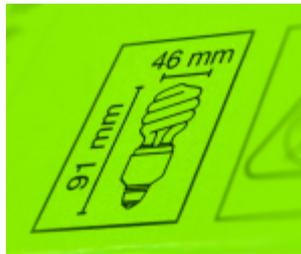
- ✓ Eficiencia energética
- ✓ Cantidad de luz ( $\phi$ , lm)
- ✓ Potencia Eléctrica (W)
- ✓ Vida útil (h)



- ✓ N.º de encendidos



- ✓ Dimensiones



- ✓ Temperatura de funcionamiento



- ✓ Tiempo de encendido



- ✓ Temperatura de color (K)
- ✓ Reproducción cromática (Ra)

- ✓ Regulación de intensidad

- ✓ Reciclaje

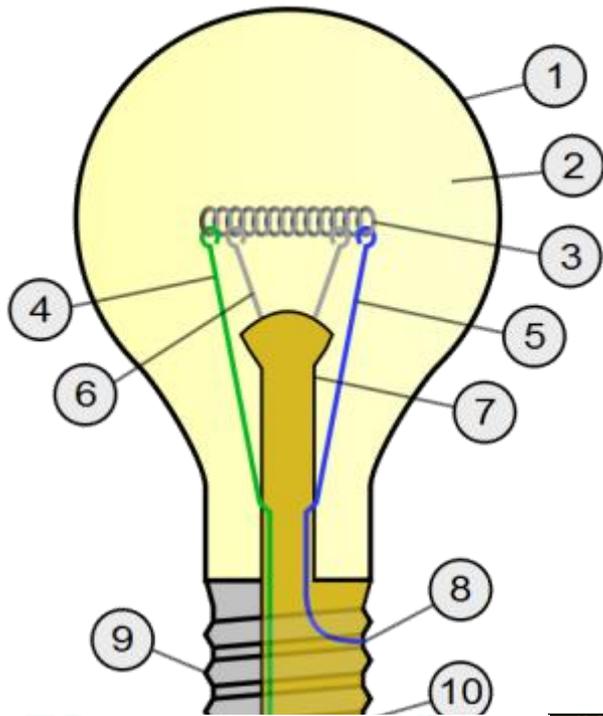


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

## Generación de luz y tipos de lámparas: INCANDESCENCIA



- ① Ampolla de vidrio. Bulbo
- ② Gas Inerte
- ③ Filamento de Wolframio
- ④ Contacto (al pie)
- ⑤ Contacto (a la base)
- ⑥ Soportes
- ⑦ Conducto de refrigeración
- ⑧ Base de contacto
- ⑨ Casquillo metálico
- ⑩ Aislamiento eléctrico



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

**Cartagena99**

Introducción  
 Características de las fuentes de luz  
 Sistemas de iluminación  
 Eficiencia energética  
 Cálculo luminotécnico  
 Aprovechamiento luz natural

Lámparas  
 Equipo auxiliar  
 Luminarias

	Sep. 2009*	Sep. 2010	Sep. 2011	Sep. 2012	Sep. 2013	Sep. 2014	Sep. 2015	Sep. 2016	Sustitución	
	15W 25W 40W 60W 75W 100W	15W 25W 40W 60W 75W 100W	15W 25W 40W 60W 75W 100W	15W 25W 40W 60W 75W 100W	Prohibición todas las lámparas GLS					HAL ES CFLI LED
	Lámparas GLS mate serán prohibidas, salvo si tienen eficacia A									HAL ES CFLI LED
	15W 25W 40W 60W 75W 100W	Las medidas a implementar en lámparas reflectoras serán decididas a finales del presente año				CFLI LED				
	Lámparas para aplicaciones especiales									

RETIRADA  
 INCANDESCENTES  
 Directiva EuP 2005/32/CE

RETIRADA HALÓGENAS  
 Directiva EuP 2005/32/CE

	Sep. 2009	Sep. 2010	Sep. 2011	Sep. 2012	Sep. 2013	Sep. 2014	Sep. 2015	Sep. 2016	Sustitución
	<60 lm 60 lm 450 lm 725 lm >950 lm	<60 lm 60 lm 450 lm 725 lm >950 lm	<60 lm 60 lm 450 lm 725 lm >950 lm	<60 lm 60 lm 450 lm 725 lm >950 lm	Prohibición lámparas Halógenas clase D&E			Prohibir Clase C*	HAL ES CFLI LED
	Lámparas Halógenas mate serán prohibidas, salvo si tienen eficacia A								HAL ES CFLI LED

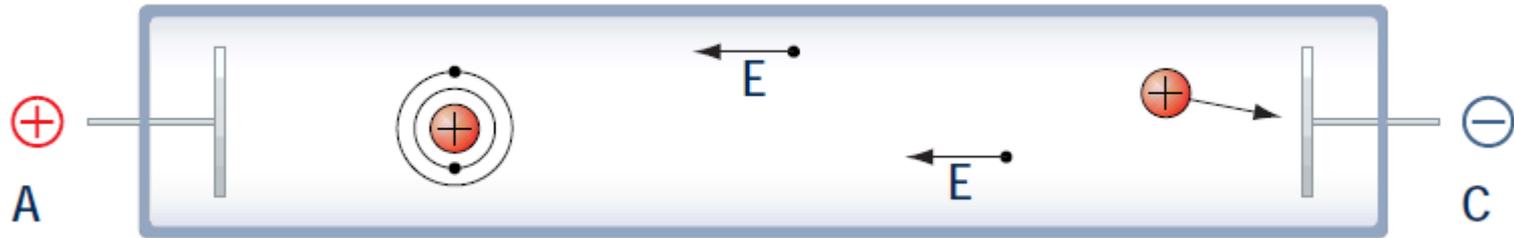


CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

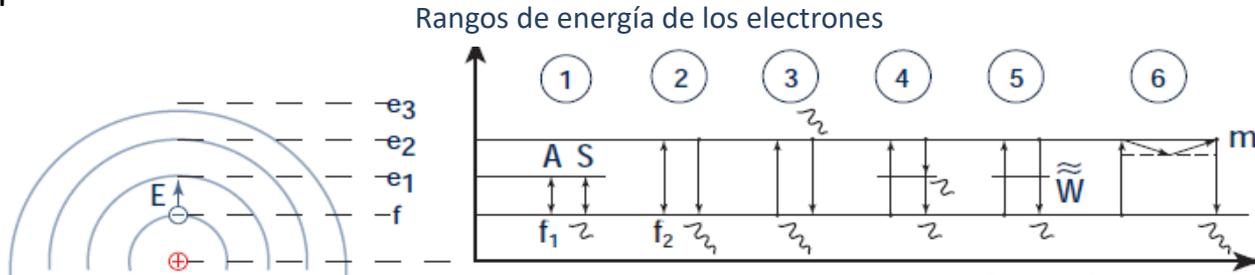
Fuente: USKAM

Lámparas para aplicaciones especiales

## Generación de luz y tipos de lámparas: LUMINISCENCIA



- ✓ El espectro de emisión depende del tipo de gas y de las condiciones de presión y temperatura



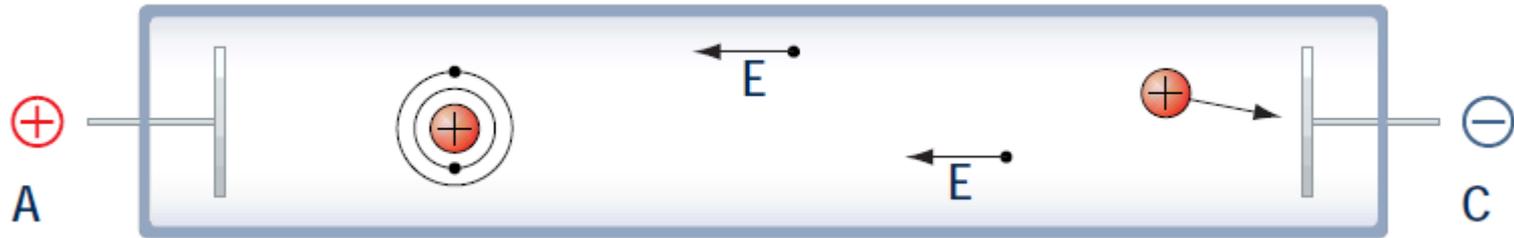
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

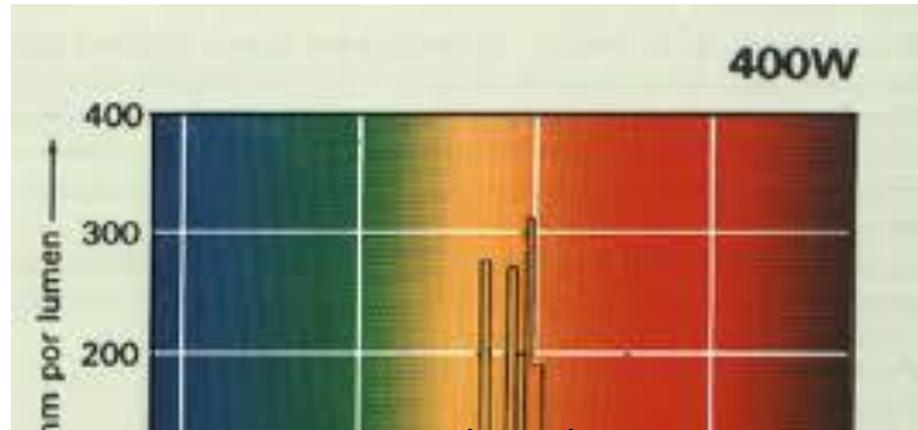
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Emission escalonada, W con cesión de calor m = Nivel de acumulación

## Generación de luz y tipos de lámparas: LUMINISCENCIA



Emisión de lámpara de vapor de sodio



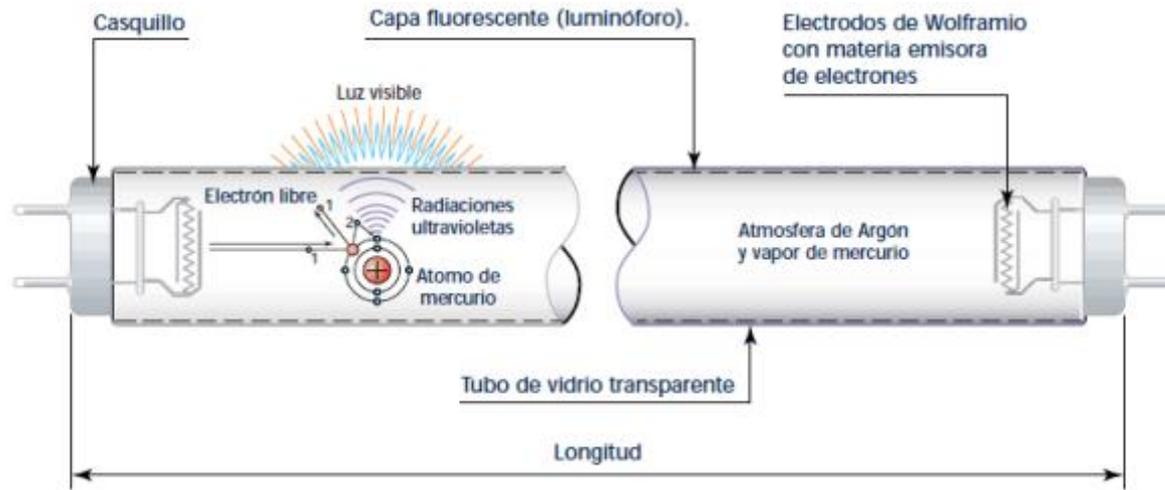
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

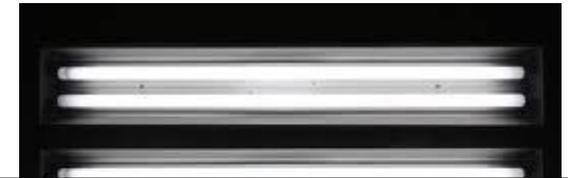
Cartagena99

## FOTOLUMINISCENCIA: Lámparas fluorescentes



### **Tubos fluorescentes. Lámparas fluorescentes compactas (LFC).**

- ✓ Lámparas de vapor de mercurio a baja presión (0.8 a 2500 Pa)
- ✓ Luminóforo: fósforos estándar, trifósforos, multifósforos.
- ✓ Índice de Reproducción cromática: 50-80
- ✓ Vida útil: condicionada por los electrodos, 5000 – 7500 h



