

Pillole di illuminotecnica

Il calcolo illuminotecnico
22/05/2024

Ing. Gennaro Spada (PhD)
spada@unina.it

Dipartimento di Ingegneria Industriale
Università degli Studi di Napoli «Federico II»

Ordine degli Ingegneri di Napoli

Legge del coseno e dell'inverso del quadrato della distanza

Legge del coseno e dell'inverso del quadrato della distanza

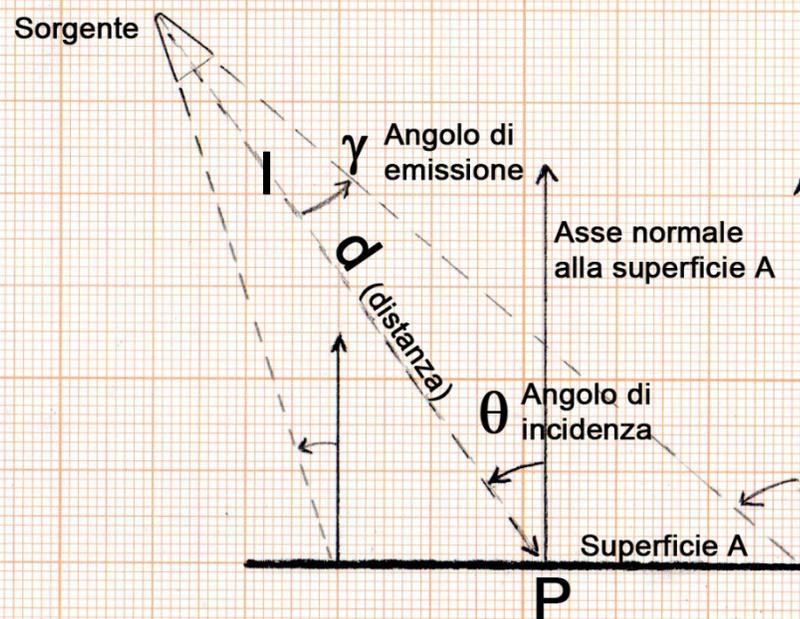
La **legge del coseno e dell'inverso del quadrato della distanza** mette in relazione **illuminamento** e **intensità luminosa**.

Essa afferma che l'illuminamento in un punto P di una superficie A dovuto ad una sorgente posta a distanza d dal punto P, è direttamente proporzionale all'intensità luminosa della sorgente nella direzione di P, al coseno dell'angolo di incidenza θ ed è inversamente proporzionale al quadrato della distanza d.

Relazione fondamentale per il calcolo illuminotecnico

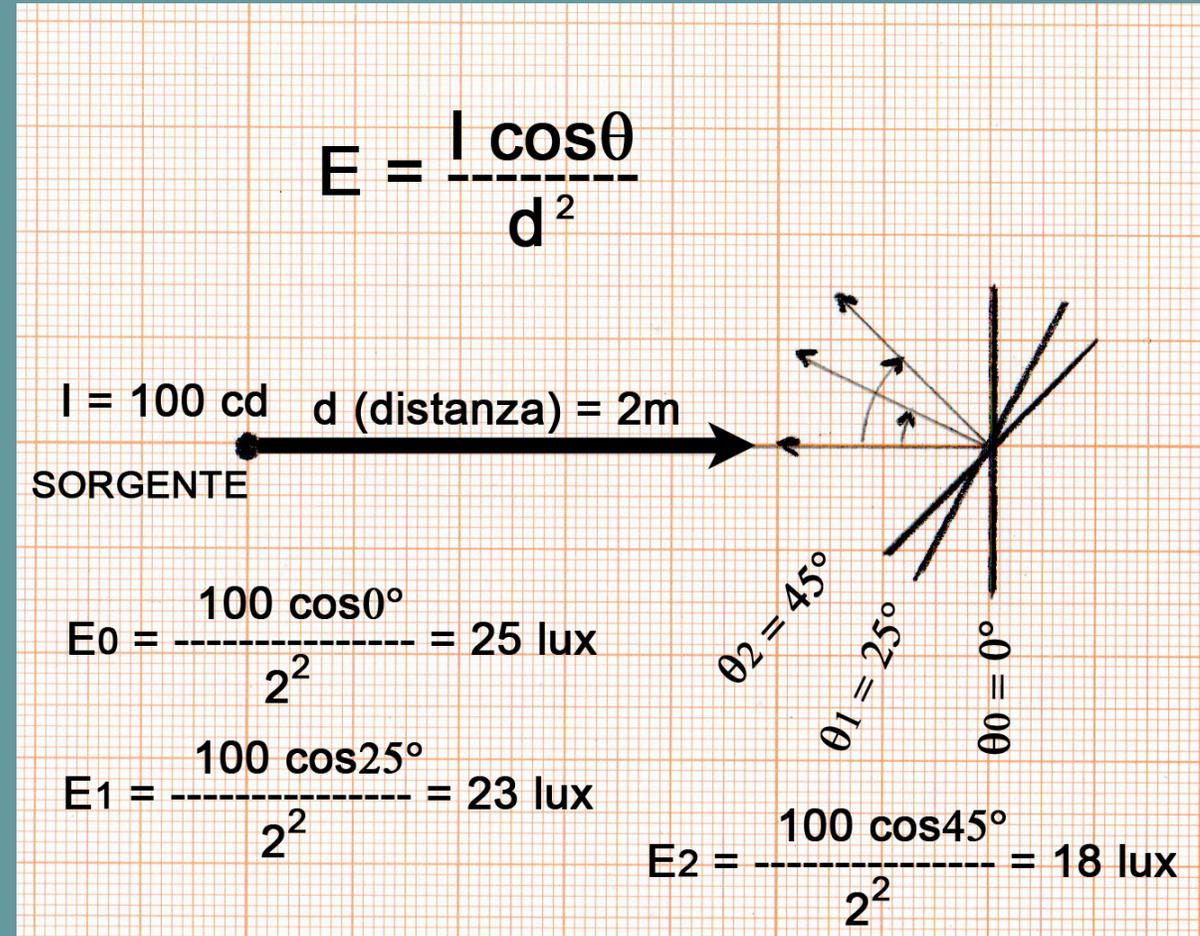
Legge del coseno e dell'inverso del quadrato della distanza

$$E = \frac{I \cos \theta}{d^2}$$



Legge del coseno e dell'inverso del quadrato della distanza

Calcolare l'illuminamento dovuto ad una **sorgente isotropa** la cui intensità luminosa è 100 cd, in un punto a 2 metri dalla sorgente, che giace su un piano che ha la possibilità di ruotare modificando l'angolo di incidenza θ . In corrispondenza di tre inclinazioni fissate a 0° , 25° e 45° . Gli illuminamenti risultano rispettivamente 25, 23 e 18 lux.

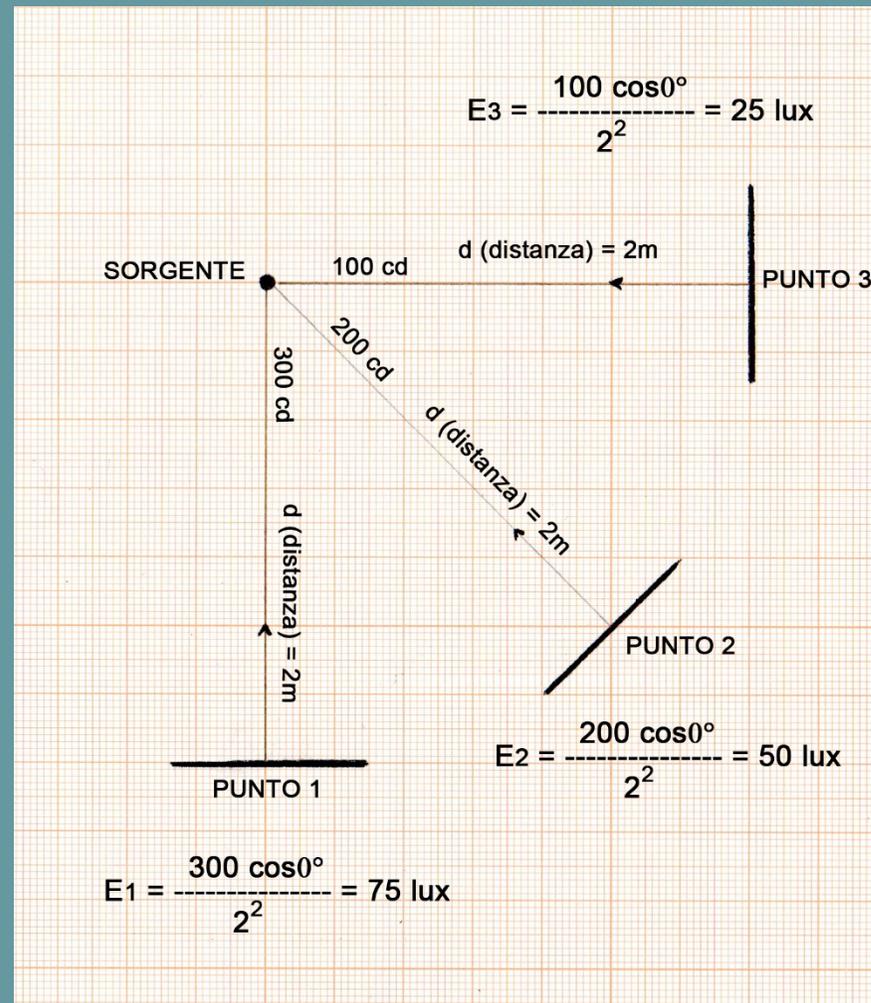


Legge del coseno e dell'inverso del quadrato della distanza

Calcolare gli illuminamenti in tre punti dello spazio 1, 2 e 3 posti tutti a 2 metri dalla una **sorgente non isotropa** la cui intensità luminosa nella direzione dei tre punti sia rispettivamente 300, 200 e 100 cd.

Se i piani di giacenza risultano tutti perpendicolari alle rispettive direzioni sorgente-punto, gli illuminamenti si differenziano esclusivamente per l'intensità luminosa e sono rispettivamente 75, 50 e 25 lux.

