

Seconda parte

Agenda

- Flusso luminoso
 - Intensità luminosa
 - Illuminamento
 - Luminanza
 - Efficienza luminosa
 - Metodo del flusso totale
-

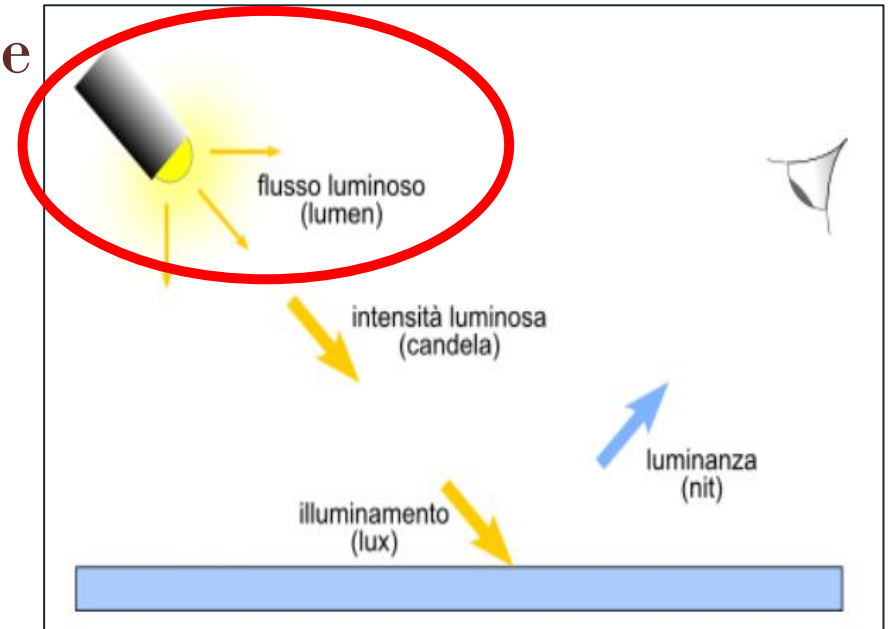


Il flusso luminoso ϕ [lumen]

Il flusso luminoso è la quantità totale di luce visibile emessa da una sorgente luminosa in tutte le direzioni, misurata in lumen (lm).

Lumen (lm): È l'unità di misura standard per il flusso luminoso.

Ad esempio, una lampadina con più lumen emette più luce rispetto a una con meno lumen.

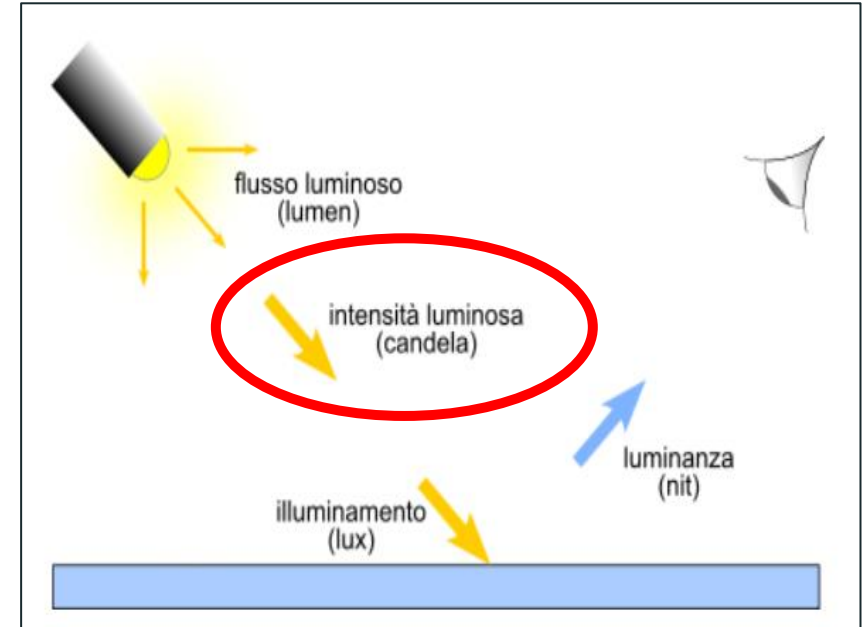


I lumen sono l'unità corretta per confrontare la luminosità di diverse lampade, soprattutto con le moderne tecnologie come i LED, dove la potenza delle lampade (watt) non è più un indicatore affidabile della luminosità.

Intensità luminosa cd [candela]

La candela (cd) è l'unità di misura dell'intensità luminosa, che indica la quantità di luce emessa da una sorgente in una direzione specifica.