Cartagena99

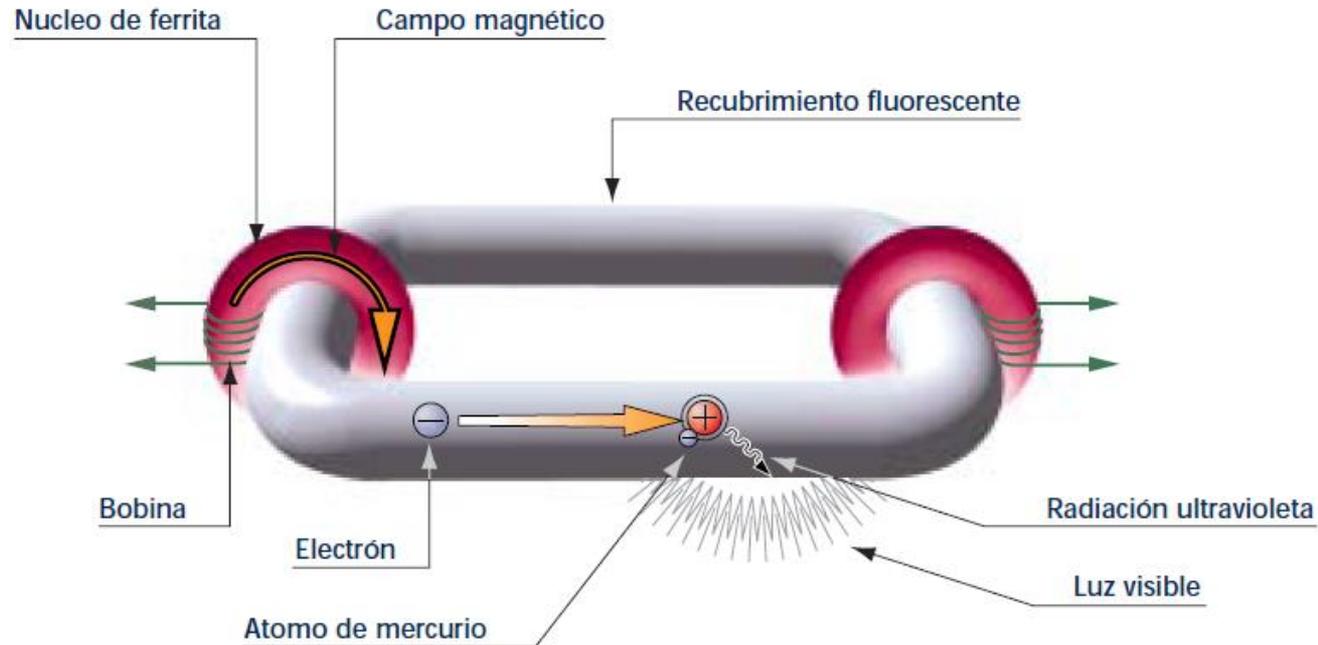
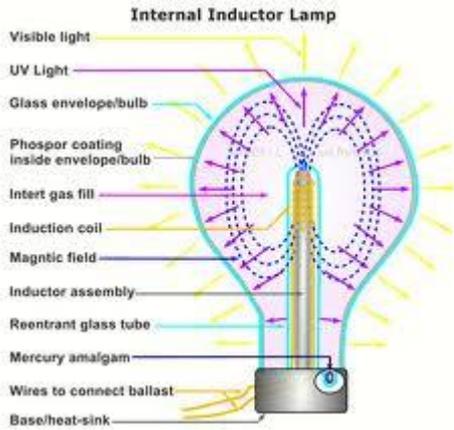
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Introducción  
Características de las fuentes de luz  
**Sistemas de iluminación**  
Eficiencia energética  
Cálculo luminotécnico  
Aprovechamiento luz natural

**Lámparas**  
*Equipo auxiliar*  
*Luminarias*

## FOTOLUMINISCENCIA: Lámparas fluorescentes



### **Lámparas de inducción.**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

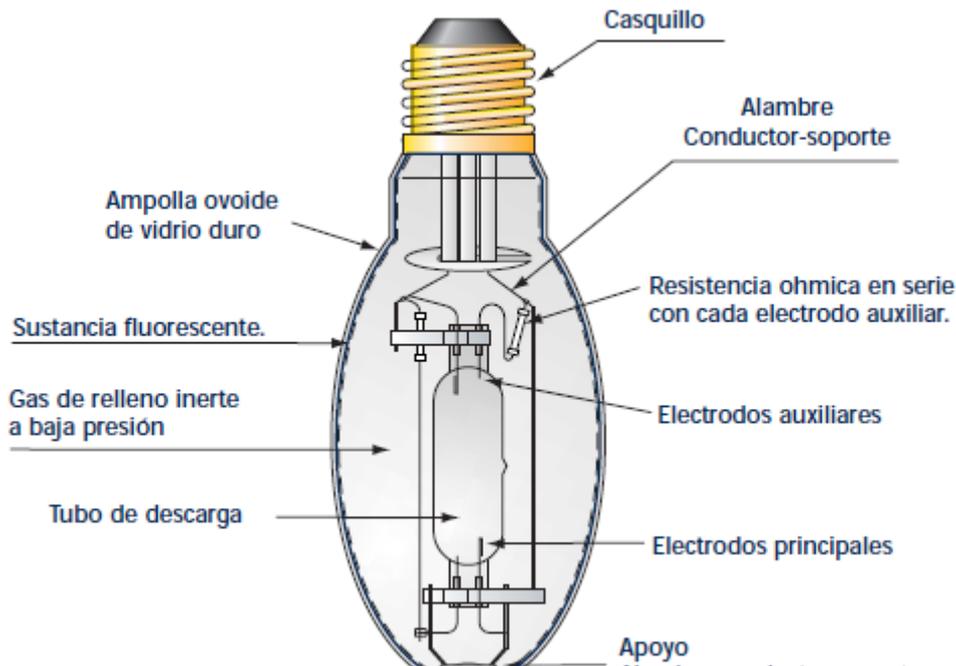
**Cartagena99**

Introducción  
Características de las fuentes de luz  
Sistemas de iluminación  
Eficiencia energética  
Cálculo luminotécnico  
Aprovechamiento luz natural

Lámparas  
Equipo auxiliar  
Luminarias

## FOTOLUMINISCENCIA: Lámparas de descarga en gases

### Lámparas de vapor de mercurio a alta presión



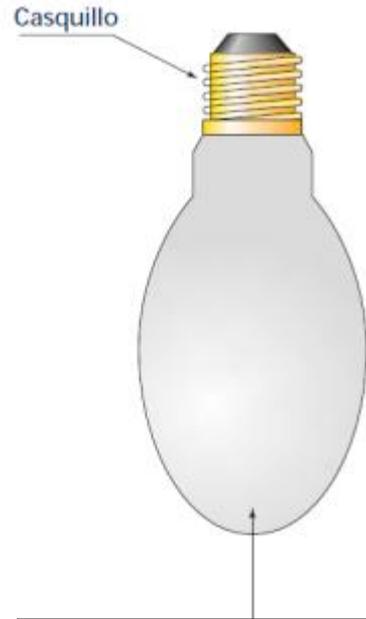
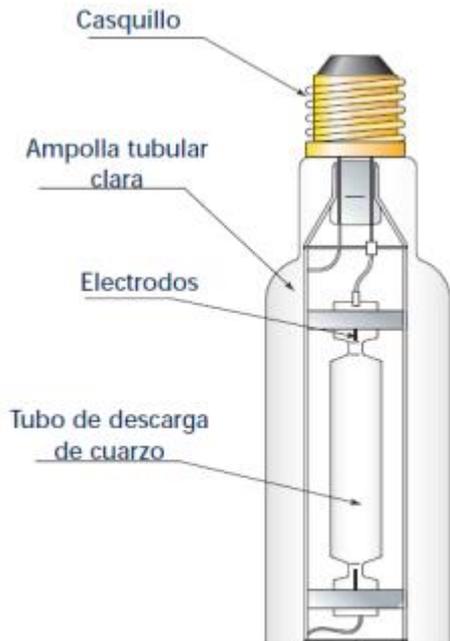
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

## FOTOLUMINISCENCIA: Lámparas de descarga en gases

### Lámparas de halogenuros metálicos



- ✓ Gas de relleno: Hg + halogenuros metálicos.
- ✓ Espectro de emisión parecido al de la luz natural.
- ✓ Buen rendimiento luminoso: 120 lm/W

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

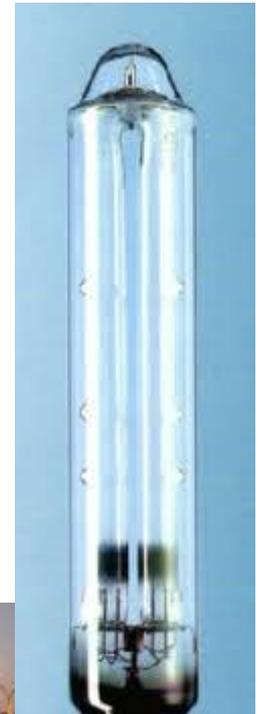
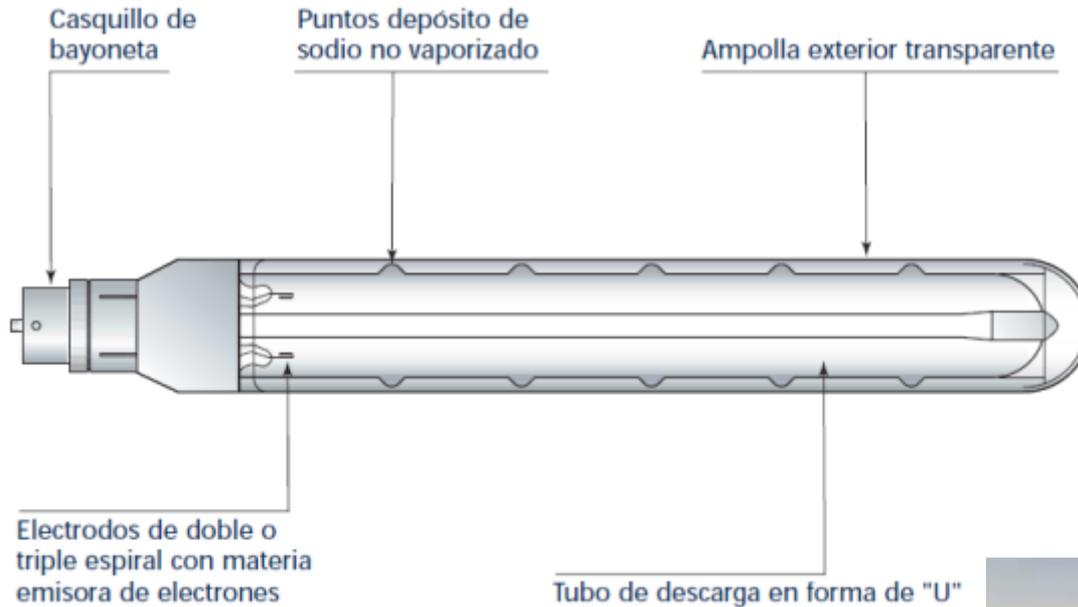
Cartagena99

Introducción  
Características de las fuentes de luz  
**Sistemas de iluminación**  
Eficiencia energética  
Cálculo luminotécnico  
Aprovechamiento luz natural

**Lámparas**  
*Equipo auxiliar*  
*Luminarias*

## FOTOLUMINISCENCIA: Lámparas de descarga en gases

### Lámparas de vapor de sodio a baja presión



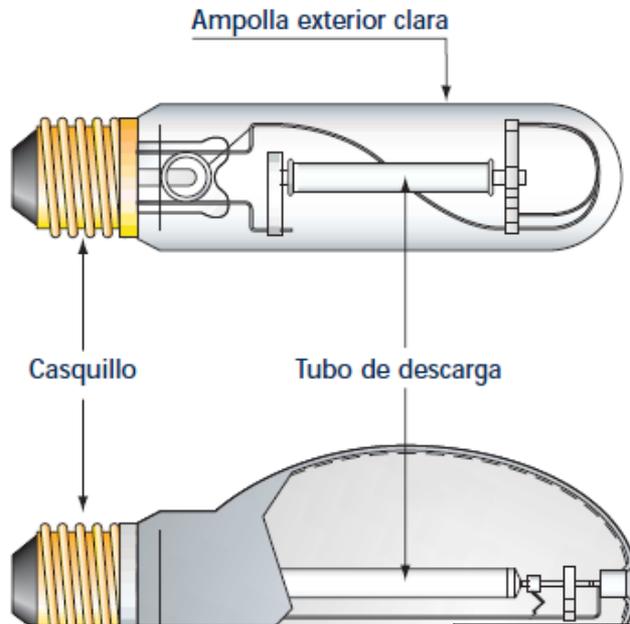
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

## FOTOLUMINISCENCIA: Lámparas de descarga en gases

### Lámparas de vapor de sodio a alta presión



- ✓ Mayor presión de funcionamiento.
- ✓ Mejora la reproducción cromática.
- ✓ Necesita enfriamiento para el reencendido.