Sorgente puntiforme non isotropa

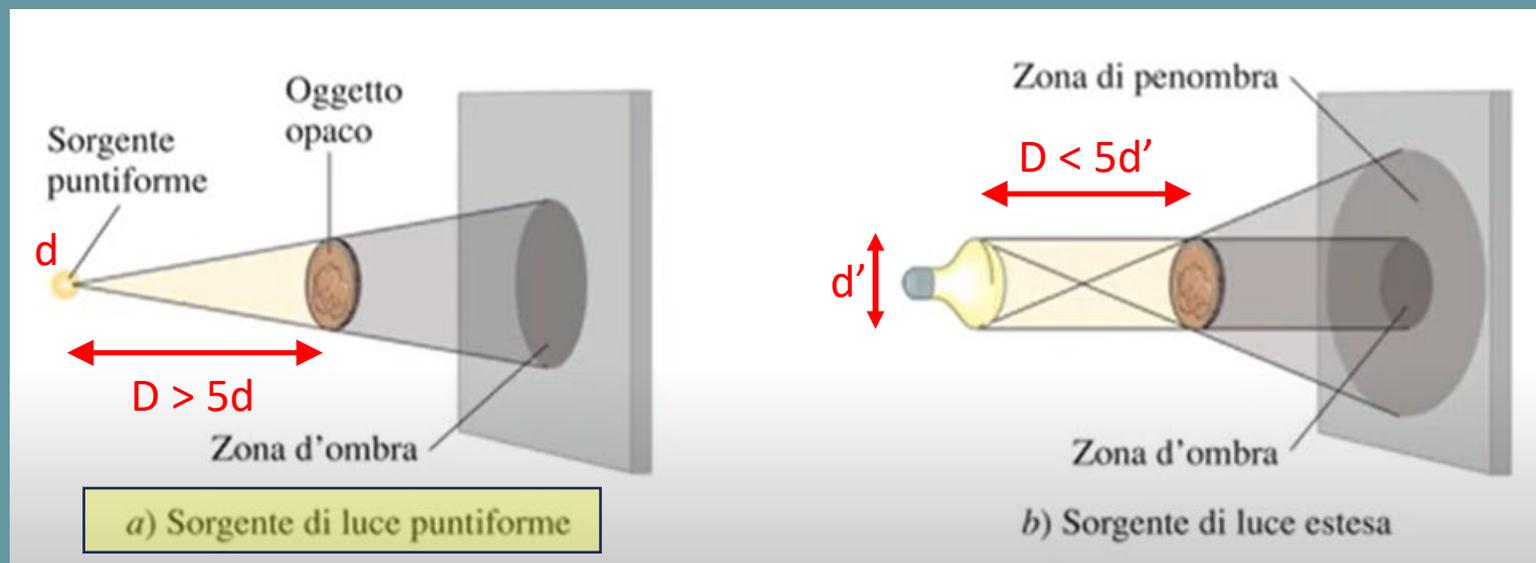


Legge del coseno e dell'inverso del quadrato della distanza

Estensione della legge alle sorgenti reali

La legge del coseno e dell'inverso del quadrato della distanza possiamo applicarla anche alle **sorgenti reali** quando queste rispettano l'ipotesi di **sorgente puntiforme**.

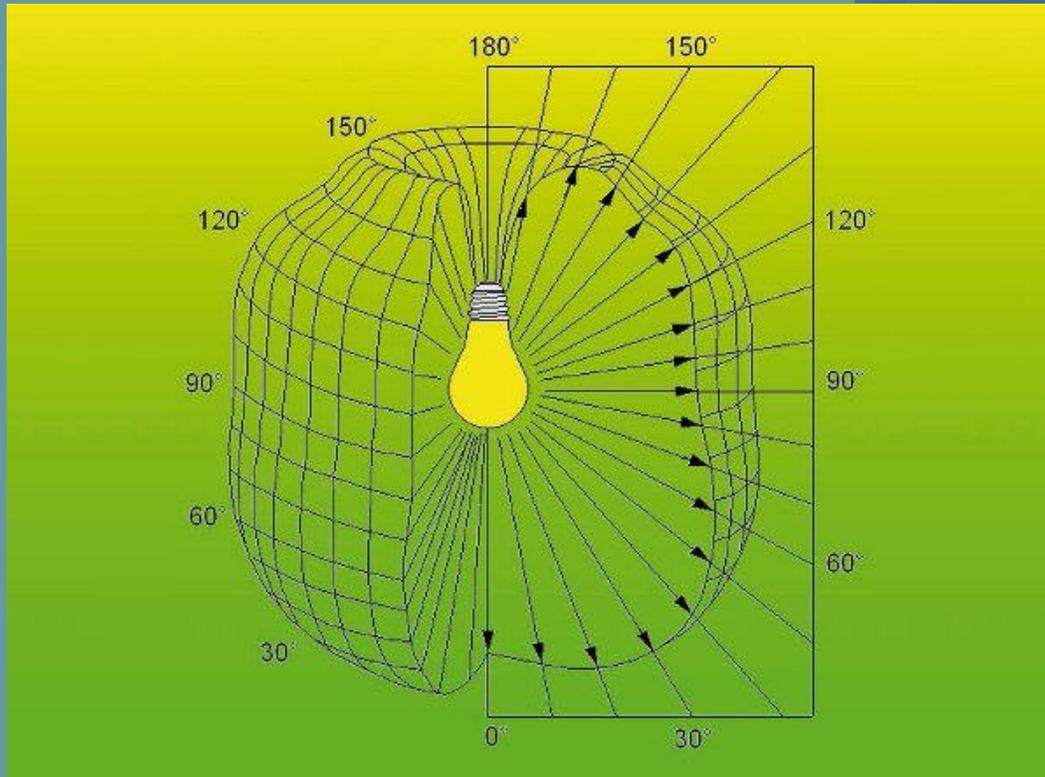
Una sorgente può considerarsi **puntiforme** quando la sua dimensione massima è inferiore a $1/5$ della distanza da cui la sorgente è osservata. Oppure, la sorgente è osservata da una distanza superiore a 5 volte la dimensione massima della sorgente.



Solido fotometrico

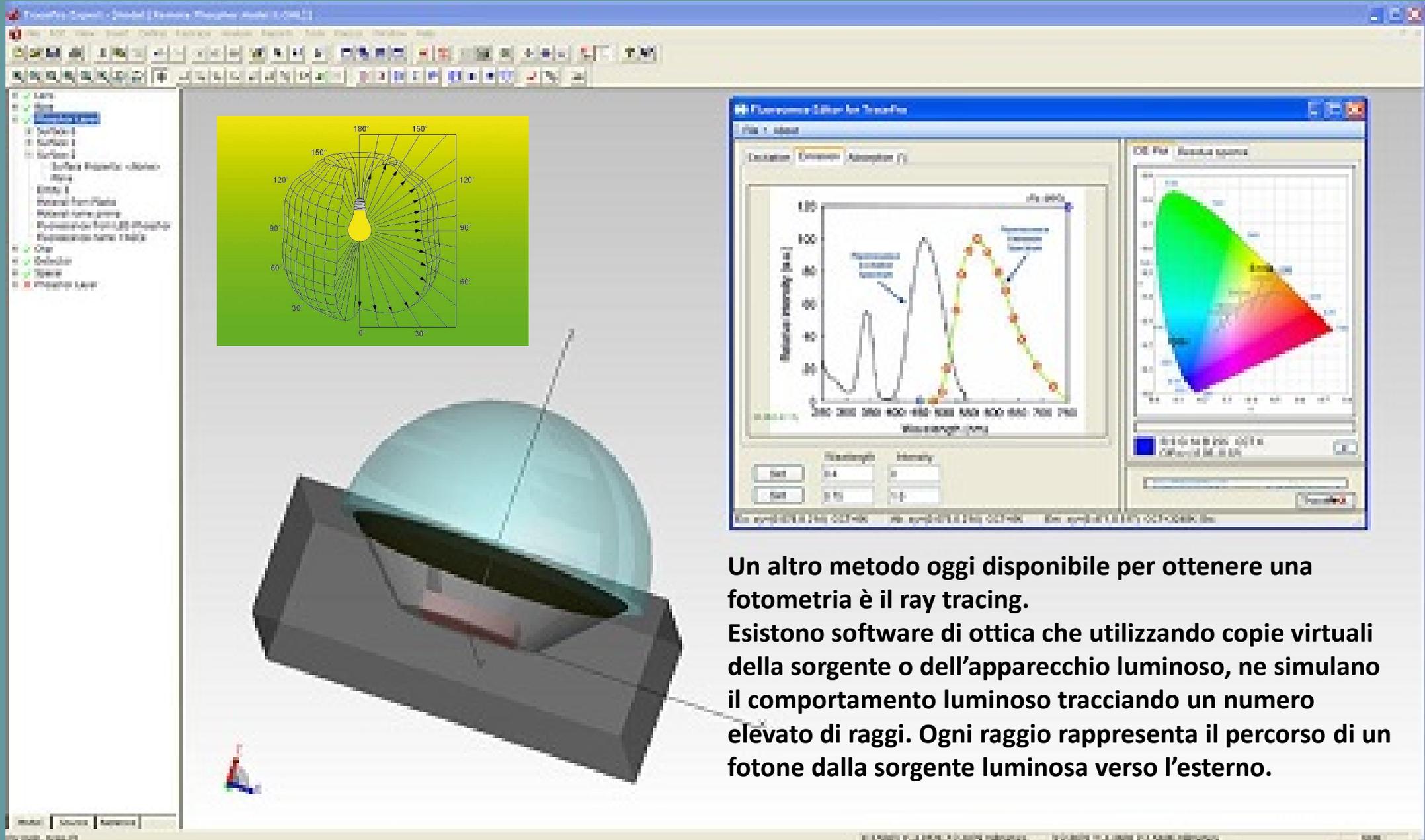
Solido fotometrico

In laboratorio con il gonio-fotometro



La distribuzione nello spazio dell'intensità luminosa di una sorgente o di un apparecchio illuminante costituisce il solido fotometrico.





The screenshot displays a software interface for photometric simulation. On the left, a 3D model of a luminaire is shown with a semi-transparent dome. Above it, a ray-tracing diagram illustrates light rays emanating from a central source, with angular measurements (0, 30, 60, 90, 120, 150, 180 degrees) indicating the distribution. To the right, a graph titled 'Fluorescence Solution for TransFox' shows 'Relative intensity (%)' versus 'Wavelength (nm)'. The graph features two curves: a blue curve labeled 'Fluorescence' and a red curve labeled 'Incandescent'. Below the graph are input fields for 'Wavelength' and 'Intensity'. To the right of the graph is a color rendering diagram showing a 3D color space with a spectrum of colors. The software interface includes a menu bar, a toolbar, and a list of layers on the left side.

Un altro metodo oggi disponibile per ottenere una fotometria è il ray tracing. Esistono software di ottica che utilizzando copie virtuali della sorgente o dell'apparecchio luminoso, ne simulano il comportamento luminoso tracciando un numero elevato di raggi. Ogni raggio rappresenta il percorso di un fotone dalla sorgente luminosa verso l'esterno.

