

## **PRÁCTICA Nº 2**

### *Caracterización de luminarias*

#### **OBJETIVO:**

Medida de la distribución espacial de intensidad (curva polar) de una fuente luminosa, sin y con su luminaria correspondiente. Estimación de la eficiencia de la luminaria.

#### **MATERIAL NECESARIO:**

- Fuente luminosa;
- Goniómetro;
- Fotómetro;

#### **FUNDAMENTO TEÓRICO:**

La mayor parte de las fuentes luminosas emiten en todas direcciones, pero esto puede ser antieconómico y causar molestias visuales. La función de la mayor parte de las luminarias es:

- Redistribuir la luz procedente de la lámpara en las direcciones preferidas con la mínima pérdida de luz;
- Disminuir el deslumbramiento de la fuente;
- Tener un aspecto aceptable y, en algunos casos, contribuir claramente a la decoración;
- Proporcionar apoyo, protección y conexión eléctrica a la lámpara.

Las luminarias pueden tener formas diversas, pero todas cumplen las funciones previamente mencionadas. En general se utilizan cuatro métodos de control de la luz (Fig.1): obstrucción, difusión, transmisión y reflexión.

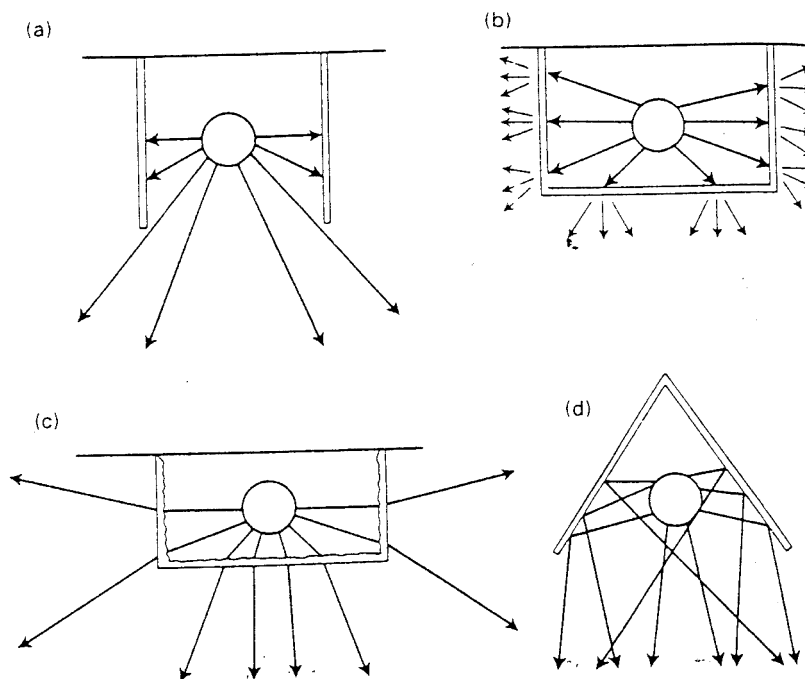


Figura 1: Métodos de control de la luz en una luminaria: a) obstrucción; b) difusión; c) transmisión; d) reflexión.

La distribución espacial de intensidad procedente de una lámpara desnuda o de una luminaria puede estar indicada gráficamente por una *curva polar*. Ésta se obtiene a partir de la medida de la intensidad luminosa  $I$  [cd] en varias direcciones del espacio, generalmente sobre planos asociados a un sistema de referencia  $(C, \gamma)$  (Fig. 2), cuyo centro de referencia o *centro fotométrico* se encuentra en la lámpara o luminaria (Fig. 3).

Si la luminaria es simétrica, se escoge las coordenadas espaciales  $C = 0$ , ó  $C_0$ , muestreando con el goniómetro  $\gamma$  desde  $0^\circ$  hasta  $180^\circ$  con  $\Delta\gamma = 10^\circ$ , suponiendo además que los datos  $C_{180}$  son similares a  $C_0$ . Si la luminaria es asimétrica, se escoge las coordenadas espaciales  $C = 0$  y  $C = 90$ , ó  $C_0$  y  $C_{90}$ , muestreando con el goniómetro  $\gamma$  desde  $0^\circ$  hasta  $180^\circ$  con  $\Delta\gamma = 10^\circ$ , suponiendo además que los datos  $C_{180}$  ( $C_{270}$ ) son similares a  $C_0$  ( $C_{90}$ ).

Las curvas polares pueden utilizarse para calcular el flujo total  $F$  [lm] de una luminaria utilizando  $F = I \cdot \Omega$ , siendo el ángulo sólido.