Cartagena99

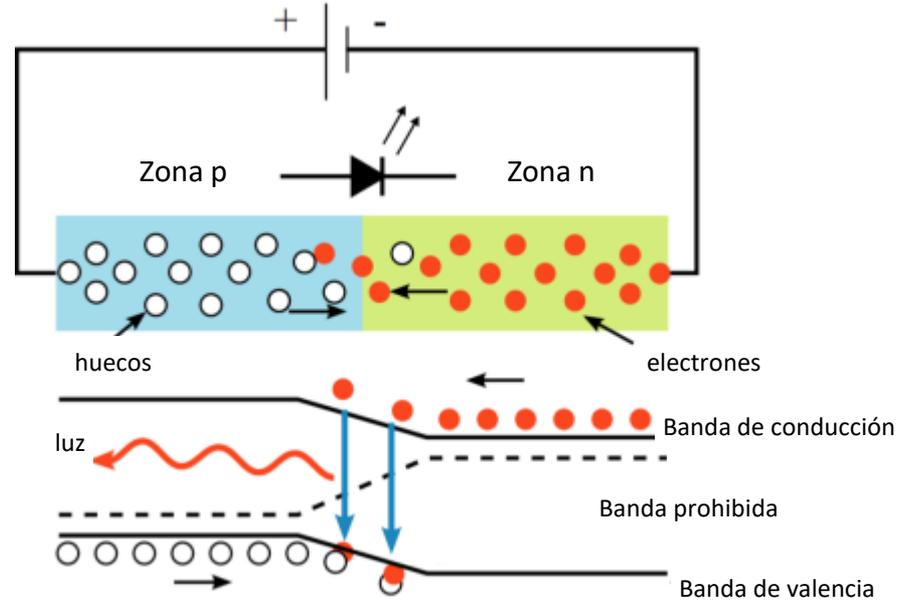
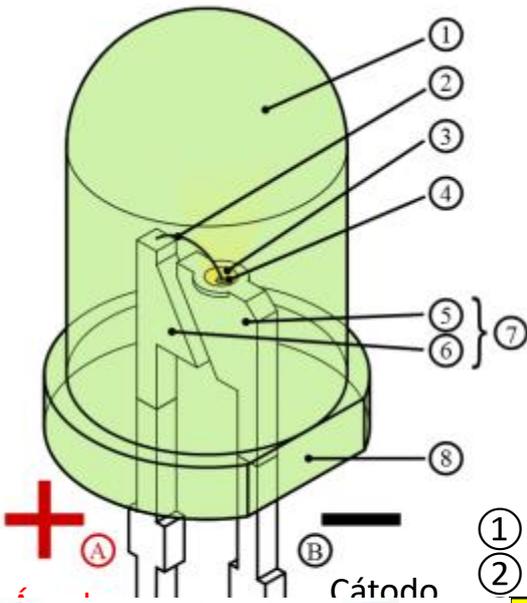
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

## ELECTROLUMINISCENCIA

### LED's o Ledes (Light-Emitting Diodes)



- ① Cápsula EPOXI
- ② Contacto metálico ("unión")

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

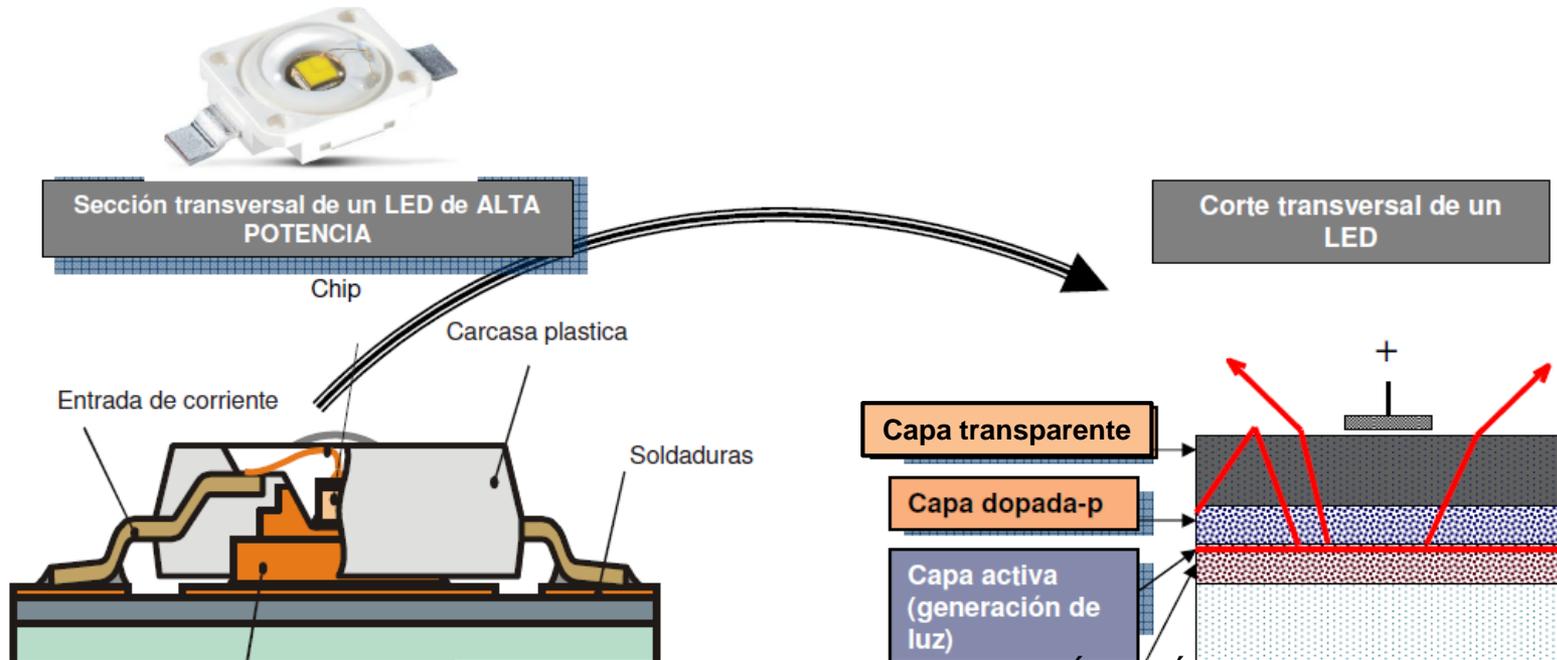
**Cartagena99**

Introducción  
Características de las fuentes de luz  
**Sistemas de iluminación**  
Eficiencia energética  
Cálculo luminotécnico  
Aprovechamiento luz natural

**Lámparas**  
*Equipo auxiliar*  
*Luminarias*

## ELECTROLUMINISCENCIA

### LED's o Ledes (Light-Emitting Diodes)



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

## ELECTROLUMINISCENCIA

### LED's o Ledes (Light-Emitting Diodes)

Color	$\lambda$ (nm)	$\Delta V$ (V)	Material Semiconductor
Infrarrojo	$\lambda > 760$	$\Delta V < 1.9$	GaAs, AlGaAs
Rojo	$610 < \lambda < 760$	$1.63 < \Delta V < 2.03$	AlGaAs, GaAsP, AlGaInP, GaP
Naranja	$590 < \lambda < 610$	$2.03 < \Delta V < 2.10$	GaAsP, AlGaInP, GaP
Amarillo	$570 < \lambda < 590$	$2.10 < \Delta V < 2.18$	GaAsP, AlGaInP, GaP
Verde	$500 < \lambda < 570$	$1.9 < \Delta V < 4.0$	InGaN, GaN, AlGaInP, GaP, AlGaP
Azul	$450 < \lambda < 500$	$2.48 < \Delta V < 3.7$	ZnSe, InGaN, SiC*, Si*
Violeta	$400 < \lambda < 450$	$2.76 < \Delta V < 4.0$	InGaN

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

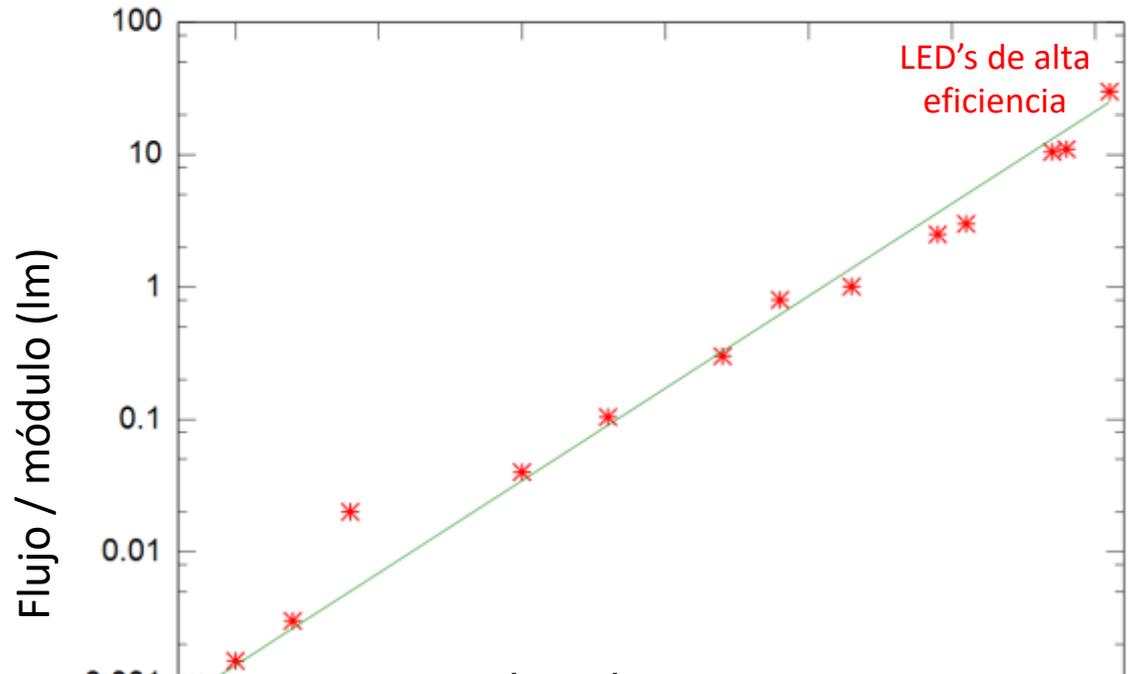
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Introducción  
Características de las fuentes de luz  
Sistemas de iluminación  
Eficiencia energética  
Cálculo luminotécnico  
Aprovechamiento luz natural

Lámparas  
Equipo auxiliar  
Luminarias

## ELECTROLUMINISCENCIA

LED's o Ledes (*Light-Emitting Diodes*)



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

Introducción  
Características de las fuentes de luz  
Sistemas de iluminación  
Eficiencia energética  
Cálculo luminotécnico  
Aprovechamiento luz natural