In parole semplici, una candela misura la "forza" o la "concentrazione" della luce in un certo angolo.



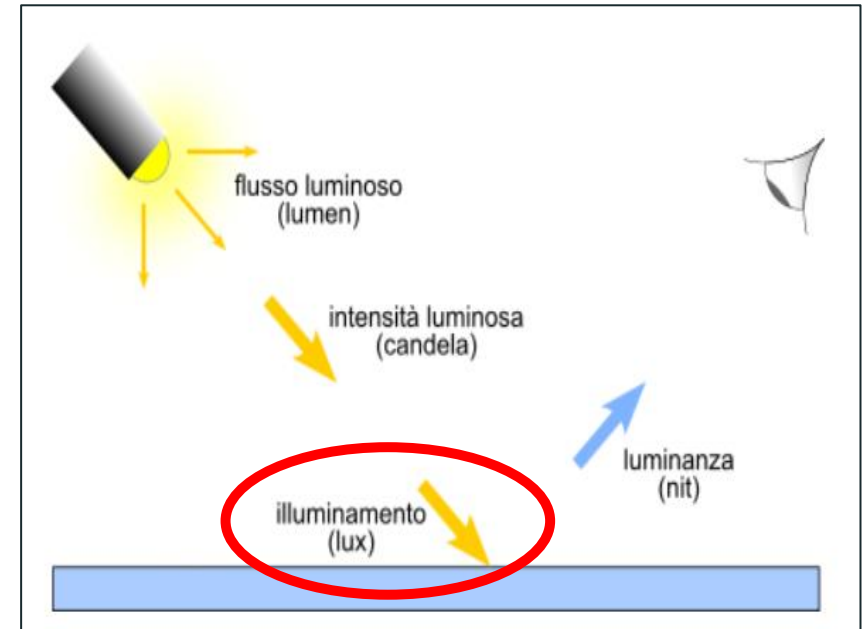
Esempio pratico: Se una lampada ha 1000 lumen ma emette la luce in modo diffuso, avrà un basso numero di candele. Se focalizza gli stessi 1000 lumen in un fascio stretto, il numero di candele sarà molto più alto.

Illuminamento lx [lux]

L'illuminamento, misurato in lux (lx), indica quanta luce raggiunge una superficie specifica.

Si calcola dividendo i lumen (lm) emessi da una fonte luminosa per l'area (m^2) su cui questa luce cade.

In sintesi, **1 lux è equivalente a 1 lumen per metro quadro ($1 \text{ lx} = 1 \text{ lm}/m^2$).**



La luce solare diretta può raggiungere 50.000 lux.

Negli ambienti domestici mediamente abbiamo bisogno di valori compresi tra 100 e 600 lx (in un soggiorno circa 200 lx, piano cucina anche 600 lx)

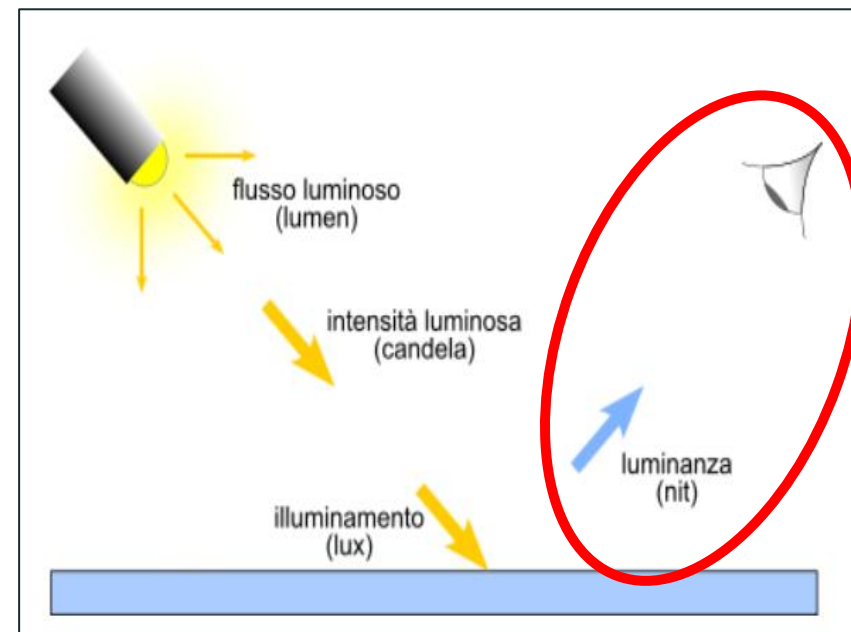
Luminanza [cd/m^2]

La luminanza è una misura dell'intensità luminosa di una superficie emittente

ed è calcolata come

il rapporto tra l'intensità luminosa (in candele) e l'area della superficie emittente (in metri quadrati).