Solido fotometrico

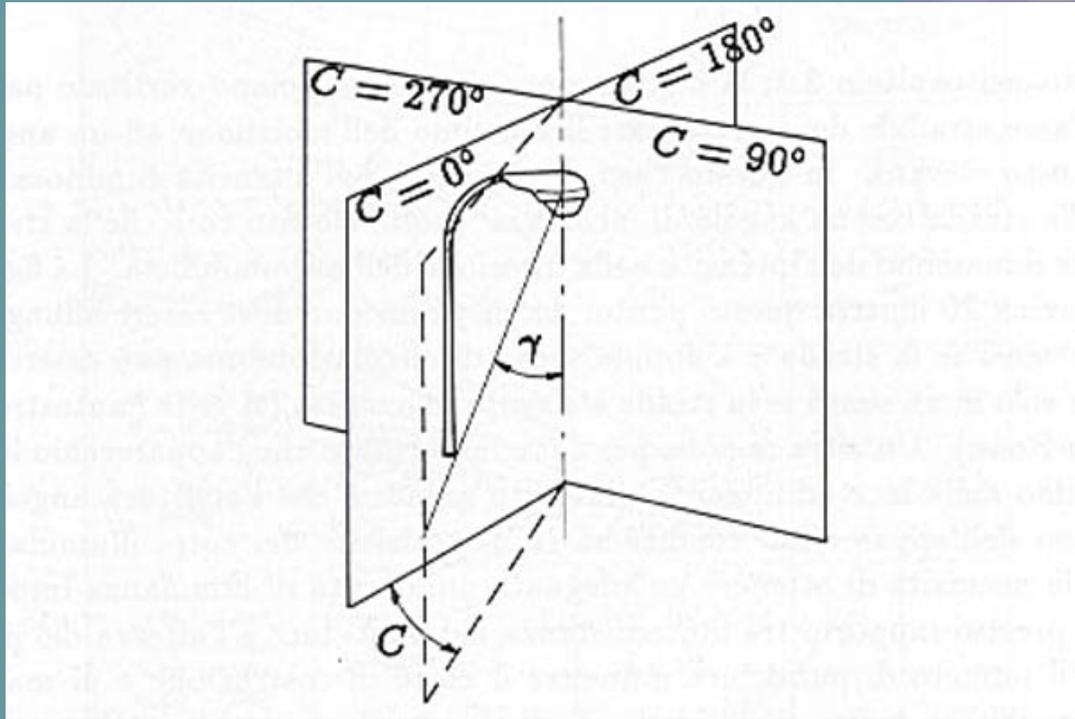
Formato dei file fotometrici

I formati di questi FILE FOTOMETRICI possono essere LDT o IES. **LDT** è di fatto il formato più diffuso nei paesi europei mentre **IES** è il formato ufficiale nord americano.



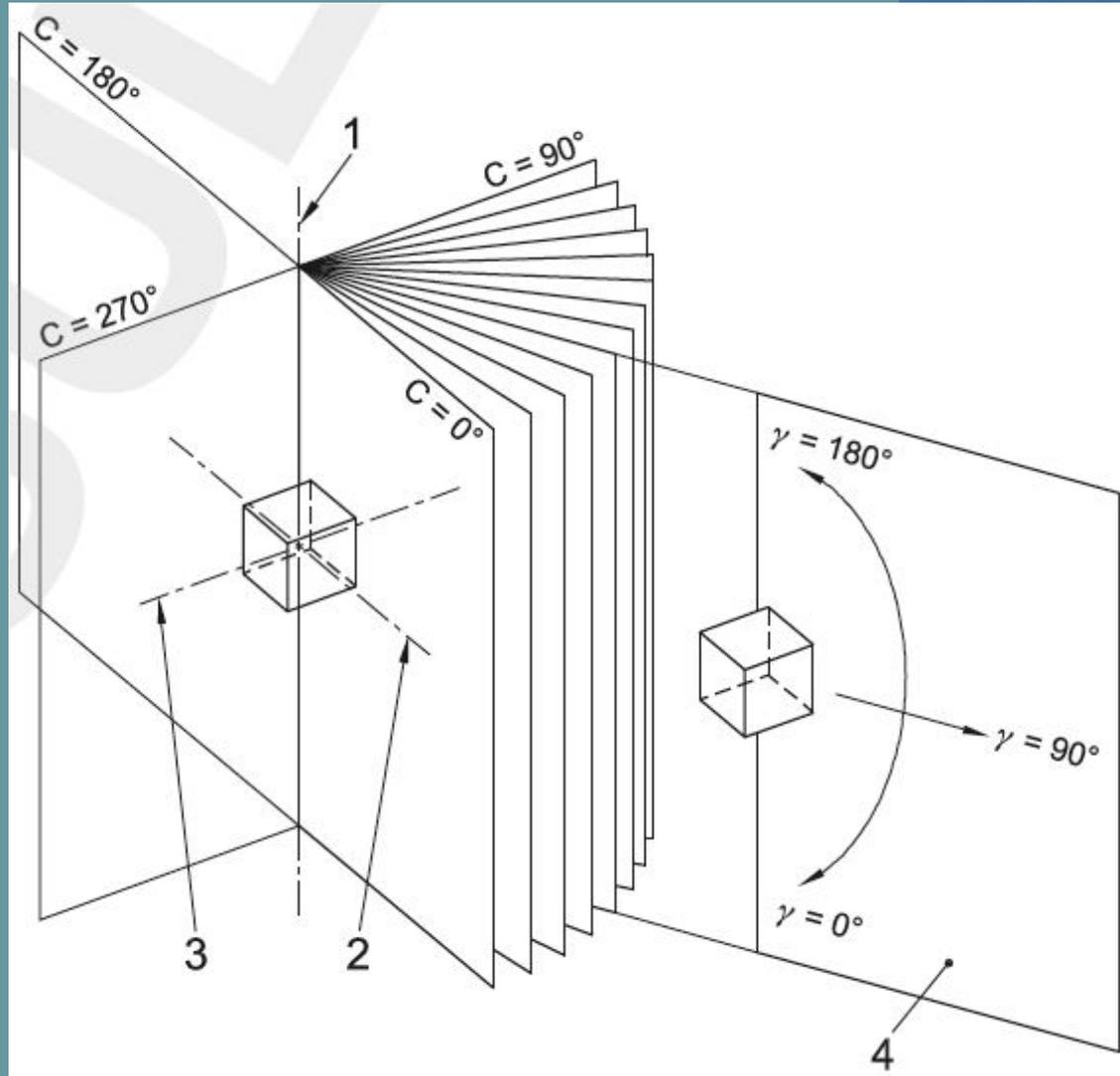
Solido fotometrico

Asse trasversale e longitudinale

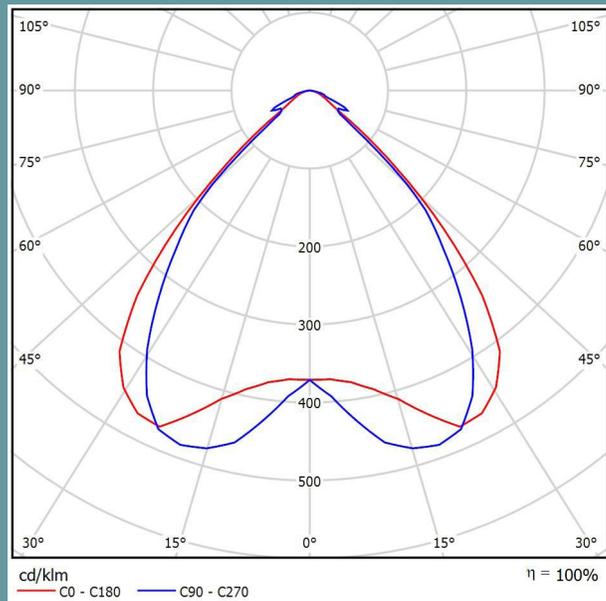
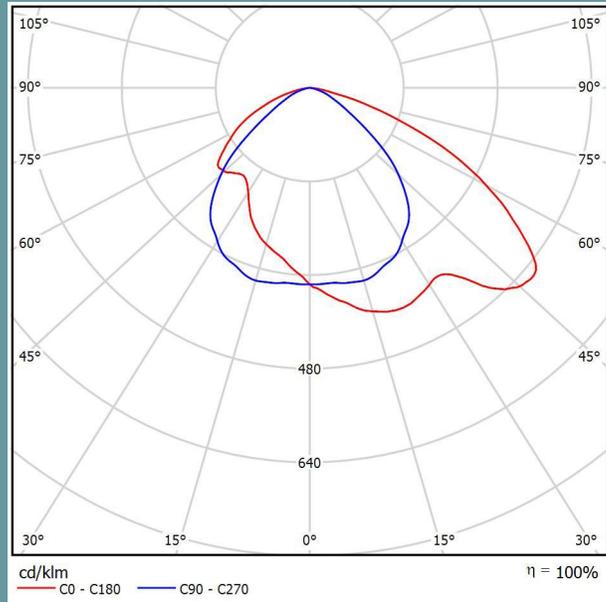


Solido fotometrico

Il sistema di coordinate polari



Solido fotometrico



L'intersezione del solido fotometrico con i vari piani passanti per l'asse ottico della sorgente determina le curve fotometriche polari.