Lámparas  
Equipo auxiliar  
Luminarias

## ELECTROLUMINISCENCIA

LED's o Ledes (*Light-Emitting Diodes*)

Evolución de la tecnología

LED radial



Radial LED  
(3mm/5mm) : 0.1W

LED montado en superficie (SMT)

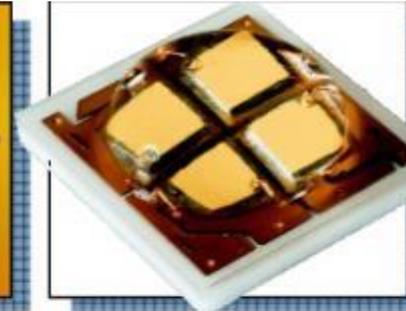


Power TOPLED  
< 0.3 W



High Flux LED  
1.5 ...3 W

Chip-on-board



Compact light  
source  
~ 10 W...30 W

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Introducción  
 Características de las fuentes de luz  
 Sistemas de iluminación  
 Eficiencia energética  
 Cálculo luminotécnico  
 Aprovechamiento luz natural

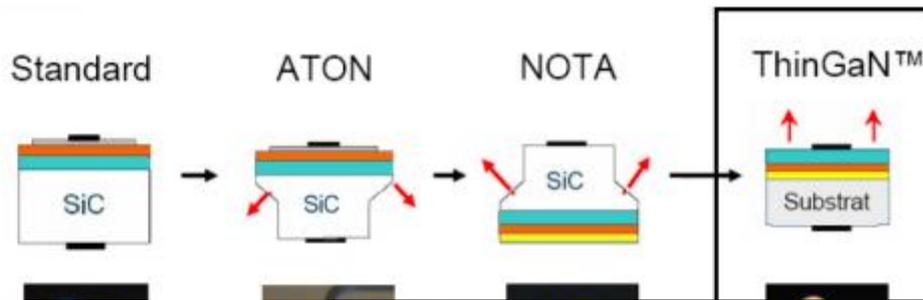
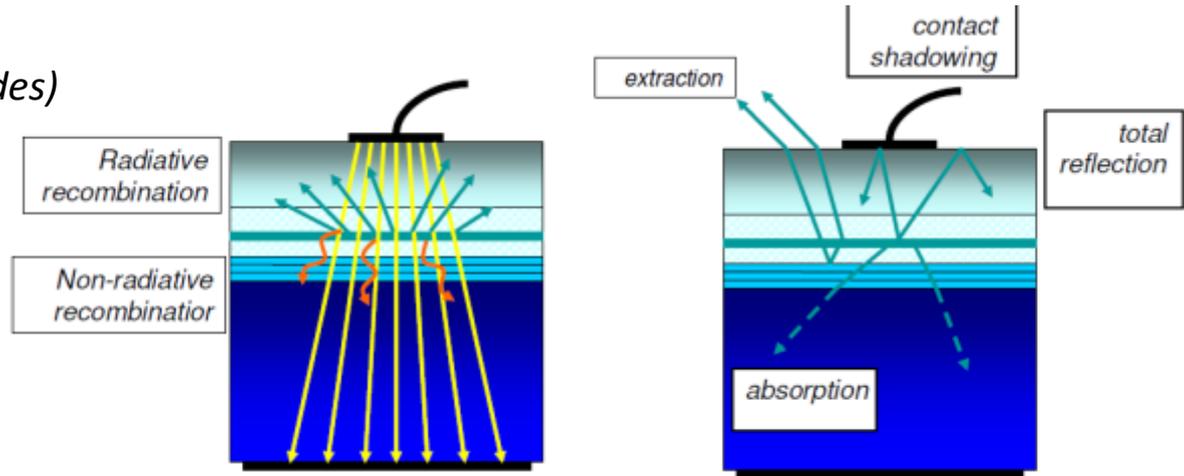
Lámparas  
 Equipo auxiliar  
 Luminarias

## ELECTROLUMINISCENCIA

LED's o Ledes (*Light-Emitting Diodes*)

✓ Problema: Ineficiencia en la recombinación n-p, parte se pierde en forma de calor.

✓ Parte de la radiación emitida se refleja interiormente.



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

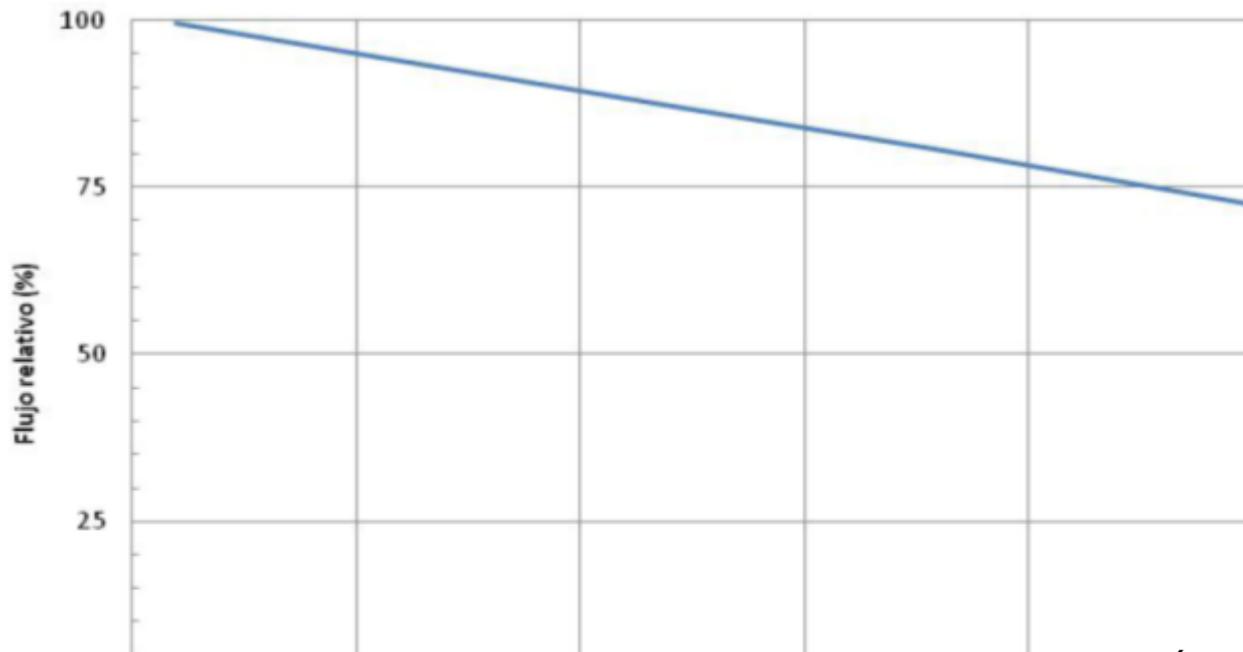
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

## ELECTROLUMINISCENCIA

### LED's o Ledes (Light-Emitting Diodes)



✓ La principal causa de **depreciación del flujo** emitido es el aumento de la temperatura de la unión.

✓ Diseño orientado a emitir el calor generado, uso de disipadores de calor.

Cartagena99

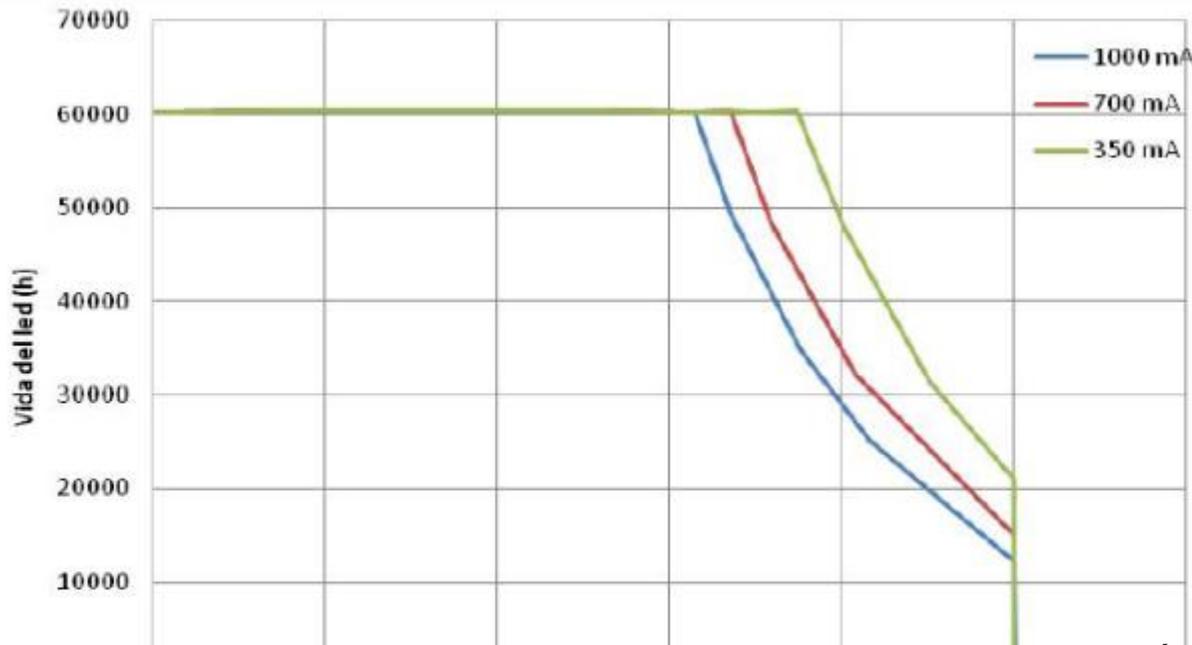
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

## ELECTROLUMINISCENCIA

### LED's o Ledes (Light-Emitting Diodes)



✓ La **vida útil** del LED es función de la temperatura de la unión y de la corriente de alimentación.

✓ Flujo directamente relacionado con la corriente de alimentación. Corrientes habituales de polarización: 10 a 40 mA; de 350 mA a 1 A en LED de alta eficiencia.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

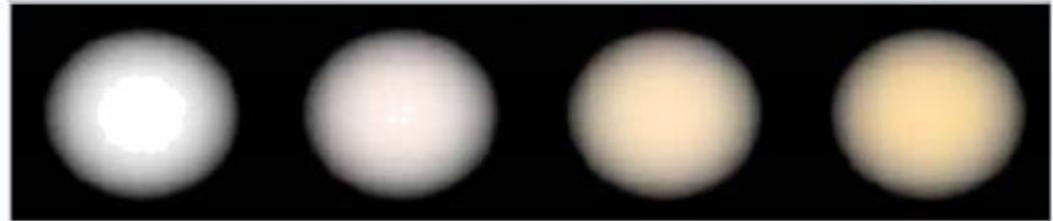
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

## ELECTROLUMINISCENCIA

*LED's blancos de alta eficiencia*



✓ Luz blanca generada por LED's azules o UV con un encapsulado recubierto de sustancia fosforescente ( $Ce^{3+}:YAG$ )



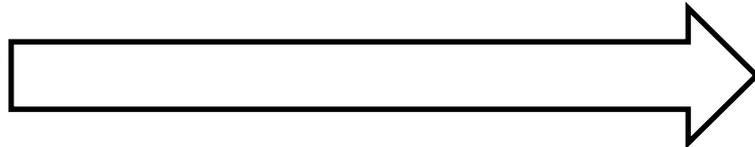
Tc = 6500 K

Tc = 4700 K

Tc = 3300 K

Tc = 2700 K

↓ IRC  
 ↑  $\phi$



↑ IRC  
 ↓  $\phi$

Rendimientos actuales similares a los de un tubo fluorescente: 80 lm/W

Blanco  
 Azul

**Cartagena99**

chip (CLC)

Blanco  
 Azul

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Conversion volumetrica

Introducción  
Características de las fuentes de luz  
Sistemas de iluminación  
Eficiencia energética  
Cálculo luminotécnico  
Aprovechamiento luz natural

Lámparas  
Equipo auxiliar  
Luminarias

## ELECTROLUMINISCENCIA

*Aplicaciones de Led's de Alta eficiencia*

✓ Fuentes de luz con LED's tipo *retrofit*, para la sustitución de otras lámparas.