La luminanza misura la luce che viene *emessa* da una superficie illuminata.

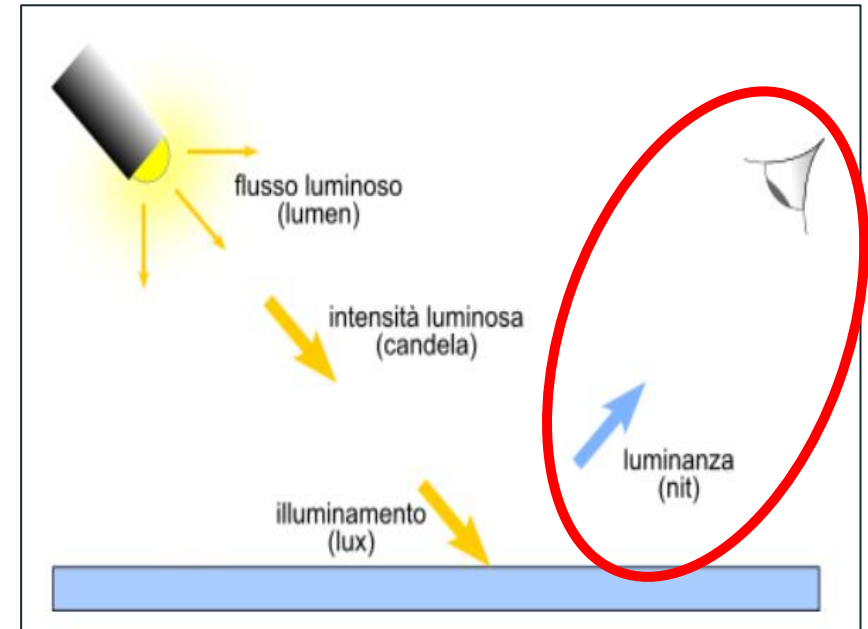


La luminanza misura quanto una superficie appare luminosa all'occhio umano e si esprime in candele per metro quadrato

Luminanza [cd/m^2]

La luminanza è una grandezza fotometrica che serve a descrivere quanto “brillante” o “chiara” appare una superficie quando la guardi.

In altre parole, è la quantità di luce che una superficie emette o riflette in una certa direzione, percepita dall'occhio umano.



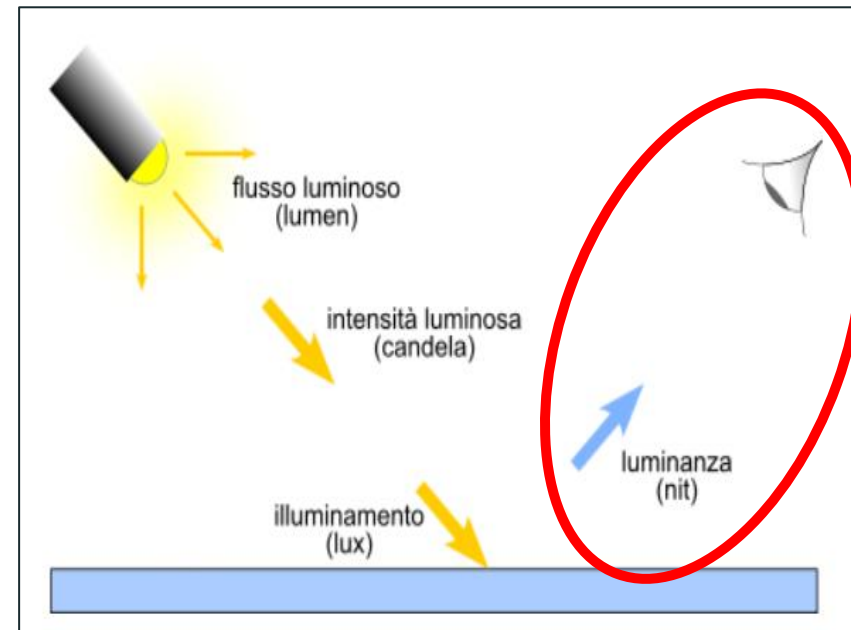
La luminanza è molto importante.

Luminanza [cd/m^2]

Esempio:

immagina di guardare una parete bianca illuminata da una lampada e una parete nera nella stessa stanza.