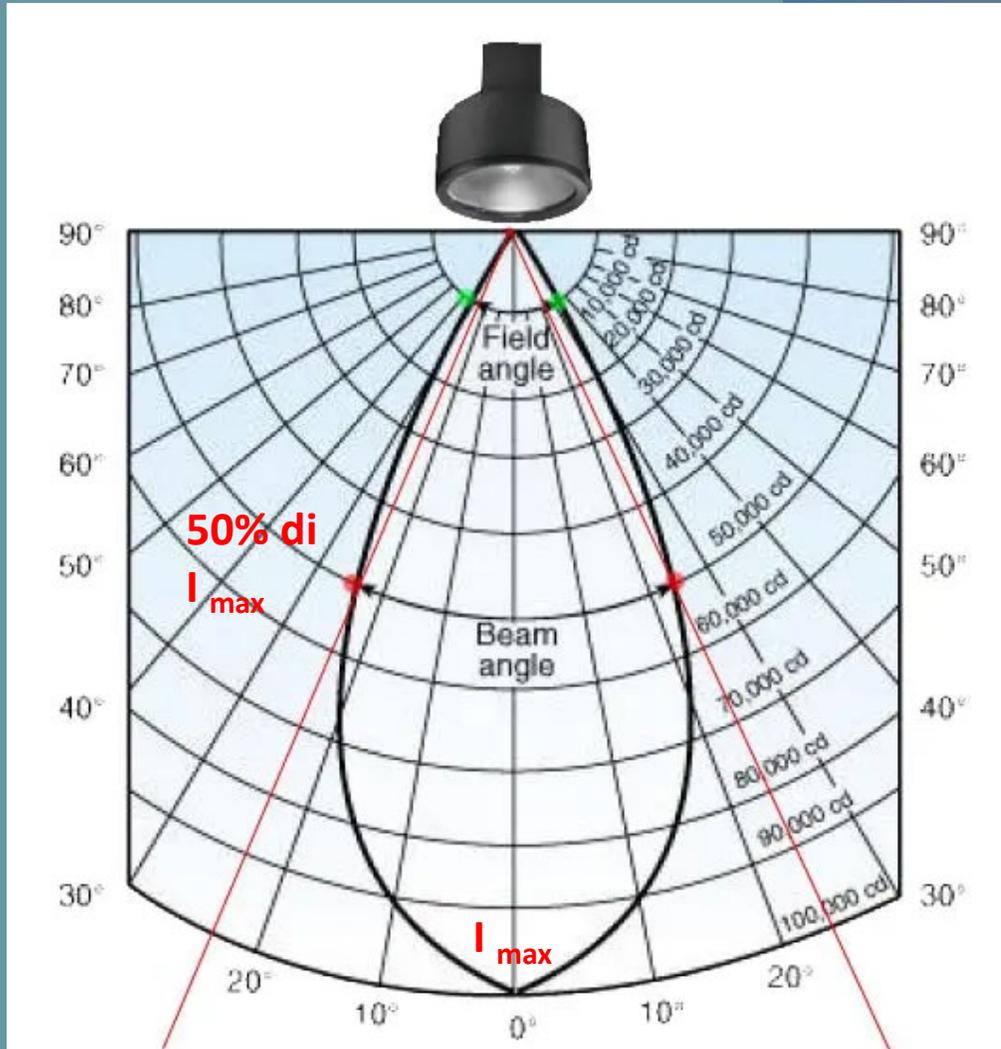
Curve fotometriche e unità di misura



Le curve fotometriche espresse in **cd/Klm (candele per kilolumen)**, esprimono quante candele vengono emesse per ogni 1000 lumen di flusso della lampada. Per ottenere il valore assoluto bisogna moltiplicare il valore letto della curva per il flusso della lampada diviso 1000.