Alumbrado interior



7 W, diseñada para la sustitución de incandescentes de 40 W, E27. Fuente: *Philips lighting*

✓ Integrados en módulos y luminarias



Alumbrado interior

Alumbrado público



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

## ELECTROLUMINISCENCIA

*LED's o Ledes (Light-Emitting Diodes)*

### Ventajas

- ✓ Alta Eficiencia
- ✓ Amplias posibilidades de espectro de color.
- ✓ Tamaño
- ✓ Tiempo de encendido: régimen nominal en menos de un milisegundo.
- ✓ Encendidos frecuentes.
- ✓ Regulación: con PWM o regulando la intensidad de corriente.

### Desventajas

- ✓ Alto coste inicial (cada vez menor)
- ✓ Su funcionamiento depende de la temperatura ambiente.
- ✓ Sensibilidad a la tensión de alimentación.
- ✓ Calidad de la luz, IRC variable.
- ✓ Polarización directa.
- ✓ Su eficiencia disminuye al aumentar la corriente de alimentación.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

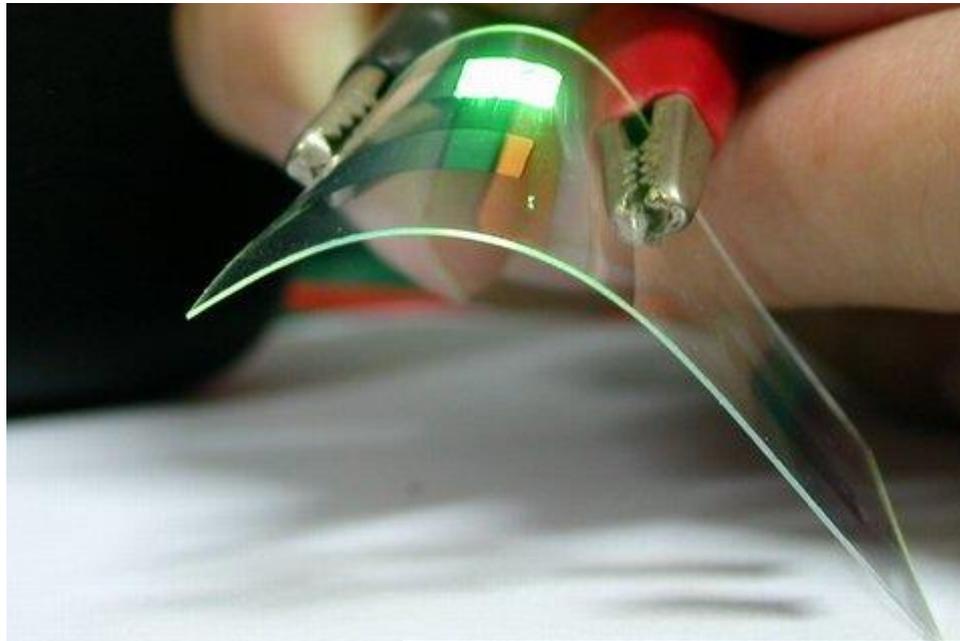
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Introducción  
Características de las fuentes de luz  
Sistemas de iluminación  
Eficiencia energética  
Cálculo luminotécnico  
Aprovechamiento luz natural

Lámparas  
Equipo auxiliar  
Luminarias

## ELECTROLUMINISCENCIA

*OLED's (Organic Light-Emitting Diodes)*



El semiconductor se trata de un compuesto orgánico

¿Futuro desarrollo para aplicaciones de iluminación?

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Introducción  
 Características de las fuentes de luz  
 Sistemas de iluminación  
 Eficiencia energética  
 Cálculo luminotécnico  
 Aprovechamiento luz natural

Lámparas  
 Equipo auxiliar  
 Luminarias

## TABLA RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS

Tecnología	Potencia (W)	Rendimiento (lm/W)	Vida útil (h)
Incandescencia estándar	3 - 1000	10 - 15	1000 – 2000
Incandescencia halógena	5 – 500	15 – 25	2000 – 4000
Tubo fluorescente	4 – 56	50 - 100	7500 – 24000
Lámpara flúo-compacta	5 – 40	50 - 80	10000 – 20000
Vapor de mercurio, alta presión	40 – 1000	25 – 55	16000 – 24000
Sodio, alta presión	35 – 1000	40 - 140	16000 – 24000
Sodio, baja presión	35 – 180	100 - 185	14000 – 18000

**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

(\*) Referencias más actuales indican 100 lm/W

Introducción  
 Características de las fuentes de luz  
**Sistemas de iluminación**  
 Eficiencia energética  
 Cálculo luminotécnico  
 Aprovechamiento luz natural

*Lámparas*  
*Equipo auxiliar*  
*Luminarias*

## EQUIPOS AUXILIARES

- ✓ Son equipos eléctricos o electrónicos asociados a la lámpara y que tienen como función el encendido y control de las condiciones de funcionamiento de la misma.

Tecnología	Modo de alimentación	Otro dispositivo
Incandescencia estándar	Alimentación directa	Regulador de luminosidad
Incandescencia halógena		
Incandescencia halógena MBT	Transformador	Convertidor electrónico
Tubo fluorescente	Balasto magnético y cebador	Balasto electrónico Balasto + regulador electrónico
Lámpara flúo-compacta	Balasto electrónico integrado	
Vapor de mercurio	Balasto magnético	Balasto electrónico
Sodio alta presión		
Sodio baja presión		
Halogenuros metálicos		
LED's	Driver (Alimentación tensión continua y baja)	

**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

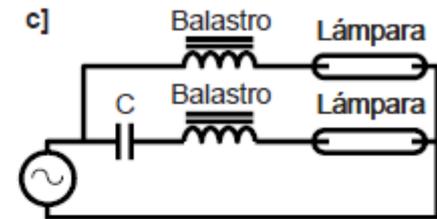
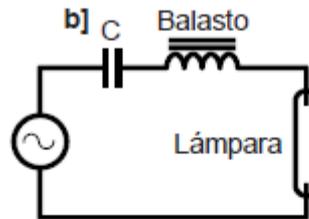
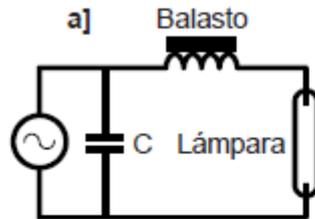
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

## EQUIPOS AUXILIARES

### Balasto magnético

✓ Es necesario realizar una compensación para mejorar el factor de potencia ya que el conjunto lámpara-balasto tienen un carácter inductivo.



Esquema de compensación	Utilización	Comentarios
Sin compensación	Doméstico	Montaje unitario
Paralelo [a]	Oficinas, talleres, grandes superficies	Riesgo de sobreintensidades para los aparatos de control

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

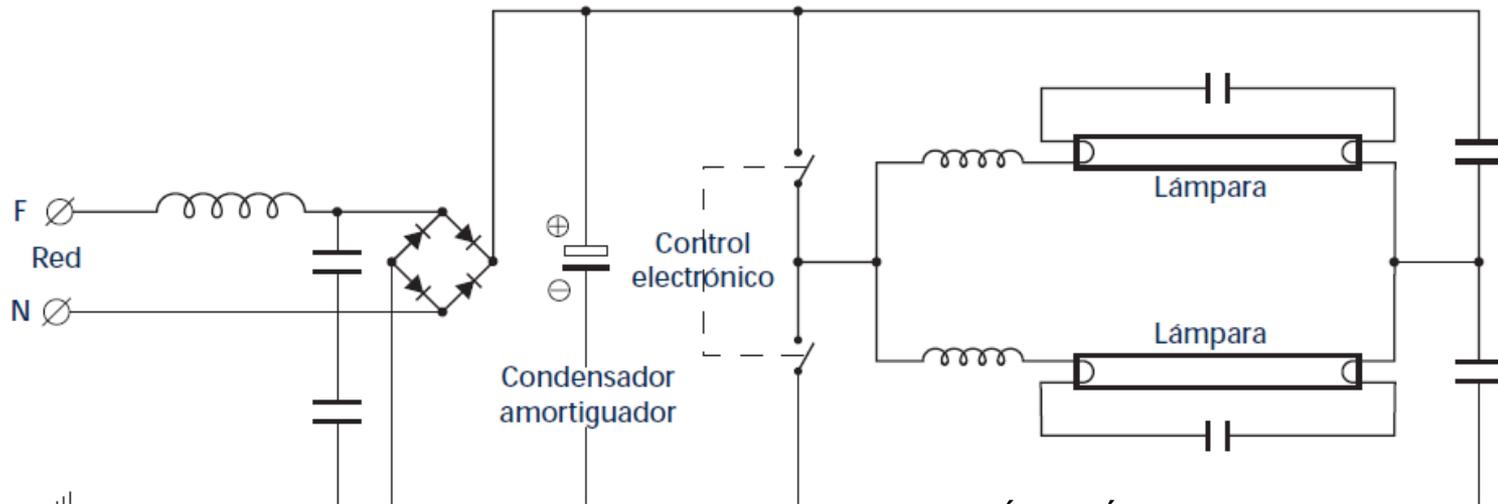
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

## EQUIPOS AUXILIARES

### *Balasto electrónico*

- ✓ Balastos electrónicos (rango de funcionamiento: 50 Hz-500 Hz, 20 – 60 kHz). Ahorro de energía de entre un 5 – 10 %.



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

Introducción  
Características de las fuentes de luz  
**Sistemas de iluminación**  
Eficiencia energética  
Cálculo luminotécnico  
Aprovechamiento luz natural

*Lámparas*  
*Equipo auxiliar*  
*Luminarias*

## EQUIPOS AUXILIARES

### *Balasto electrónico*

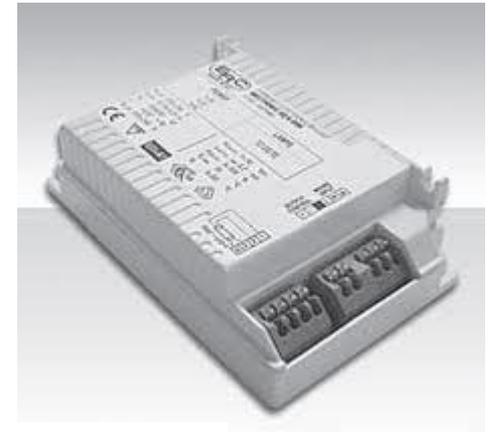
✓ **Ventajas** del uso de balastos electrónicos:

Alta eficiencia (> 93%).

No necesita compensación complementaria.

Silenciosos.

Eliminar el *flicker* y previenen efectos estroboscópicos.



✓ **Inconvenientes** del uso de balastos electrónicos:

Se producen sobrecorrientes en la conexión.

Distorsión armónica.



**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Introducción  
Características de las fuentes de luz  
**Sistemas de iluminación**  
Eficiencia energética  
Cálculo luminotécnico  
Aprovechamiento luz natural

Lámparas  
Equipo auxiliar  
Luminarias

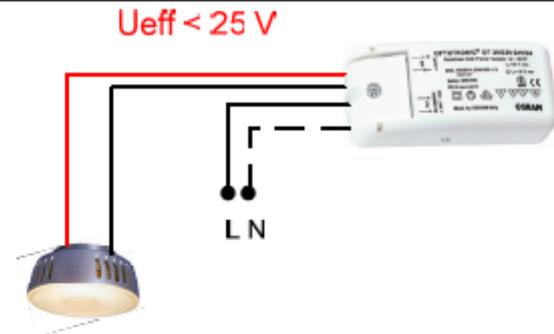
## EQUIPOS AUXILIARES

### Driver en LED's

#### A) FUENTE DE ALIMENTACIÓN A TENSIÓN CONSTANTE:

Led o módulos led de baja potencia.