Entrambe ricevono magari la stessa quantità di luce (illuminamento), ma la bianca ti sembra più luminosa: questo perché riflette più luce verso i tuoi occhi, cioè ha maggiore luminanza.



Ogni materiale e relativo colore ha una propria luminanza e per il calcolo illuminotecnico è da valutare attentamente.

Efficienza luminosa [cd/m^2]

L'**efficienza luminosa** (η) indica **quanto una sorgente luminosa è capace di trasformare l'energia elettrica in luce visibile.**

È definita come il **rapporto tra il flusso luminoso emesso (Φ , in lumen) e la potenza elettrica assorbita (P , in watt):**

$$\eta = \frac{\Phi}{P} \text{ [lm/W]}$$

In soldoni: «L'efficienza luminosa è una misura di "**quanta luce ottieni per ogni watt consumato**»

Maggiore è il valore, più la sorgente è efficiente.

Efficienza luminosa [cd/m^2]

Tipo di sorgente

Lampadina a incandescenza

Alogena

Fluorescente (neon)

LED moderni

Efficienza luminosa media (lm/W)

10-15

15-25

50-90

100-180 (alcuni superano i 200)

Ecco un motivo (non unico) del perché «i LED vanno alla grande»!



“Il segno di una matita è più economico
di una tavola nuova.”

ANONIMO

Calcoli illuminotecnici

Il Metodo del flusso totale

Per ottenere un'illuminazione ottimale secondo le varie necessità delle attività umane, nel rispetto delle norme, occorre seguire alcune indicazioni generali che sono alla base della progettazione di un impianto:

1. bisogna innanzitutto considerare tipologia e *utilizzo dell'ambiente da illuminare*;
2. è necessario verificare gli obblighi legislativi e normativi sia come *livelli d'illuminamento* richiesti sia come norme di sicurezza;
3. occorre scegliere gli *apparecchi d'illuminazione* (corpi illuminanti) in funzione del tipo di ambiente in cui vanno installati;

Calcoli illuminotecnici

Il Metodo del flusso totale

4. quindi eseguono i **calcoli illuminotecnici** veri e propri tenendo conto del livello d'illuminamento richiesto e dei dati relativi all'ambiente; questi calcoli possono essere fatti con il «**metodo del flusso totale**», anche detto del «**fattore di utilizzazione**».

Il calcolo mediante il metodo del flusso totale permette di stimare l'illuminamento medio fornito da un numero conosciuto di apparecchi installati in un locale o, al contrario, permette di calcolare il numero di apparecchi necessari per ottenere l'illuminamento medio desiderato.

Illuminamento medio E

Metodo del flusso totale

Il livello di illuminamento è il primo dei fattori da tenere sotto controllo nel progettare una installazione illuminotecnica.

Esistono delle **Tabelle, pubblicate da organismi internazionali, che indicano i livelli di illuminamento minimo e massimo consigliati per ciascuna tipologia di ambiente (anche se l'illuminazione d'accento ne fa eccezione).**

Di solito si considera l'illuminamento sul piano di lavoro, cioè su una superficie orizzontale ipotetica, estesa a tutto il locale, e posta all'altezza a cui si svolgono le normali attività (scrivanie, macchine utensili, banchi di scuola ecc.).

In emergenza il piano di lavoro è generalmente assunto a quota pavimento o a 1 m.

Illuminamento medio E

Metodo del flusso totale

Nella tabella seguente sono riportati in estrema sintesi i livelli di illuminamento per alcune tipologie di ambienti.