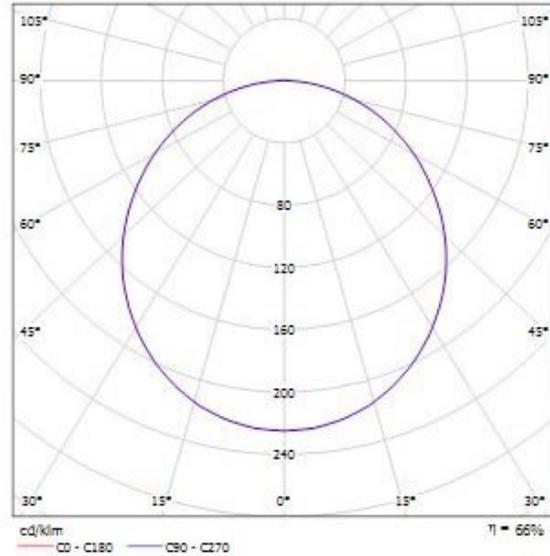
Solido fotometrico

Apertura del fascio



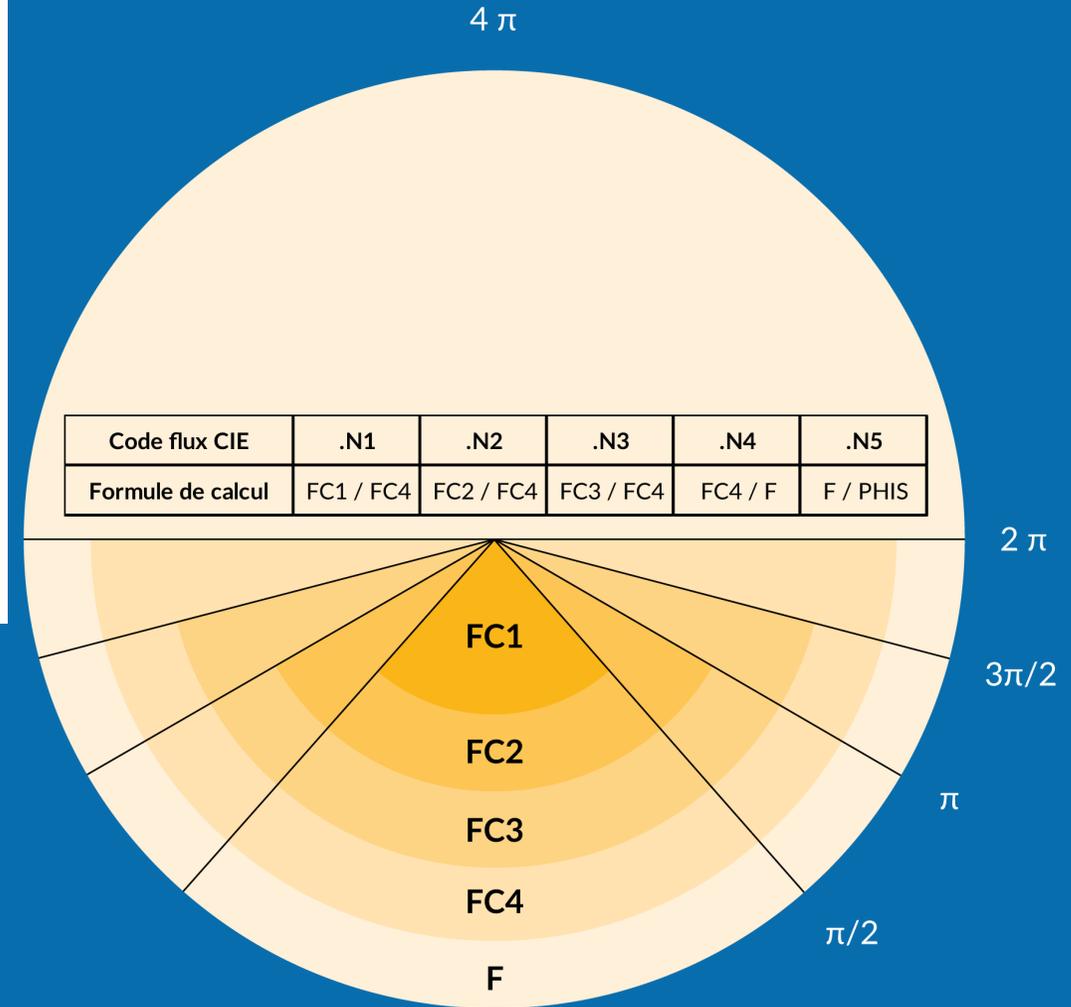
Solido fotometrico

CIE flux code: direzionalità e efficienza ottica

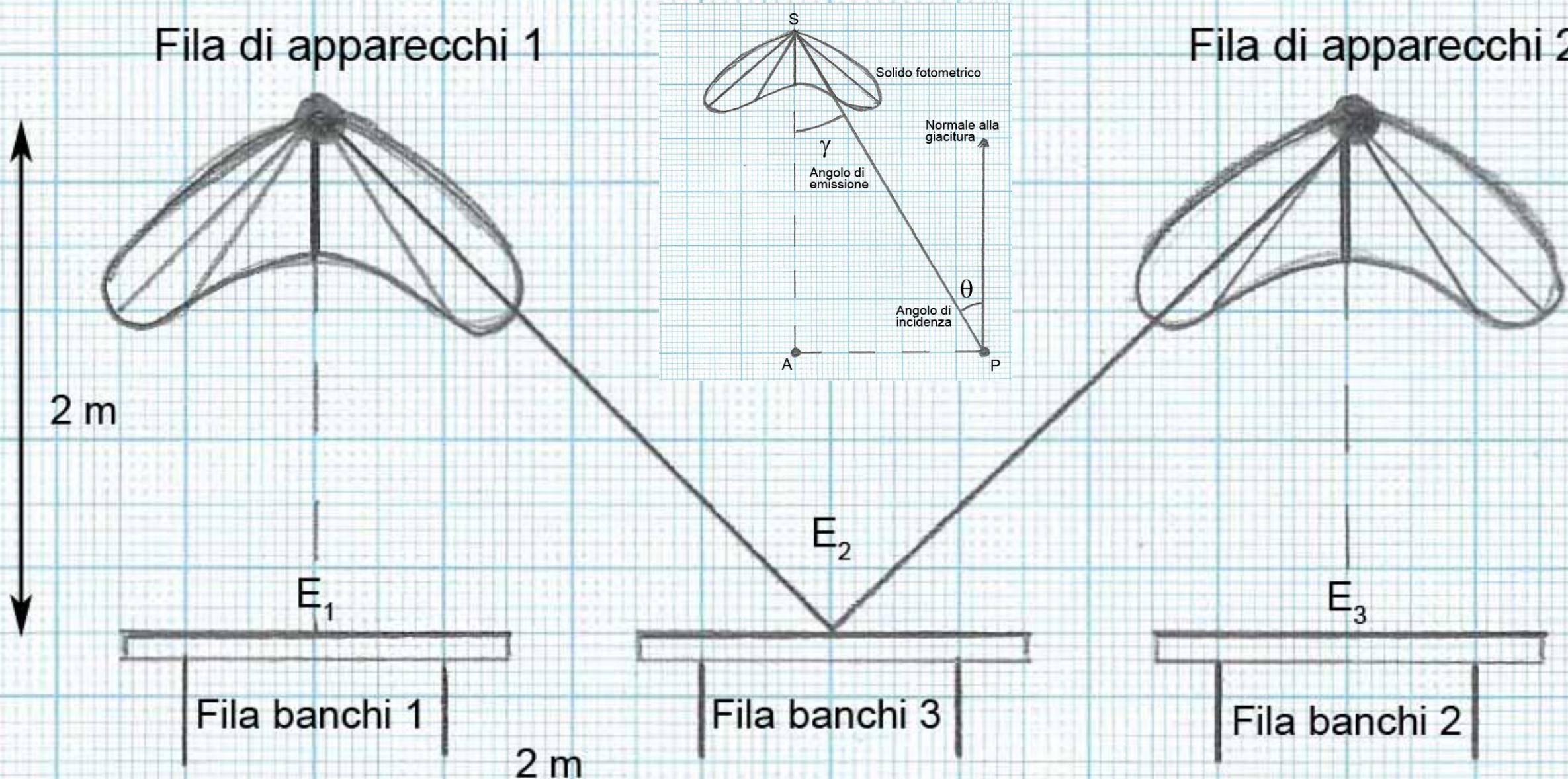


Classificazione lampade secondo CIE: 99

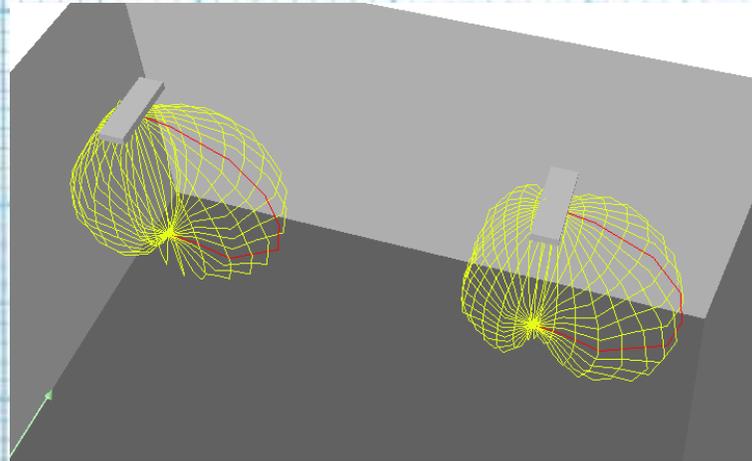
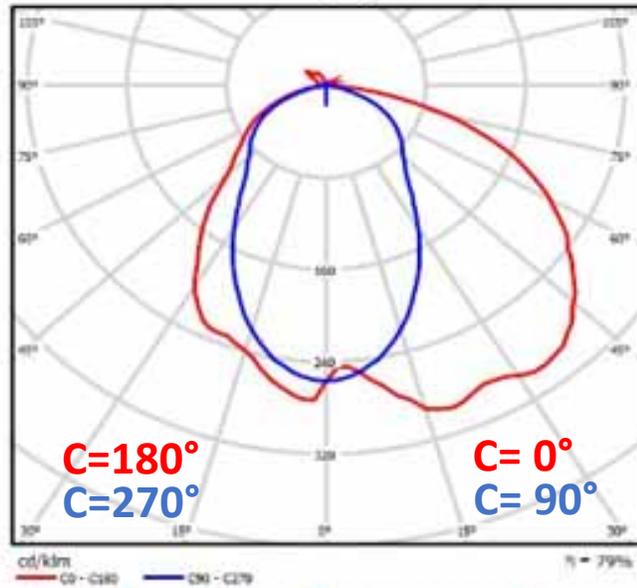
CIE Flux Code: 46 77 95 99 66



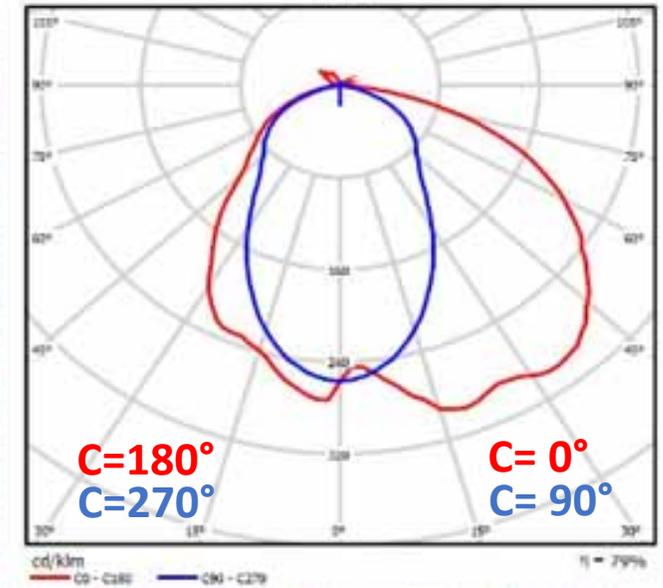
Metodo per punti



Fila di apparecchi 1



Fila di apparecchi 2



Metodo per punti

PHILIPS 332TSW 1xTL5-14W HFP A P / Tabella di intensità luminosa

Lampada: PHILIPS 332TSW 1xTL5-14W HFP A P

Lampadine: 1 x TL5-14W/840

| Gamma | C 0° | C 10° | C 20° | C 30° | C 40° | C 50° | C 60° | C 70° | C 80° | C 90° | C 100° | C 110° | C 120° | C 130° | C 140° | C 150° | C 160° | C 170° | C 180° | |
|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|
| 0.0° | 257 | 257 | 257 | 257 | 257 | 257 | 257 | 257 | 257 | 257 | 257 | 257 | 257 | 257 | 257 | 257 | 257 | 257 | 257 | 257 |
| 15.0° | 287 | 282 | 277 | 272 | 260 | 246 | 231 | 222 | 219 | 223 | 244 | 256 | 258 | 256 | 252 | 247 | 247 | 245 | 241 | 241 |
| 30.0° | 292 | 287 | 281 | 272 | 266 | 251 | 226 | 189 | 163 | 149 | 190 | 213 | 217 | 215 | 217 | 221 | 219 | 216 | 210 | 210 |
| 45.0° | 280 | 279 | 274 | 265 | 238 | 212 | 187 | 143 | 110 | 88 | 124 | 150 | 167 | 170 | 166 | 157 | 143 | 129 | 116 | 116 |
| 60.0° | 211 | 208 | 203 | 195 | 182 | 160 | 129 | 88 | 65 | 61 | 69 | 86 | 113 | 112 | 102 | 85 | 77 | 72 | 70 | 70 |
| 75.0° | 101 | 104 | 102 | 93 | 88 | 74 | 53 | 34 | 23 | 20 | 23 | 32 | 47 | 51 | 47 | 33 | 32 | 31 | 30 | 30 |
| 90.0° | 3.06 | 3.06 | 3.06 | 3.06 | 1.70 | 0.68 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.68 | 2.04 | 2.72 | 3.40 | 4.08 | 4.08 | 4.08 | 4.08 | 4.08 |

Dati tecnici | Colore della luce | Rotazioni

Emissione luminosa 1

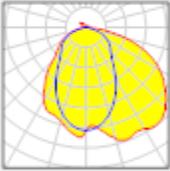
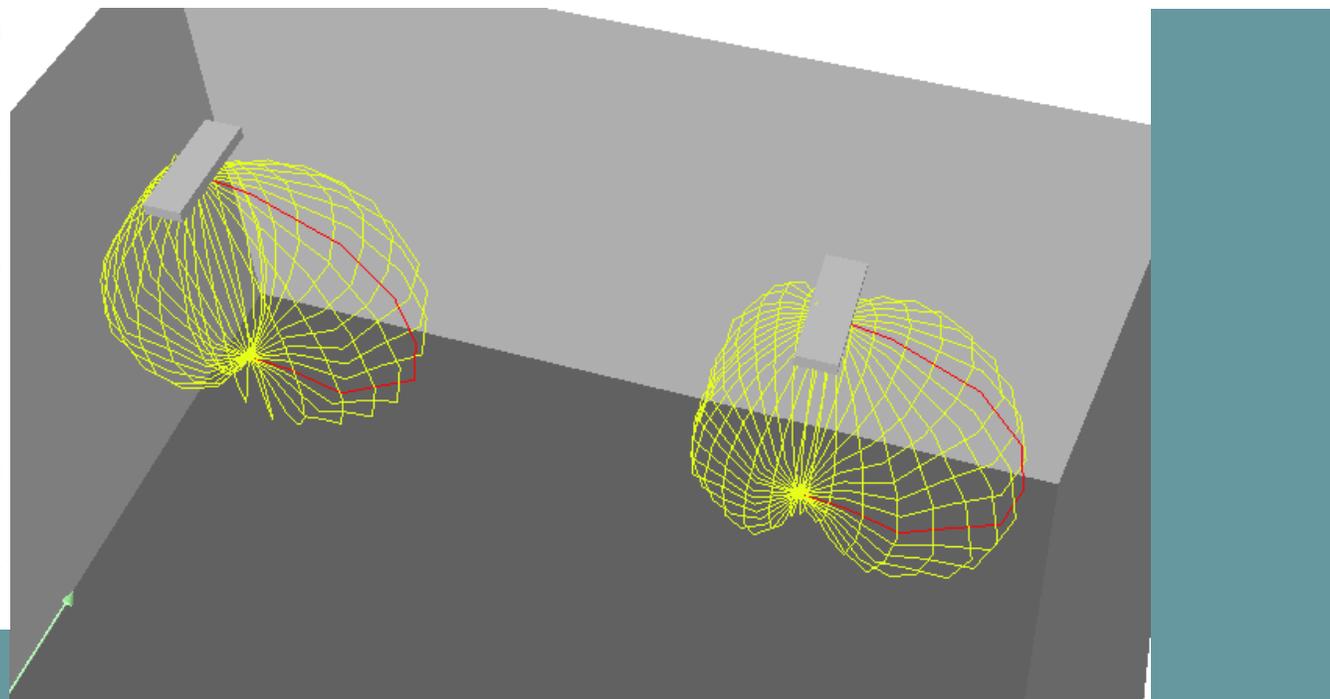
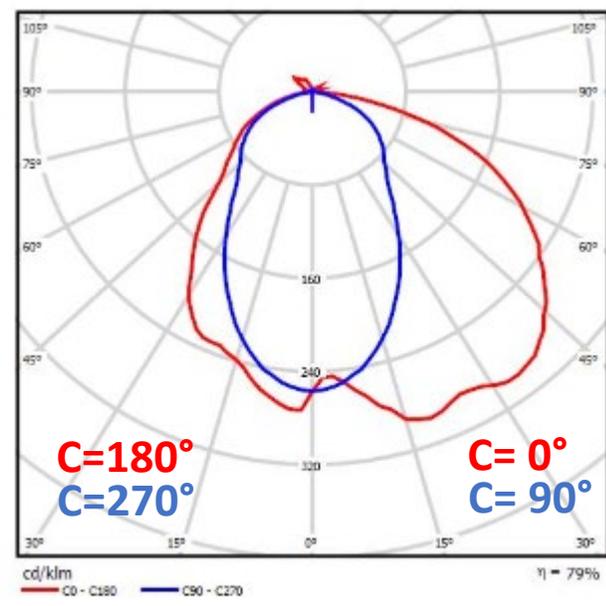
Lampadine: TL5-14W/840