Tensión de salida típicas de 10 Vcc; 12 Vcc ; 24 Vcc

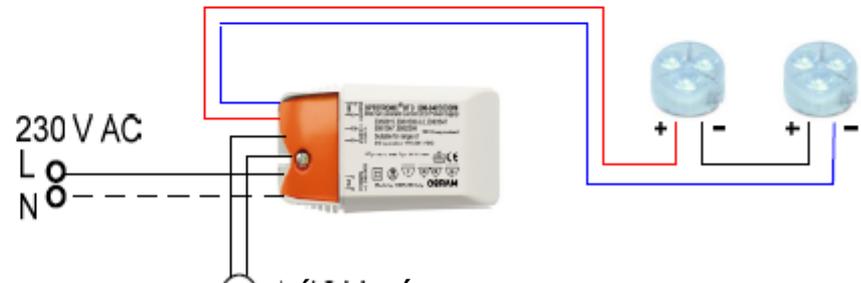


#### B) FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE INTENSIDAD CONSTANTE:

Led o módulos led de alta potencia.

Intensidad de salida típicas de 350 mA ; 500 mA ;

750 mA v 1000 mA (1A)



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

Introducción  
Características de las fuentes de luz  
**Sistemas de iluminación**  
Eficiencia energética  
Cálculo luminotécnico  
Aprovechamiento luz natural

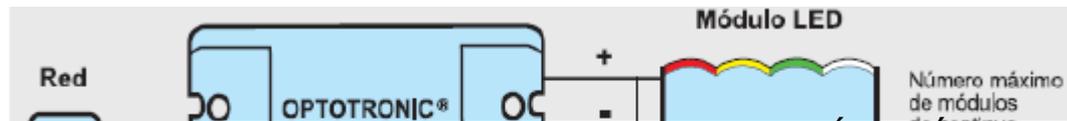
*Lámparas*  
*Equipo auxiliar*  
*Luminarias*

## EQUIPOS AUXILIARES

### Driver en LED's

La tensión continua de salida debe estar muy estabilizada para mantener constante tanto la potencia como la intensidad de los LEDs, garantizando su vida y correcto funcionamiento.

Variación de la Vdc de alimentación (%)	Variación de la potencia respecto a la obtenida con Vdc de alimentación nominal (%)
+ 5%	+ 25%
+10%	+ 45%
- 5%	- 15%
- 10%	- 30%



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

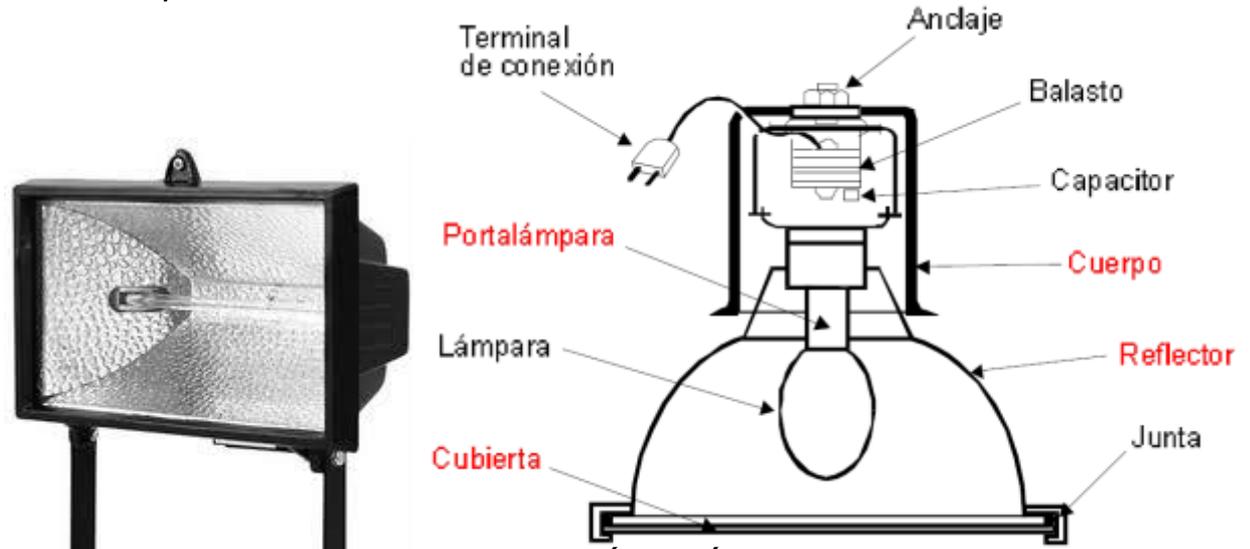
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

## LUMINARIAS

✓ 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 las lámparas, y, en caso necesario, los circuitos auxiliares en combinación con los medios de conexión con la red de alimentación (UNE-EN 60598-1)

- Carcasa o cuerpo
- Equipo Eléctrico
- Reflectores
- Refractores
- Difusores



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

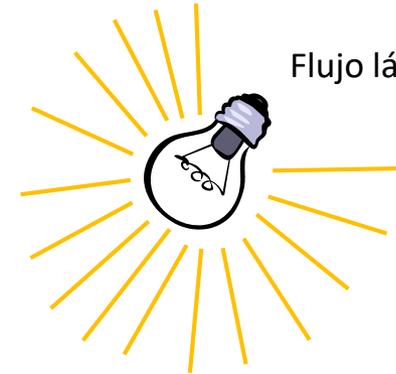
Cartagena99

## LUMINARIAS

✓ ( $\eta$ ) **Eficiencia o rendimiento de la luminaria** (LOR, *Light Output Ratio*): razón entre el flujo saliente de la luminaria y el flujo emitido por la(s) lámpara(s).

✓ ( $f_u$ ) **Factor de utilización:**

$$\text{Factor de utilización} = \frac{\text{Flujo en el área de trabajo}}{\text{Flujo emitido por la luminaria}}$$



Flujo luminaria

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

Introducción  
Características de las fuentes de luz  
**Sistemas de iluminación**  
Eficiencia energética  
Cálculo luminotécnico  
Aprovechamiento luz natural

*Lámparas*  
*Equipo auxiliar*  
**Luminarias**

## LUMINARIAS

Aplicación

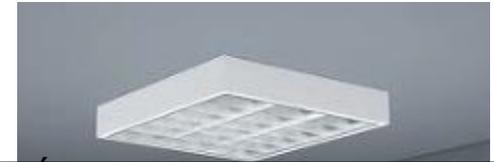


*Iluminación interior*



*Iluminación exterior*

Clasificación



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

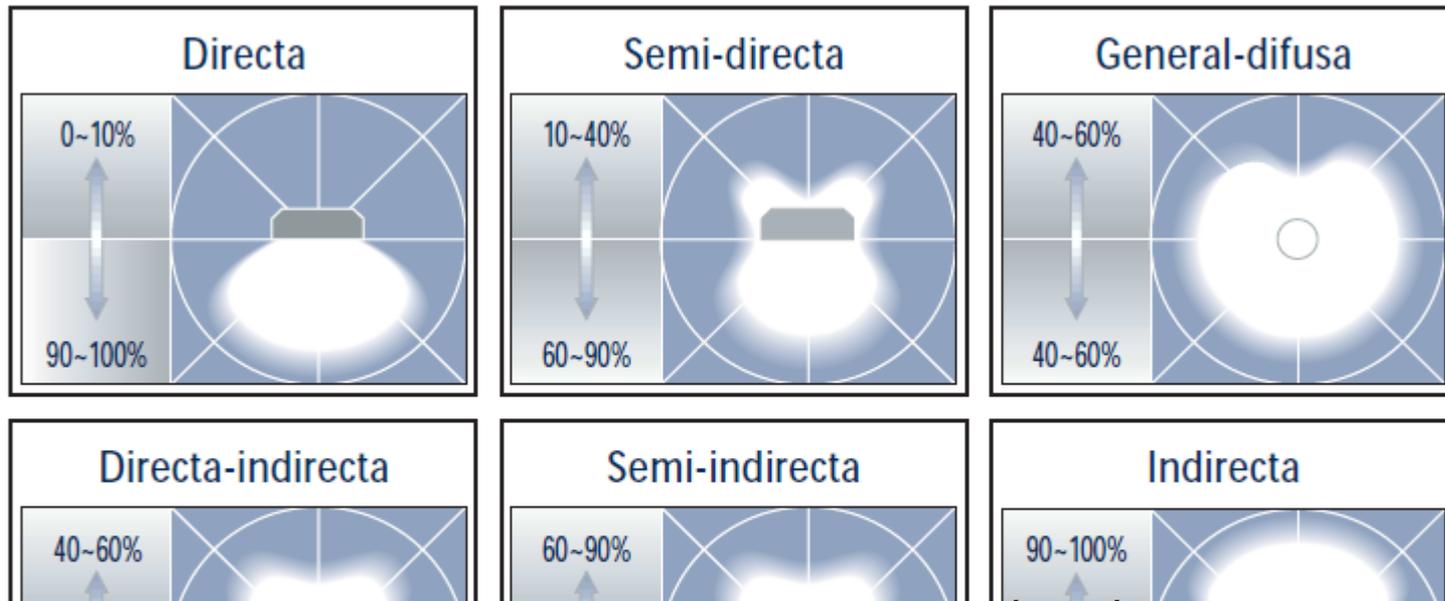
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

## LUMINARIAS

Clasificación del CIE en función del **porcentaje de flujo luminoso** total distribuido por encima y por debajo del plano horizontal.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

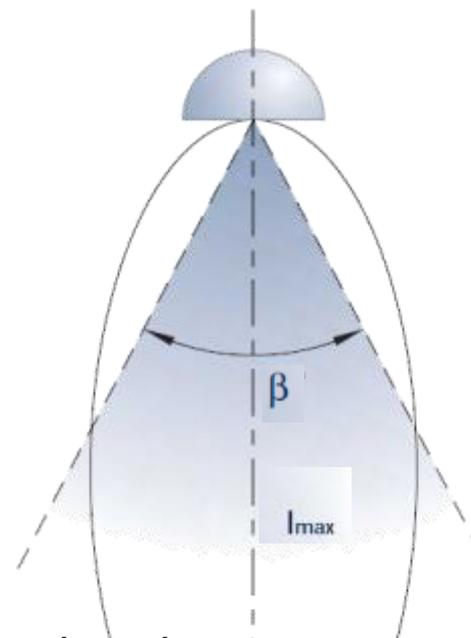
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

## LUMINARIAS

Clasificación en función de su distribución luminosa, tiene en cuenta el **ángulo**, medido desde la vertical, dentro del cual se emite hacia abajo el 50% del flujo luminoso total:

Clase de luminaria	Ángulo $\beta/2$ (50% del flujo)
Intensiva	0 – 30°
Semi-intensiva	30 – 40°
Dispersora	40 – 50°
Semi-extensiva	50 – 60°
Extensiva	60 – 70°
Hiper-extensiva	70 – 90°



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

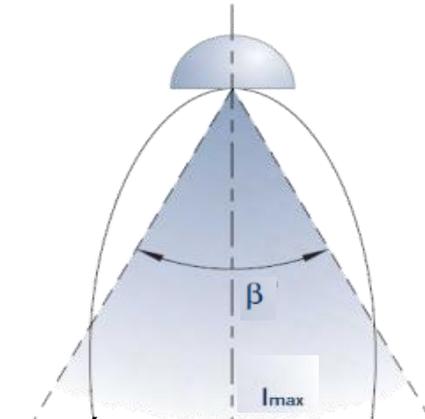
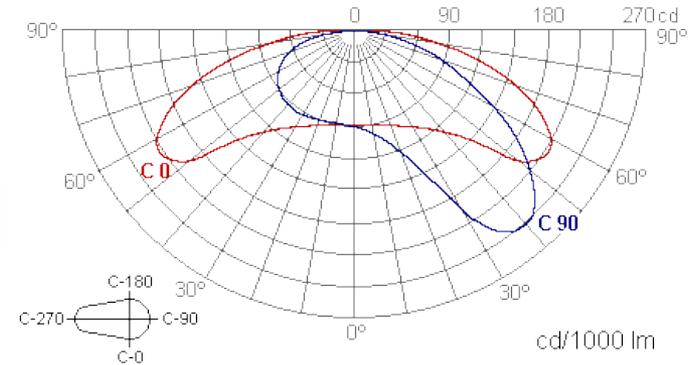
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