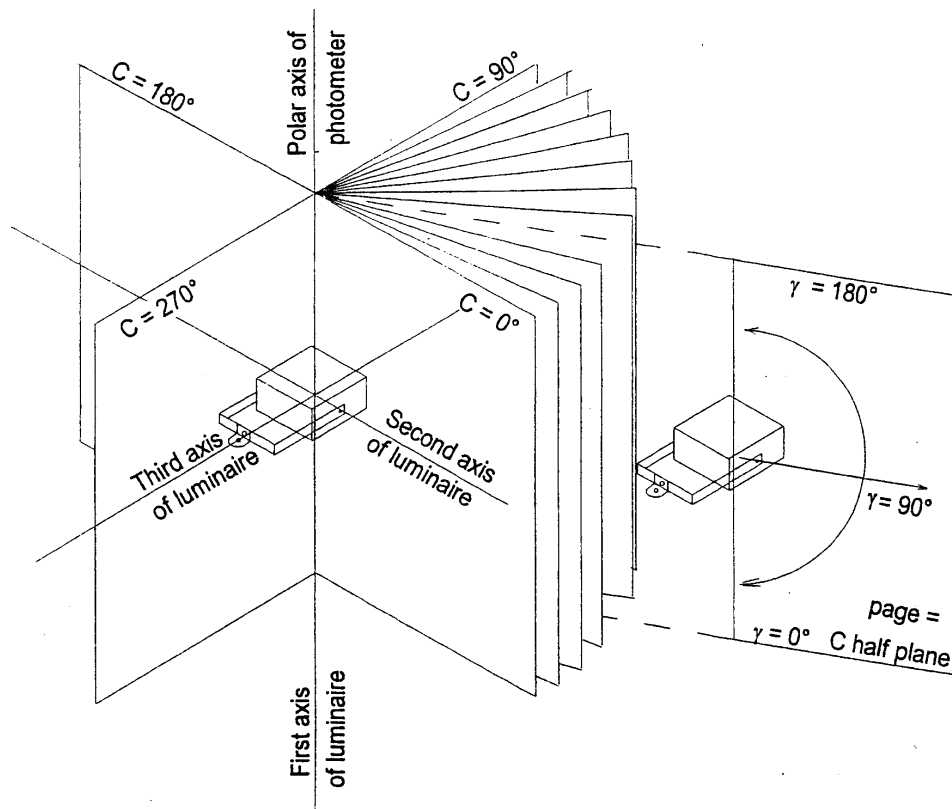


Figura 2: Orientación de la luminaria para la goniofotometría del tipo  $C_\gamma$ .

Los datos de intensidad  $I$  [cd] se toman a intervalos  $\Delta\gamma = 10^\circ$  alrededor de la fuente. Estos intervalos se describen como "zonas" para calcular el promedio de la intensidad de cada zona (Fig. 4). Por ejemplo, el promedio de intensidad de la zona 4 en la figura es  $(290+260)/2 = 275$  cd. Los ángulos  $\gamma$  [deg] del plano deben convertirse en sus ángulos sólidos equivalentes  $\Omega$  [sr] para obtener el *factor zona*. El producto de la intensidad media de cada zona por el factor zona proporcionará el flujo total  $F_\Omega$  emitido en esa zona. Dado que el factor zona varía según  $\gamma$ , se aplica una ponderación diferente (Tabla 1) a la intensidad media de cada zona, de forma que el flujo total de la luminaria  $F$  [lm] es la suma de todos los flujos parciales  $F_\Omega$  [lm].

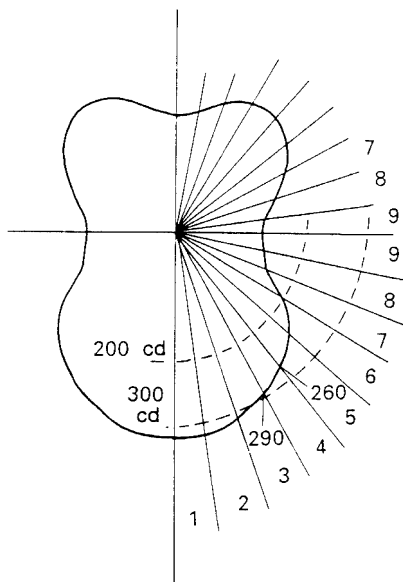


Figura 3: Ejemplo de curva polar con emisión ascendente y descendente.

Tabla 1: Factores zona o de ángulo sólido. (La suma de todos los factores da  $2\pi$ .)