Flusso luminoso: 1250 lm

Potenza: 17.0 W

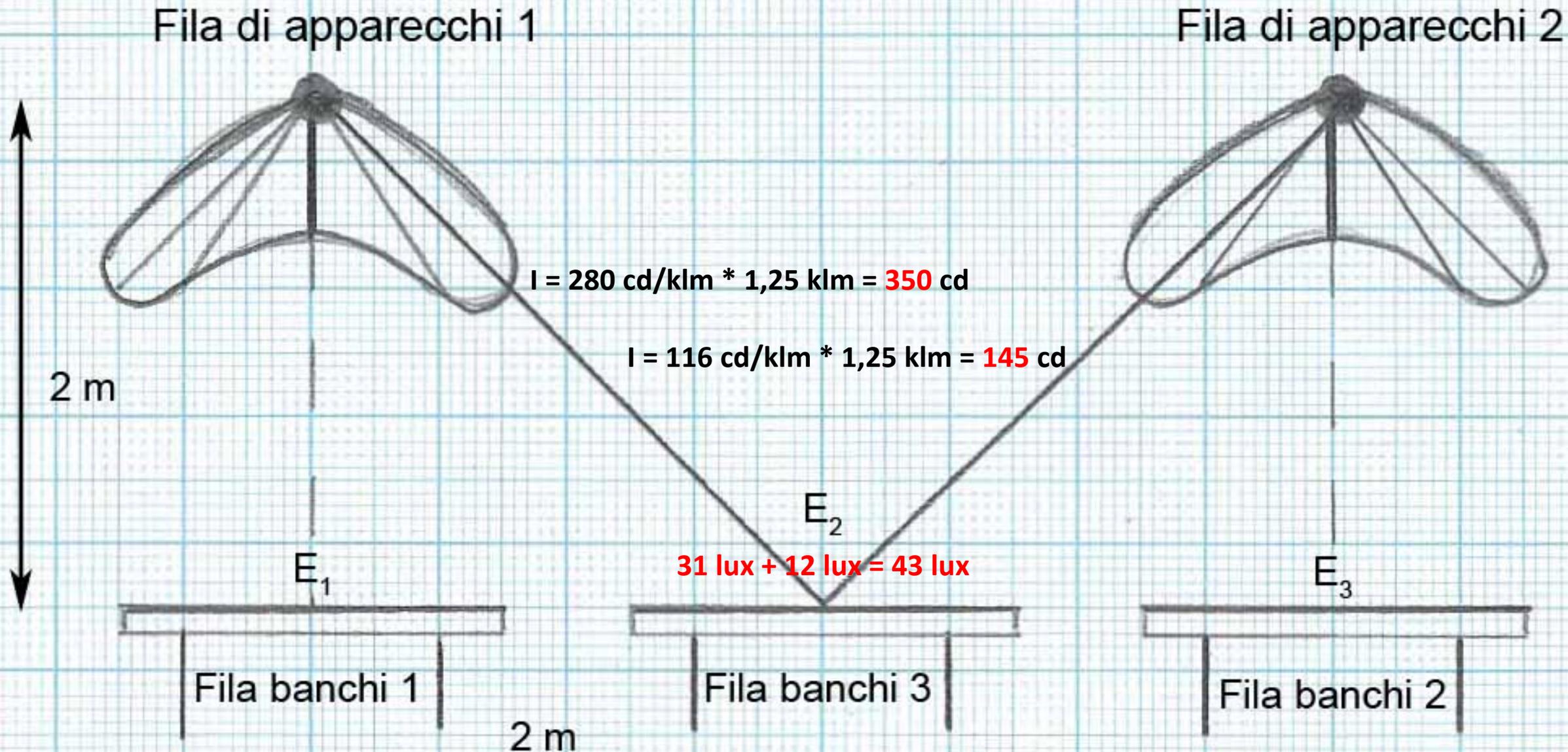
Fattore correzione: 1.000

Base correzione:

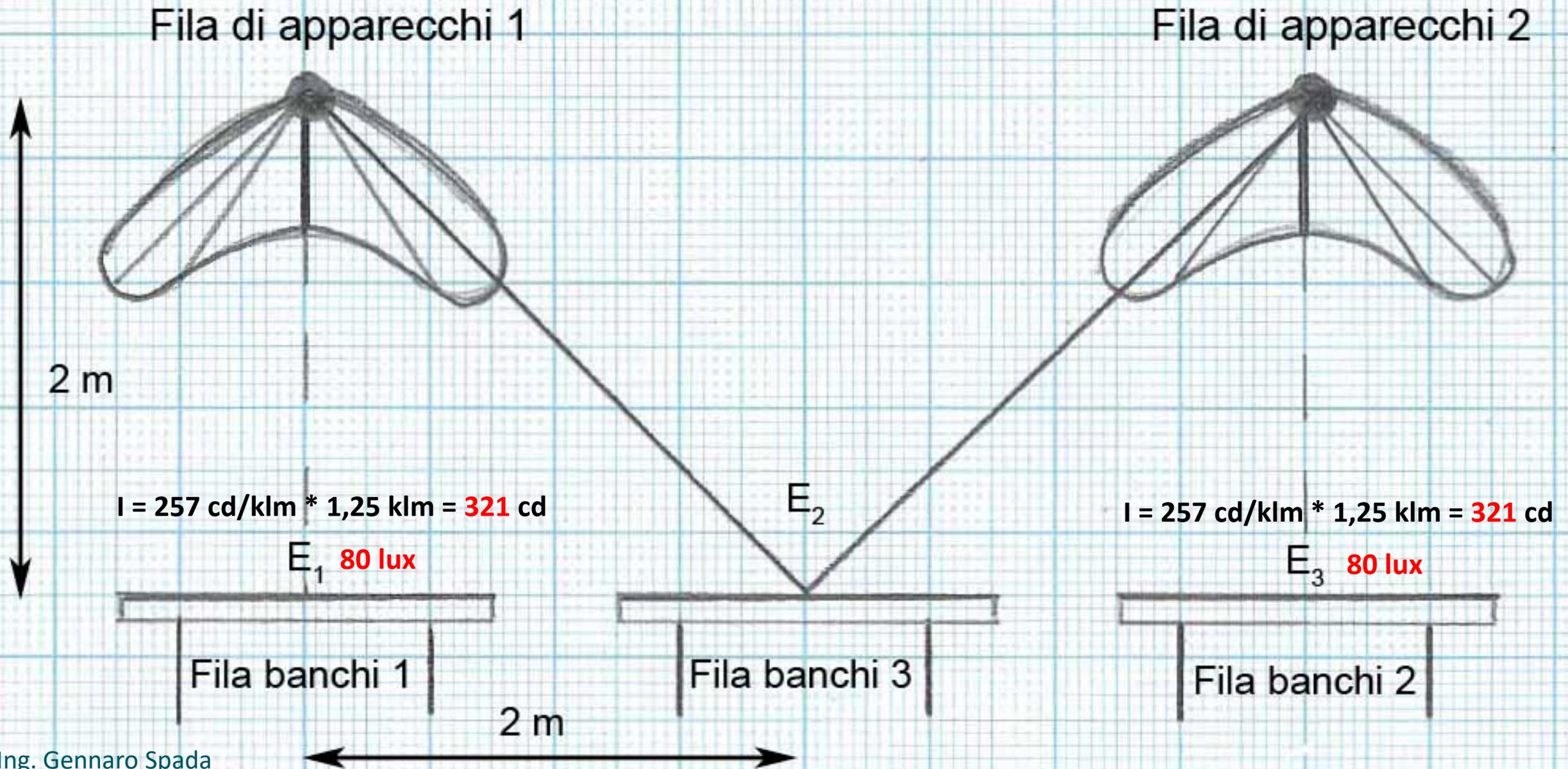
Metodo per punti

Calcolo illuminamento con sovrapposizione degli effetti



Metodo per punti

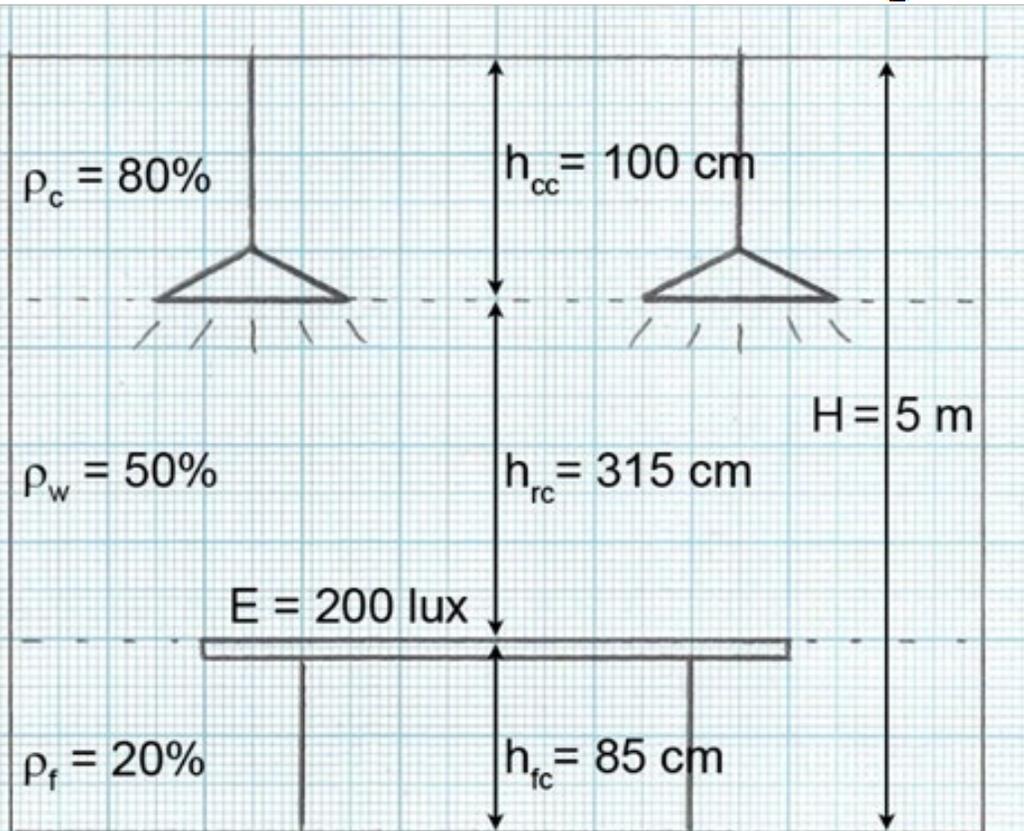
Calcolo illuminamento per singolo apparecchio



Metodo Lumen o del fattore di utilizzo

FATTORE DI UTILIZZAZIONE

In un ambiente rettangolare di dimensioni (L x P) 20,0 m x 8,0 m ed altezza 5,0 m, si vogliono installare apparecchi illuminanti a sospensione a 1,00 m dal soffitto. Calcolare il numero di apparecchi necessari affinché sul piano di lavoro, posto a 0,85 m dal pavimento, vi siano 200 lux. Il fattore di manutenzione è dato dai seguenti fattori:



Fattori non riparabili:

| | |
|--|------|
| Temperatura ambiente = | 0,99 |
| Voltaggio di alimentazione = | 0,98 |
| Alimentatore = | 0,99 |
| Deprezzamento della superficie emettente dell'apparecchio (invecchiamento) = | 0,97 |

Fattori riparabili:

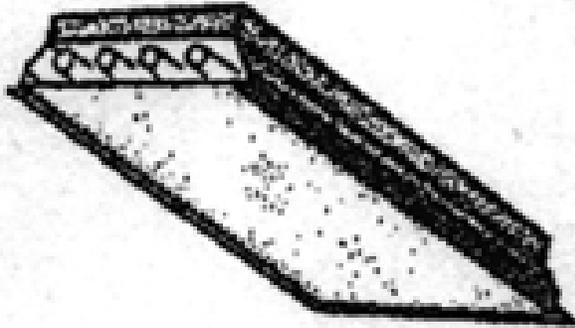
| | |
|--|------|
| Deprezzamento per sporcamento delle pareti dell'ambiente (RSDD) = | 0,95 |
| Decadimento del flusso luminoso (LLD) = | 0,94 |
| Fattore di sostituzione apparecchi fuori uso (LBO)(LampBurnOuts) = | 1,00 |
| Fattore di sporcamento dell'apparecchio illuminante (LDD) = | 0,95 |

e i fattori di riflessione del soffitto, delle pareti e del pavimento sono rispettivamente: 0,80, 0,50 e 0,20. La lampada installata nell'apparecchio (Tipo 47 IES, riportato di seguito) ha un flusso luminoso di 30000 lm e il corpo illuminante ha un LOR riportato nello schema-tipo.

Metodo LUMEN

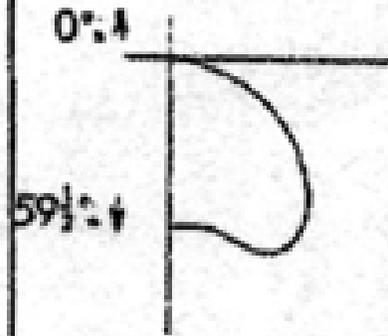
Tabelle IES

47



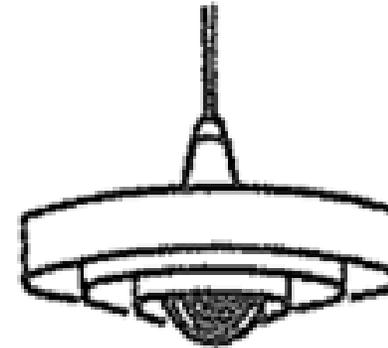
Radial batwing distribution—4 lamp.
610 mm (2') wide fluorescent unit
with flat prismatic lens

Maint. cat. V



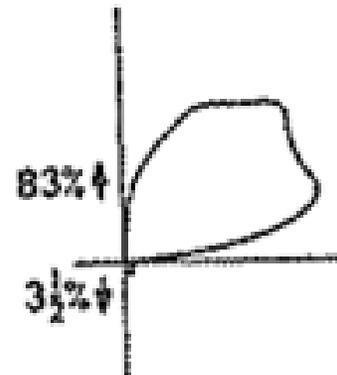
LOR=59,5%

2



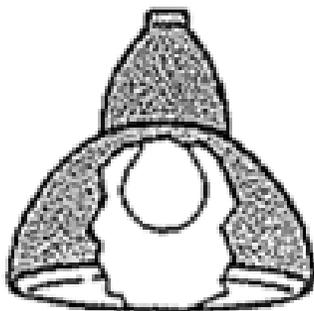
Concentric ring unit with incandescent
silvered-bowl lamp

Maint. cat. II



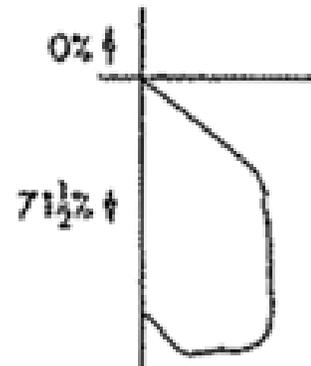
LOR=86,5%

15



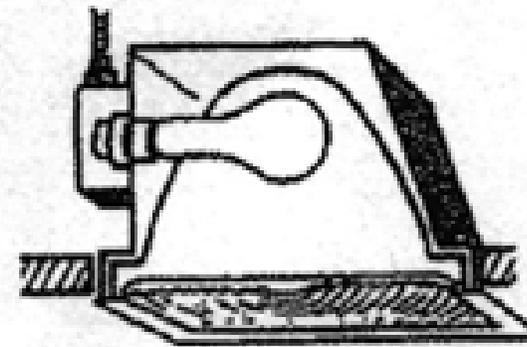
Enclosed reflector with an incandescent
lamp

Maint. cat. V



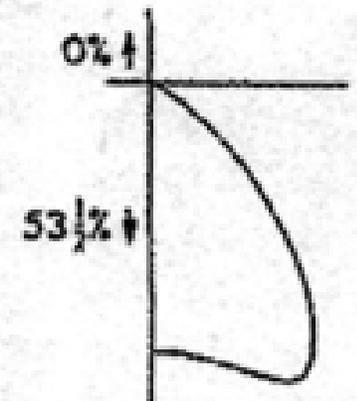
LOR=71,5%

11



Wide distribution unit with lens plate and
inside frosted lamp

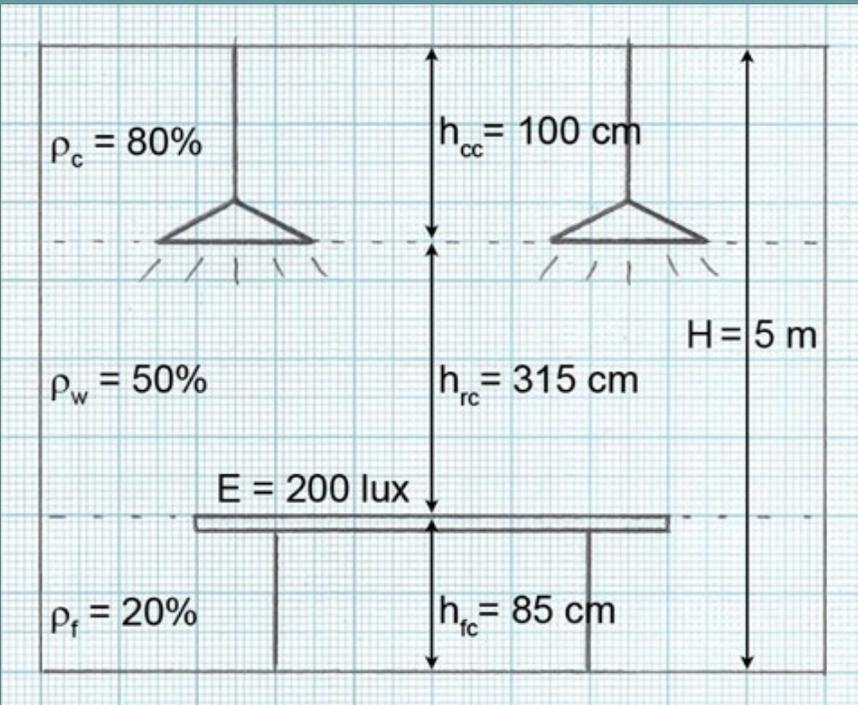
Maint. cat. V



LOR=53,5%

Metodo LUMEN

Calcolo dei parametri geometrici



$$CCR = \frac{5 \cdot h_{cc} \cdot (L + P)}{(L \cdot P)} = \frac{5 \cdot 1 \cdot (20 + 8)}{(20 \cdot 8)} = \frac{140}{160} = 0,875$$

$$RCR = \frac{5 \cdot h_{rc} \cdot (L + P)}{(L \cdot P)} = \frac{5 \cdot 3,15 \cdot (20 + 8)}{(20 \cdot 8)} = \frac{441}{160} = 2,756$$

$$FCR = \frac{5 \cdot h_{fc} \cdot (L + P)}{(L \cdot P)} = \frac{5 \cdot 0,85 \cdot (20 + 8)}{(20 \cdot 8)} = \frac{119}{160} = 0,744$$

Metodo LUMEN

Fattore di riflessione effettivo della cavità soffitto

$$CCR = \frac{5 \cdot h_{cc} \cdot (L + P)}{(L \cdot P)} = \frac{5 \cdot 1 \cdot (20 + 8)}{(20 \cdot 8)} = \frac{140}{160} = 0,875$$

$$RCR = \frac{5 \cdot h_{rc} \cdot (L + P)}{(L \cdot P)} = \frac{5 \cdot 3,15 \cdot (20 + 8)}{(20 \cdot 8)} = \frac{441}{160} = 2,756$$

$$FCR = \frac{5 \cdot h_{fc} \cdot (L + P)}{(L \cdot P)} = \frac{5 \cdot 0,85 \cdot (20 + 8)}{(20 \cdot 8)} = \frac{119}{160} = 0,744$$

Per ricavare ρ_{cc} si entra in Tabella 8 - 6 con $\rho_c = 80$, $\rho_w = 50$, $CCR = 0,875 \cong 0,8$