## LUMINARIAS

Código CIE: N1 N2 N3 N4 LOR

Dígito	Relación	Conceptos
1	$N1 = \frac{F1}{F4}$	F1: flujo emitido entre 0° y 41,4°
2	$N2 = \frac{F2}{F4}$	F2: flujo emitido entre 0° y 60°
3	$N3 = \frac{F3}{F4}$	F3: flujo emitido entre 0° y 75,5°
4	$N4 = \frac{F4}{F}$	F4: flujo emitido entre 0° y 90°



**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

## VALOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN (VEEI), CTE-DB-HE3

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se determinará mediante el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m<sup>2</sup>) por cada 100 lux:

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m} \text{ [W/m}^2\text{] por cada 100 lux}$$

siendo:

- P la potencia total instalada en lámparas más equipos auxiliares [W]
- S la superficie iluminada [m<sup>2</sup>]
- E<sub>m</sub> la iluminancia media horizontal mantenida [lux]

Hay unos VEEI límite (tabla 2.1) marcados en el nuevo CTE-DB-HE3 (FOM/1635/2013), un 20 % más restrictivos que el HE3 del 2006. Ya no se distinguen entre zonas de

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Tabla 2.1 Valores límite de eficiencia energética de la instalación

<i>Zonas de actividad diferenciada</i>	<b>VEEI límite</b>
administrativo en general	3,0
andenes de estaciones de transporte	3,0
pabellones de exposición o ferias	3,0
salas de diagnóstico <sup>(1)</sup>	3,5
aulas y laboratorios <sup>(2)</sup>	3,5
habitaciones de hospital <sup>(3)</sup>	4,0
recintos interiores no descritos en este listado	4,0
zonas comunes <sup>(4)</sup>	4,0
almacenes, archivos, <i>salas técnicas</i> y cocinas	4,0
aparcamientos	4,0
espacios deportivos <sup>(5)</sup>	4,0
estaciones de transporte <sup>(6)</sup>	5,0
supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
centros comerciales (excluidas tiendas) <sup>(7)</sup>	6,0
hostelería y restauración <sup>(8)</sup>	8,0
religioso en general	8,0
salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de	

**Cartagena99**

**CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70**

---

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

Introducción
Características de las fuentes de luz
Sistemas de iluminación
<b>Eficiencia energética</b>
Cálculo luminotécnico
Aprovechamiento luz natural

## VALORES LÍMITE DE POTENCIA INSTALADA EN EL EDIFICIO, CTE-DB-HE3

La potencia instalada en iluminación teniendo en cuenta la *potencia de lámparas y equipos auxiliares*, no superará los valores especificados en la siguiente tabla:

**Tabla 2.2 Potencia máxima de iluminación**

Uso del edificio	Potencia máxima instalada [W/m2]
Administrativo	12
Aparcamiento	5
Comercial	15
Docente	15
Hospitalario	15
Restauración	18
Auditorios, teatros, cines	15
Residencial Público	12

**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

## SISTEMAS DE CONTROL Y REGULACIÓN

- ✓ Programadores horarios.
- ✓ Detectores de presencia.
- ✓ Regulación del flujo emitido: Variadores de luminosidad para balastos electrónicos :
  - Variación de la tensión por PWM (modulación del ancho de fase).
  - Regulación con una tensión de frecuencia variable.

### CTE-DB-HE3

- ✓ Toda zona dispondrá al menos de un sistema de encendido y apagado manual; sistema de encendido por horario centralizado en cada cuadro eléctrico.
- ✓ Se instalarán sistemas de aprovechamiento de luz natural, que regulen proporcionalmente y de manera automática por sensor de luminosidad el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural de las luminarias de las habitaciones de menos de 6 metros de profundidad y en las dos primeras líneas paralelas de luminarias situadas a una distancia inferior a 5 m de la ventana, y en todas las situadas bajo un lucernario, cuando se den una serie de condiciones.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Introducción  
Características de las fuentes de luz  
Sistemas de iluminación  
Eficiencia energética  
Cálculo luminotécnico  
Aprovechamiento luz natural

## MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN, CTE-DB-HE3

Para garantizar en el transcurso del tiempo el mantenimiento de los parámetros luminotécnicos adecuados y el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI, se elaborará en el proyecto un plan de mantenimiento de las instalaciones de iluminación que contemplará, entre otras acciones:

- Las operaciones de *reposición de lámparas* con la frecuencia de reemplazamiento,
- La *limpieza de luminarias* con la metodología prevista, periodicidad necesaria.
- La *limpieza de la zona iluminada*, periodicidad necesaria.

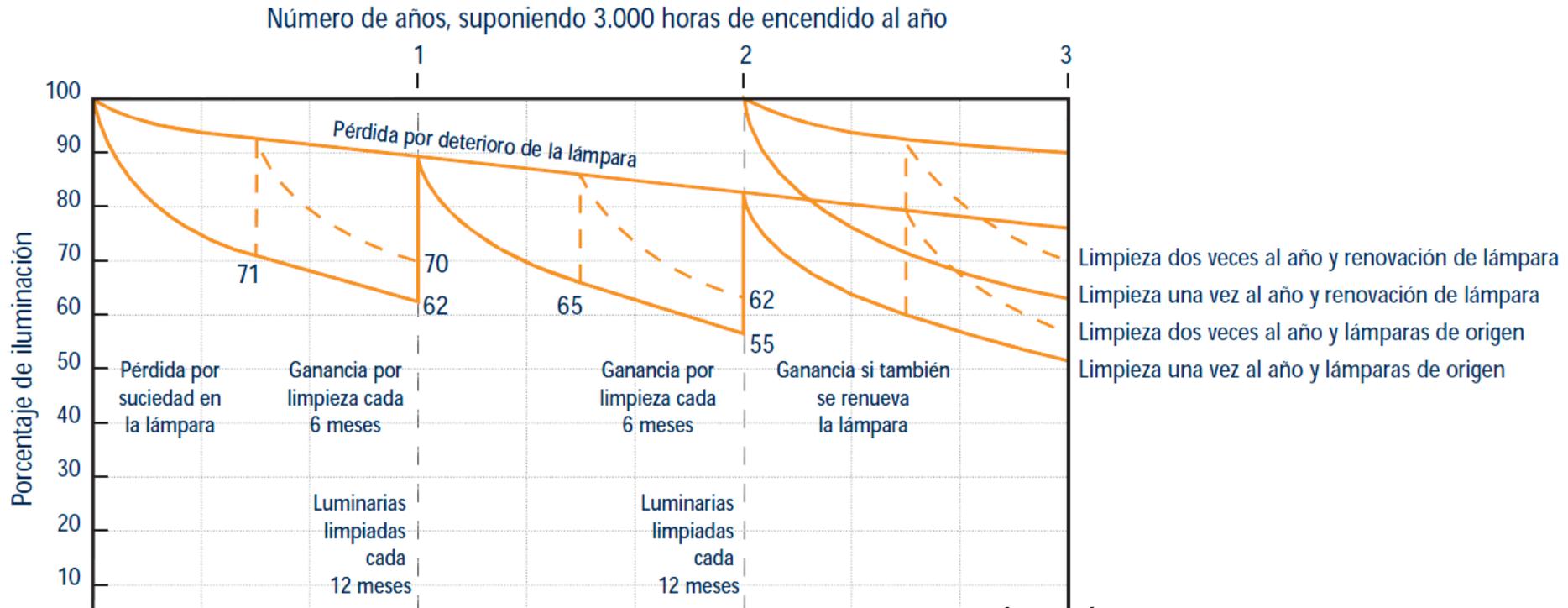
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

## MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN, CTE-DB-HE3



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Instalación de lámparas fluorescentes. Fuente: Madrid

Cartagena99

Introducción  
 Características de las fuentes de luz  
 Sistemas de iluminación  
 Eficiencia energética  
**Cálculo luminotécnico**  
 Aprovechamiento luz natural

**Requisitos lumínicos**  
*Metodología de cálculo*  
*Ejemplo de Cálculo*

✓ **Iluminancia media mantenida** ( $E_m$ ): valor por debajo del cual no debe descender la iluminancia media en el área especificada.

✓ **Índice de deslumbramiento Unificado** (UGR, Unified Glare Rating): Índice de 10 a 31. Indica el valor tolerable de deslumbramiento para una tarea.

✓ **Índice de reproducción cromática** (IRC,  $R_a$ ): Es la capacidad de la fuente de luz para reproducir con fidelidad los colores de los objetos que ilumina. Valor de 0 a 100.

Oficinas				
Lugar o Actividad	$E_m$ (lux) <sup>(1)</sup>	UGR <sub>L</sub> <sup>(2)</sup>	$R_a$ <sup>(3)</sup>	Observaciones
Archivos, copiadoras, áreas de circulación	300	19	80	
Lectura, escritura, mecanografía, proceso de datos	500	19	80	Acondicionar las pantallas de visualización
Dibujo Técnico	750	16	80	
Diseño asistido (CAD)	500	19	80	Acondicionar las pantallas de visualización
Salas de conferencias y reuniones	500	19	80	
Puestos de recepción	300	22	80	
Almacenes	200	25	80	
Pasillos y vías de circulación				

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Fuente: IDAE

Cartagena99

exteriores.

✓ **Uniformidad:** la uniformidad informa de las diferencias de nivel de iluminación que existen entre diferentes zonas del área iluminada. Se distinguen:

Uniformidad media: 
$$U_{med} = \frac{E_{min}}{E_m}$$

Uniformidad extrema: 
$$U_{ext} = \frac{E_{min}}{E_{max}}$$

Iluminancia de tarea (lux)	Iluminancia de áreas circundantes inmediatas (lux)
≥ 750	500
500	300
300	200
≤ 200	$E_{tarea}$
Uniformidad: ≥ 0.7	Uniformidad: ≥ 0.5

Fuente: Normas **UNE-EN-12464-1: Iluminación en lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo interiores.**

Otro criterio para valorar la uniformidad se basa en el tipo de distribución luminosa que condiciona la distancia de separación máxima (d) entre luminarias contiguas:

**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

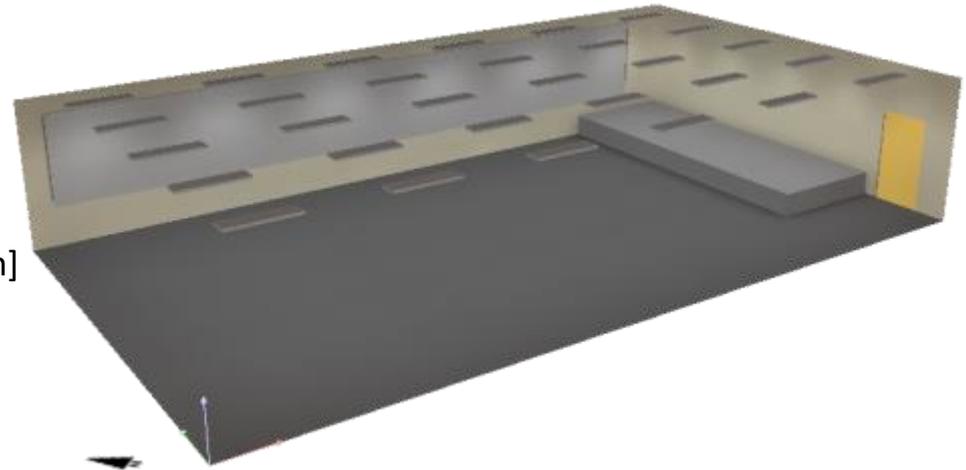
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

## Cálculo manual: Método de los lúmenes

Para geometrías sencillas, o como método para comprobación de un cálculo a partir de programa de cálculo luminotécnico.

$$E_m = \frac{\phi}{S} \quad E_m = \frac{f_u \cdot f_m \cdot \eta \cdot n \cdot \phi}{S}$$

- $E_m$  Iluminancia media en el plano de trabajo [lux]
- $\phi$  Flujo emitido por las lámparas de una luminaria [lm]  
**(dato fabricante)**
- $f_u$  Factor de utilización
- $f_m$  Factor de mantenimiento
- $\eta$  Rendimiento de la luminaria **(dato fabricante)**
- $n$  N.º de luminarias en el local
- $S$  Superficie total del plano de trabajo [m<sup>2</sup>]



Clasificación de la sala	$f_m$ según el grado de suciedad de las superficies de la sala y las luminarias	$f_m$ total
--------------------------	---	-------------

Factor de

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Introducción  
 Características de las fuentes de luz  
 Sistemas de iluminación  
 Eficiencia energética  
**Cálculo luminotécnico**  
 Aprovechamiento luz natural

*Requisitos lumínicos*  
**Metodología de cálculo**  
*Ejemplo de Cálculo*

Factor de utilización ( $f_u$ )

Depende del *índice del local (K)* y de los *coeficientes de reflexión* de las superficies del local. Con estos dos datos se entra en tablas proporcionadas por el fabricante para calcular el factor de utilización.