Zona	Ángulo desde la vertical $\gamma$ [deg]	Factor zona
1	0 – 10	0.095
2	10 – 20	0.284
3	20 – 30	0.463
4	30 – 40	0.628
5	40 – 50	0.774
6	50 – 60	0.897
7	60 – 70	0.993
8	70 – 80	1.058
9	80 – 90	1.091

El cociente del flujo procedente de la luminaria respecto al de la lámpara desnuda se denomina *cociente de producción de luz CPL* (LOR - *Light Output Ratio*), o *eficiencia de la luminaria*.

$$CPL = \frac{F_{luminaria}}{\sum_{i=1}^N F_i} \quad , \quad i = 1, 2, 3, \dots, N \text{ lámparas} \quad (1)$$

Por otra parte, para caracterizar el tipo de luminaria (directa, indirecta, difusa,...) se define el *cociente de fracción de flujo CFF* .

$$CFF = \frac{FFS}{FFI} \quad (2)$$

Donde, *fracción de flujo superior FFS* toma el valor,

$$FFS = 2 * \sum_{\gamma=90}^{\gamma=180} I_{\gamma} * F_z(\gamma) \quad (3)$$

Y la *fracción de flujo inferior FFI* toma el valor,

$$FFI = 2 * \sum_{\gamma=0}^{\gamma=90} I_{\gamma} * F_z(\gamma) \quad (4)$$

Según los valores combinados de *FFS* y *FFI*, la Comisión Internacional de la Iluminación (CIE) define las luminarias de interiores del modo siguiente:

Tabla 2: Clasificación CIE de las luminarias de interiores.

Luminaria	FFS (%)	FFI (%)
Directa	0 – 10	90 - 100
Semidirecta	10 – 40	60 - 90
Difusa general	40 – 60	40 - 60
Semindirecta	60 – 90	10 - 40
Indirecta	90 – 100	0 - 10

## REALIZACIÓN PRÁCTICA:

### 1. Obtención de la curva polar de una luminaria simétrica

Apuntando siempre el fotómetro hacia el centro fotométrico de la luminaria, coloca y nivela el fotómetro a una distancia  $d$  tal que se verifique la condición de fuente cuasipuntual (2 metros puede ser suficiente). Tomando siempre constante esta distancia, recorre de forma

semicircular el semiplano  $C = 0$  (Fig. 5) desde ángulos  $\gamma = 0^\circ$  hasta  $\gamma = 180^\circ$  con  $\Delta\gamma = 10^\circ$  midiendo la iluminación  $E_\gamma$  [lx] correspondiente y calculando a continuación la intensidad  $I_\gamma$  [cd] correspondiente. Ten cuenta algunas relaciones trigonométricas sencillas para calcular adecuadamente el ángulo  $\gamma$  a partir de la distancia-radio  $d = \text{cte}$  (ver figura 1).

Toma tres medidas en cada caso y calcula el valor medio y el error estándar correspondientes.

Representa en un diagrama polar los datos obtenidos como  $I_\gamma$  [cd] vs.  $\gamma$  [deg].

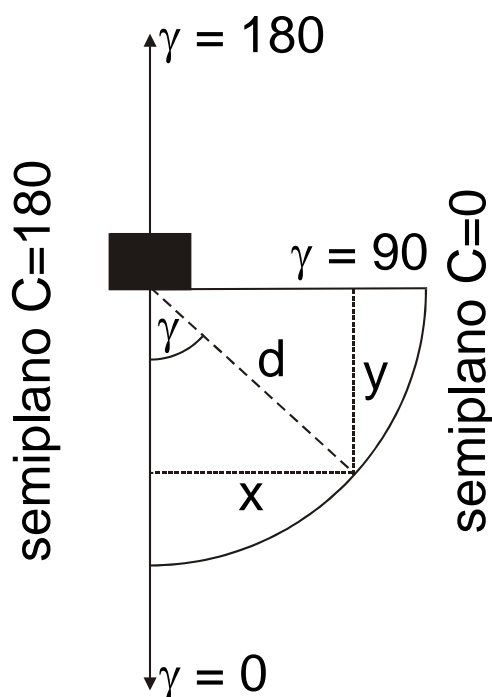


Figura 5: Esquema de la disposición de los ángulos  $\gamma$  en un semiplano C.

## 2. Estimación de los datos luminotécnicos

Teniendo en cuenta la Tabla 1, aplica el método de integración zonal para calcular el flujo total  $F_{luminaria}$  de la luminaria. Teniendo en cuenta el flujo luminoso de la lámpara desnuda  $F_{lámpara}$  según catálogo, aplica a partir de aquí las ecuaciones anteriores para hallar:

- *FFS*, *FFI* y *CFF*
- el tipo de luminaria de acuerdo a la clasificación CIE

## **CUESTIONES**

- 1) Analiza qué cambios luminotécnicos ha aportado la luminaria 1 (flexo) sobre la fuente luminosa de trabajo. ¿Son significativos los efectos observados?
- 2) Compara las dos curvas polares perpendiculares obtenidas para la luminaria 2 (asimétrica) ¿Son similares? Descríbelas.
- 3) ¿Cuál es el flujo total de una fuente lambertiana cuya intensidad vale 1000 cd?  
Ayuda: Representa gráficamente su curva polar teórica y aplica el método de integración zonal.
- 4) ¿Cuál es la extensión del cono luminoso de la luminaria 1 (flexo) en un plano de trabajo situado a 2 m del centro fotométrico? ¿Y si fuera una fuente lambertiana con la misma intensidad que la luminaria real?