TABLE 8-6 Effective Ceiling or Floor Cavity Reflectance

| Base reflectance percent wall reflectance percent | 90 | | | | | | | | | | 80 | | | | | | | | | | Effective | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 | 10 | 0 | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 | 10 | 0 | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 | 10 | 0 | | | | | | | | | | |
| Cavity Ratio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,2 | 89 | 88 | 88 | 87 | 86 | 85 | 85 | 84 | 84 | 82 | 79 | 78 | 78 | 77 | 77 | 76 | 76 | 75 | 74 | 72 | 79 | 78 | 78 | 77 | 77 | 76 | 76 | 75 | 74 | 72 | 79 | 78 | 78 | 77 | 77 | 76 | 76 | 75 | 74 | 72 |
| 0,4 | 88 | 87 | 86 | 85 | 84 | 83 | 81 | 80 | 79 | 76 | 79 | 77 | 76 | 75 | 74 | 73 | 72 | 71 | 70 | 68 | 79 | 77 | 76 | 75 | 74 | 73 | 72 | 71 | 70 | 68 | 79 | 77 | 76 | 75 | 74 | 73 | 72 | 71 | 70 | 68 |
| 0,6 | 87 | 86 | 84 | 82 | 80 | 79 | 77 | 76 | 74 | 73 | 78 | 76 | 75 | 73 | 71 | 70 | 68 | 66 | 65 | 63 | 78 | 76 | 75 | 73 | 71 | 70 | 68 | 66 | 65 | 63 | 78 | 76 | 75 | 73 | 71 | 70 | 68 | 66 | 65 | 63 |
| 0,8 | 87 | 85 | 82 | 80 | 77 | 75 | 73 | 71 | 69 | 67 | 78 | 75 | 73 | 71 | 69 | 67 | 65 | 63 | 61 | 57 | 78 | 75 | 73 | 71 | 69 | 67 | 65 | 63 | 61 | 57 | 78 | 75 | 73 | 71 | 69 | 67 | 65 | 63 | 61 | 57 |
| 1,0 | 86 | 83 | 80 | 77 | 75 | 72 | 69 | 66 | 64 | 62 | 77 | 74 | 72 | 69 | 67 | 65 | 62 | 60 | 57 | 55 | 77 | 74 | 72 | 69 | 67 | 65 | 62 | 60 | 57 | 55 | 77 | 74 | 72 | 69 | 67 | 65 | 62 | 60 | 57 | 55 |
| 1,2 | 85 | 82 | 78 | 75 | 72 | 69 | 66 | 63 | 60 | 57 | 76 | 73 | 70 | 67 | 64 | 61 | 58 | 55 | 53 | 51 | 76 | 73 | 70 | 67 | 64 | 61 | 58 | 55 | 53 | 51 | 76 | 73 | 70 | 67 | 64 | 61 | 58 | 55 | 53 | 51 |
| 1,4 | 85 | 80 | 77 | 73 | 69 | 65 | 62 | 59 | 57 | 52 | 76 | 72 | 68 | 65 | 62 | 59 | 55 | 53 | 50 | 48 | 76 | 72 | 68 | 65 | 62 | 59 | 55 | 53 | 50 | 48 | 76 | 72 | 68 | 65 | 62 | 59 | 55 | 53 | 50 | 48 |
| 1,6 | 84 | 79 | 75 | 71 | 67 | 63 | 59 | 56 | 53 | 50 | 75 | 71 | 67 | 63 | 60 | 57 | 53 | 50 | 47 | 44 | 75 | 71 | 67 | 63 | 60 | 57 | 53 | 50 | 47 | 44 | 75 | 71 | 67 | 63 | 60 | 57 | 53 | 50 | 47 | 44 |
| 1,8 | 83 | 78 | 73 | 69 | 64 | 60 | 56 | 53 | 50 | 48 | 75 | 70 | 66 | 62 | 58 | 54 | 50 | 47 | 44 | 41 | 75 | 70 | 66 | 62 | 58 | 54 | 50 | 47 | 44 | 41 | 75 | 70 | 66 | 62 | 58 | 54 | 50 | 47 | 44 | 41 |
| 2,0 | 83 | 77 | 72 | 67 | 62 | 56 | 53 | 50 | 47 | 43 | 74 | 69 | 64 | 60 | 56 | 52 | 48 | 45 | 41 | 38 | 74 | 69 | 64 | 60 | 56 | 52 | 48 | 45 | 41 | 38 | 74 | 69 | 64 | 60 | 56 | 52 | 48 | 45 | 41 | 38 |

Si ottiene $\rho_{cc} = 0,69$.

Metodo LUMEN Fattore di riflessione effettivo della cavità pavimento

Per ricavare ρ_{fc} si entra in Tabella 8 - 6 con $\rho_f = 20$, $\rho_w = 50$, $FCR = 0,744 \cong 0,8$

| Base reflectance percent wall reflectance percent | 40 | | | | | | | | | | 30 | | | | | | | | | | 20 | | | | | | | | | |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 | 10 | 0 | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 | 10 | 0 | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 | 10 | 0 |
| Cavity Ratio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.2 | 40 | 40 | 39 | 39 | 39 | 38 | 38 | 37 | 36 | 36 | 31 | 31 | 30 | 30 | 29 | 29 | 29 | 28 | 28 | 27 | 21 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 19 | 19 | 19 | 17 |
| 0.4 | 41 | 40 | 39 | 39 | 38 | 37 | 36 | 35 | 34 | 34 | 31 | 31 | 30 | 30 | 29 | 28 | 28 | 27 | 26 | 25 | 22 | 21 | 20 | 20 | 20 | 20 | 19 | 19 | 18 | 16 |
| 0.6 | 41 | 40 | 39 | 38 | 37 | 36 | 34 | 33 | 32 | 31 | 32 | 31 | 30 | 29 | 28 | 27 | 26 | 26 | 25 | 23 | 23 | 21 | 21 | 20 | 20 | 19 | 19 | 18 | 17 | 15 |
| 0.8 | 41 | 40 | 38 | 37 | 36 | 35 | 33 | 32 | 31 | 29 | 32 | 31 | 30 | 29 | 28 | 26 | 25 | 25 | 23 | 22 | 24 | 22 | 21 | 20 | 20 | 19 | 19 | 18 | 17 | 14 |
| 1.0 | 42 | 40 | 38 | 37 | 35 | 33 | 32 | 31 | 29 | 27 | 33 | 32 | 30 | 29 | 27 | 25 | 24 | 23 | 22 | 20 | 25 | 23 | 22 | 20 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 | 13 |

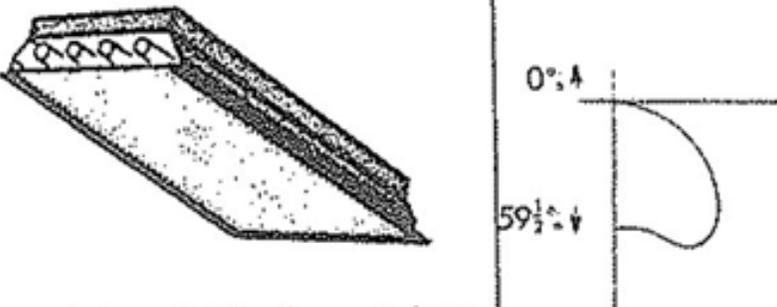
Si ottiene $\rho_{cf} = 0,19$ che, essendo prossimo a 0,20 non comporta alcuna correzione per il fattore di utilizzazione FU.

Metodo LUMEN

Fattore di utilizzazione

A questo punto, utilizzando la tabella del fattore di utilizzazione della tipologia di apparecchio IES 47, entrando con $\rho_{cc} = 69$, $\rho_w = 50$, $RCR = 2,76 \cong 3$

Continued

| Typical Luminaire | Typical Intensity Distribution and Per Cent Lamp Lumens | | $\rho_{cc} \rightarrow$ | 80 | | | 70 | | | 50 | | | 30 | | | 10 | | | 0 |
|---|---|-----|-------------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | $\rho_w \rightarrow$ | 50 | 30 | 10 | 50 | 30 | 10 | 50 | 30 | 10 | 50 | 30 | 10 | 50 | 30 | 10 | 0 |
| | Maint. Cat. | SC | RCR ↓ | Coefficients of Utilization for 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance ($\rho_{fc} = 20$) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 47  Radial batwing distribution—4 lamp, 610 mm (2') wide fluorescent unit with flat prismatic lens | V | 1.7 | 0 | .71 | .71 | .71 | .69 | .69 | .69 | .66 | .66 | .66 | .63 | .63 | .63 | .61 | .61 | .61 | .60 |
| | | | 1 | .62 | .60 | .58 | .61 | .59 | .57 | .59 | .57 | .55 | .56 | .55 | .53 | .54 | .53 | .52 | .51 |
| | | | 2 | .55 | .51 | .47 | .53 | .50 | .47 | .51 | .48 | .46 | .49 | .47 | .45 | .48 | .45 | .44 | .42 |
| | | | 3 | .48 | .43 | .39 | .47 | .43 | .39 | .45 | .41 | .38 | .44 | .40 | .38 | .42 | .39 | .37 | .36 |
| | | | 4 | .42 | .37 | .33 | .41 | .37 | .33 | .40 | .36 | .32 | .39 | .35 | .32 | .37 | .34 | .31 | .30 |
| | | | 5 | .37 | .32 | .27 | .36 | .31 | .27 | .35 | .30 | .27 | .34 | .30 | .27 | .33 | .29 | .26 | .25 |
| | | | 6 | .33 | .27 | .23 | .32 | .27 | .23 | .31 | .26 | .23 | .30 | .26 | .23 | .29 | .25 | .23 | .21 |
| | | | 7 | .29 | .24 | .20 | .29 | .24 | .20 | .28 | .23 | .20 | .27 | .23 | .20 | .26 | .22 | .19 | .18 |
| | | | 8 | .26 | .21 | .17 | .25 | .20 | .17 | .25 | .20 | .17 | .24 | .20 | .17 | .23 | .19 | .16 | .15 |
| | | | 9 | .23 | .18 | .14 | .23 | .18 | .14 | .22 | .17 | .14 | .21 | .17 | .14 | .21 | .17 | .14 | .13 |
| | | | 10 | .21 | .16 | .12 | .20 | .16 | .12 | .20 | .15 | .12 | .19 | .15 | .12 | .19 | .15 | .12 | .11 |

Si ottiene $FU = 0,47$

Per quanto riguarda il fattore di manutenzione FM, si ottiene dal prodotto di tutti i fattori riportati nel testo come "Fattori riparabili" (recoverable) e "Fattori non riparabili" (non recoverable):

$$FM = 0,99 \cdot 0,98 \cdot 0,99 \cdot 0,97 \cdot 0,95 \cdot 0,94 \cdot 1,00 \cdot 0,95 = 0,79$$

A questo punto calcoliamo il flusso luminoso emesso dal singolo corpo illuminante, moltiplicando il flusso luminoso della sorgente per il LOR = 59,5 del corpo illuminante riportato nella scheda IES dell'apparecchio 47.

$$\Phi_{effettivo} = \Phi_{sorgente} \cdot LOR = 30000 \text{ lm} \cdot 0,595 = 17850 \text{ lm}$$

Disponiamo quindi di tutti gli elementi per scrivere la relazione per il calcolo del numero di apparecchi da installare:

$$N = \frac{E \cdot AREA \text{ LOCALE}}{\Phi_{effettivo} \cdot FM \cdot FU} = \frac{200 \text{ lx} \cdot (20 \cdot 8) \text{ m}^2}{17850 \text{ lm} \cdot 0,79 \cdot 0,47} = \frac{200 \cdot 160}{17850 \cdot 0,79 \cdot 0,47} = 4,82 = 5 \text{ Corpi illuminanti}$$

Naturalmente per poter consentire una disposizione con maglia regolare (2 file da 3 apparecchi) sarà necessario installare 6 apparecchi illuminanti.

Pillole di illuminotecnica

Il calcolo illuminotecnico
22/05/2024

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Ing. Gennaro Spada
spada@unina.it