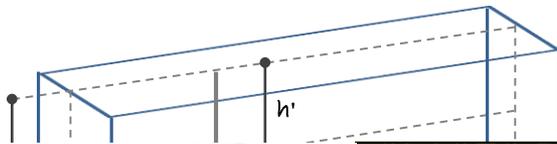
Índice del local

Iluminación	Índice de local (K)
Directa Semidirecta	$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$
Indirecta	$K = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot H \cdot (a + b)}$

Reflectancias de techos, paredes y suelos

Superficies reflectantes	Reflectancias
Techo de color blanco	0,8
Techo de color claro	0,5
Techo de color medio	0,3
Paredes de color blanco	0,8
Paredes de color medio	0,5
Paredes de color oscuro	0,3
Suelo de color medio	0,3
Suelo de color oscuro	0,1

Fuente: *Instalaciones eléctricas de baja tensión en el sector agrario y agroalimentario.* Luna, L. et al. 2008



**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Introducción  
Características de las fuentes de luz  
Sistemas de iluminación  
Eficiencia energética  
**Cálculo luminotécnico**  
Aprovechamiento luz natural

*Requisitos lumínicos*  
*Metodología de cálculo*  
*Ejemplo de Cálculo*

## Programa de cálculo luminotécnico: DIALux4.13.0.0

<https://www.dial.de/es/dialux/download/dialux-4-download/>



*DIALux Light4.13*: asistente de iluminación

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

---

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

**Cartagena99**

Los requisitos mínimos de hardware (requisito mínimo). Estos controladores no forman parte

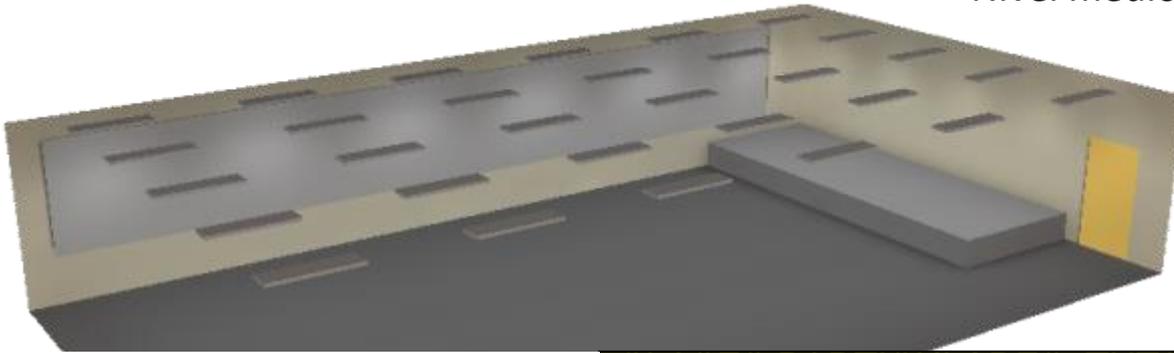
## Cálculo luminotécnico del alumbrado interior de un aula

Dos tipos de lámparas:

- Fluorescente
- ¿LEDS?

DATOS

- Dimensiones del aula: 18 x 8,5 x 3,5 m
- Factores de reflexión (techos/paredes/suelo):  
0,7/0,5/0,2
- Nivel medio de iluminación en servicio: 500 lux



**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Introducción  
Características de las fuentes de luz  
Sistemas de iluminación  
Eficiencia energética  
Cálculo luminotécnico  
Aprovechamiento luz natural

Requisitos lumínicos  
Programa de Cálculo: DIALux  
Ejemplo de Cálculo

## LUMINARIA SELECCIONADA: Philips TBS460 2xTL5 28 W HFPC8



Catálogo on line:

<http://www.ecat.lighting.philips.es>

### Datos del producto

#### • Información general

Código de familia de producto	TBS460 [TBS460]
Número de lámparas	2 [2 pcs]
Tipo de la lámpara	TL5 [TL5]
Potencia de lámpara	28 W [28 W]
Color de luz	840 [Blanco frío 840]
Kombi	K [Lámpara incluida]
Equipo	HFP [HF Actuador]
Reflector superior	No [-]
Sistema óptico	C8 [Optica alto brillo con microlamas 3D]
Elemento óptico	No [-]
Cubierta óptica	No [-]
Alumbrado de emergencia	No [-]
Control de iluminación	No [-]
Conmutación independiente	No [-]
Cableado interno	STD [Standard]
Fusible	No [-]
Conexión	BL [Conector push-in]

Placa de relleno	IP [Estándar]
Color	WH [Blanco]
Test del hilo incandescente	850/5 [850 °C, duración 5 s]
Protección contra inflamación	F [Adecuada para el montaje en superficies normalmente inflamables]
Dispositivo de seguridad	No [-]
Marcado CE	Marcado CE [CE mark]
Marcado ENEC	Marcado ENEC [ENEC mark]

#### • Datos Eléctricos

Tensión de red	220-240 V [220 to 240 V]
----------------	--------------------------

#### • Datos Producto

Código de pedido	003461 00
Código de producto	871150000346100
Nombre de Producto	TBS460 2x28W/840 HFP C8 PI IP
Nombre de pedido del producto	TBS460 2x28W/840 HFP C8 PI IP
Piezas por caja	0

### Plano de dimensiones



# Cartagena99

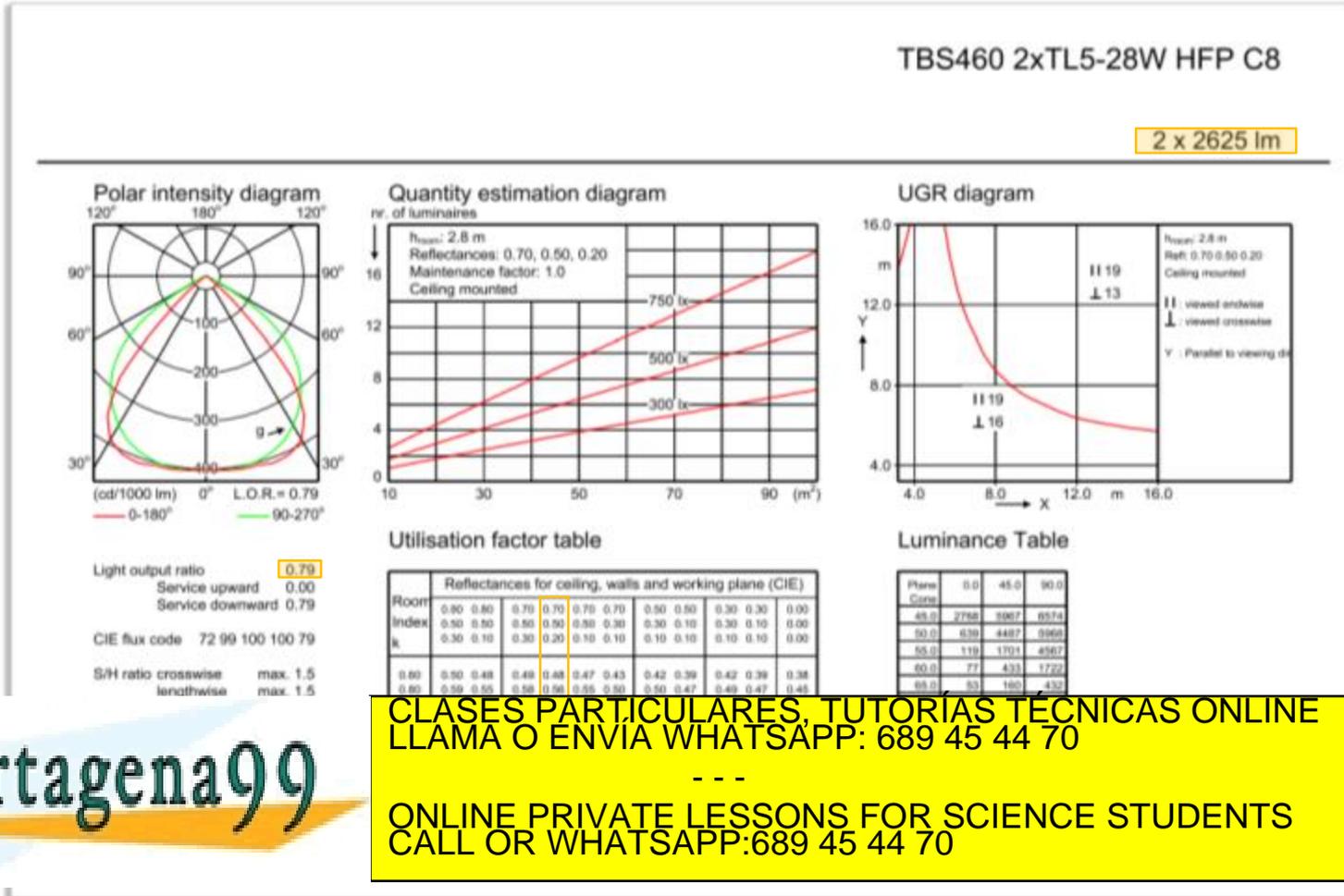
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Datos fotométricos



**Cartagena99**

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

---

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

Introducción  
 Características de las fuentes de luz  
 Sistemas de iluminación  
 Eficiencia energética  
 Cálculo luminotécnico  
 Aprovechamiento luz natural

## SOLATUBE®

### Zona de CAPTACIÓN

La luz es captada por el domo y dirigida hacia el interior a través del tubo.



### Zona de TRANSFERENCIA

La luz solar se direcciona, sin apenas pérdida, hacia el difusor.

## HIMAWARI®



Cartagena99

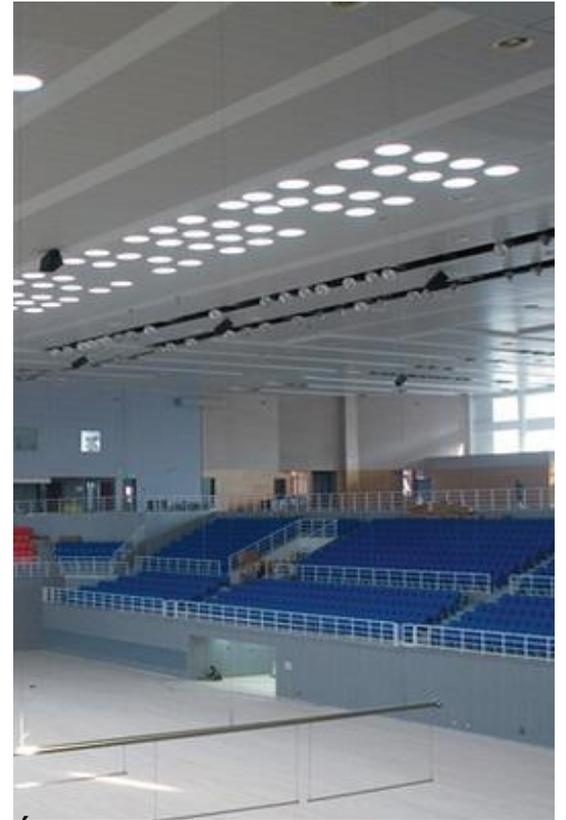
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Fuente: <http://www.teclusol.com>

Introducción  
Características de las fuentes de luz  
Sistemas de iluminación  
Eficiencia energética  
Cálculo luminotécnico  
Aprovechamiento luz natural



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Introducción  
Características de las fuentes de luz  
Sistemas de iluminación  
Eficiencia energética  
Cálculo luminotécnico  
Aprovechamiento luz natural



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70