HOJA DE DATOS

1.- ----- . Distancia d= --- m

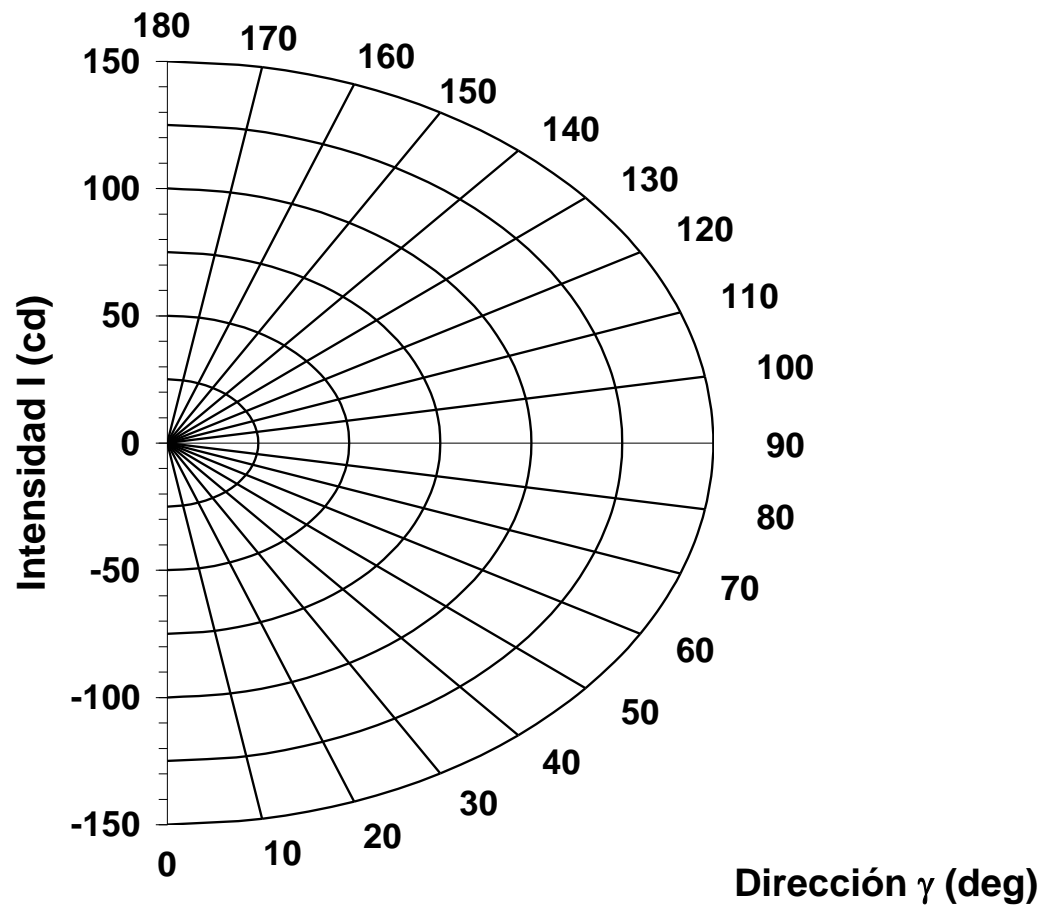
$\gamma$ (deg)	$E_g$ (lx)	$I_g$ (cd)	x (l)	y (l)
0				
10				
20				
30				
40				
50				
60				
70				
80				
90				
100				
110				
120				
130				
140				
150				
160				
170				
180				

2.- ----- . Distancia d= --- m

$\gamma$ (deg)	$E_g$ (lx)	$I_g$ (cd)	x (l)	y (l)
0				
10				
20				
30				
40				
50				
60				
70				
80				
90				
100				
110				
120				
130				
140				
150				
160				
170				
180				



### Curva polar de distribución luminosa



## 3.- Determinación del tipo de luminaria

<b>Zona</b>	<b>Ángulo desde la vertical <math>\gamma</math> [deg]</b>	<b>Factor zona</b>	<b>FFS</b>	<b>FFI</b>
1	0 – 10	0.095		
2	10 – 20	0.284		
3	20 – 30	0.463		
4	30 – 40	0.628		
5	40 – 50	0.774		
6	50 – 60	0.897		
7	60 – 70	0.993		
8	70 – 80	1.058		
9	80 – 90	1.091		