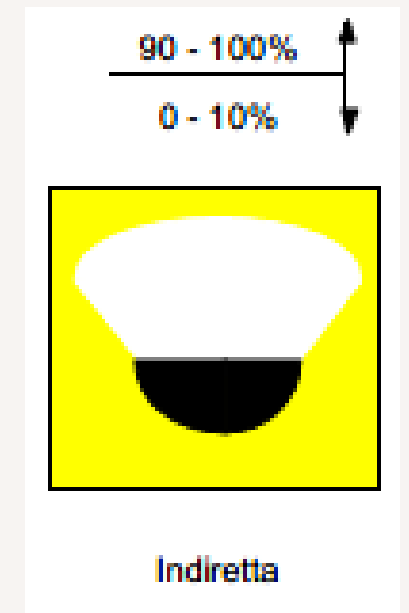
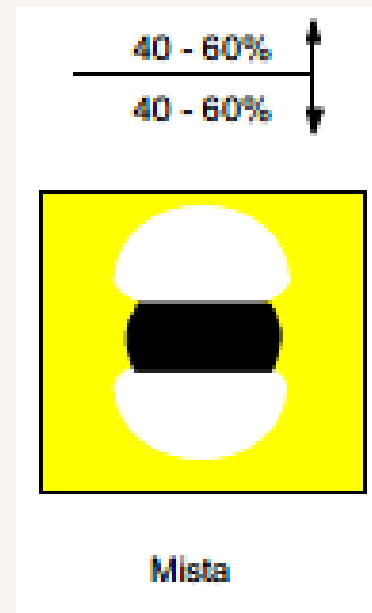
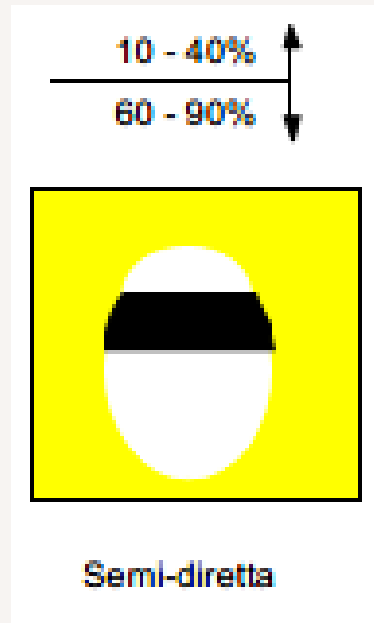
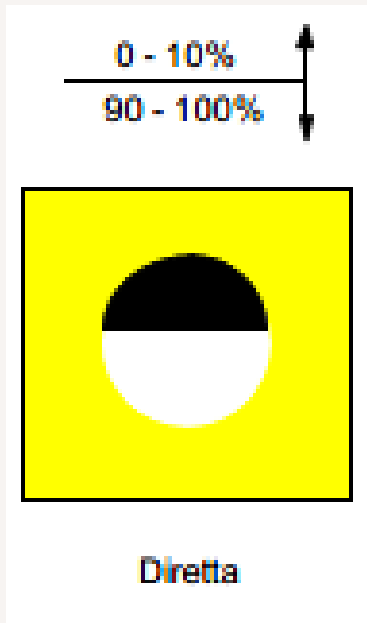
Tipologia ambiente	Illuminamento medio richiesto E
Corridoi, scale, sale attesa, depositi, ripostigli, cantine, ecc.	100 - 150
Mense, guardaroba, spogliatoi, aule scolastiche normali	200 - 250
Laboratori artigianali, industrie e locali ove non sono richieste grandi prestazioni visive	300 - 400
Laboratori artigianali, industrie e locali ove non sono richieste grandi prestazioni visive	500 - 1000

Indice del locale K



Metodo del flusso totale

L'indice del locale K è un parametro che dipende dalle caratteristiche geometriche del locale (dimensioni), dalla distanza tra il piano di lavoro e gli apparecchi di illuminazione e dal tipo di illuminazione: diretta o semi-diretta, indiretta o mista come indicate in figura:



Indice del locale K



Metodo del flusso totale

L'indice del locale K si calcola nel modo seguente:

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

- h = distanza degli apparecchi dal piano di lavoro.

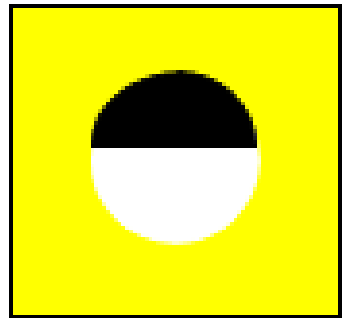
$$K = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 H \cdot (a + b)}$$

- H = altezza del locale.

- a = lunghezza del locale.

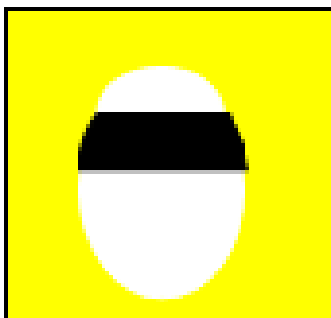
- b = larghezza del locale.

0 - 10%
90 - 100%



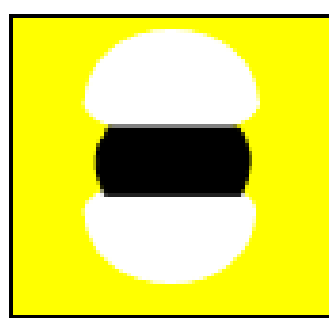
Diretta

10 - 40%
60 - 90%



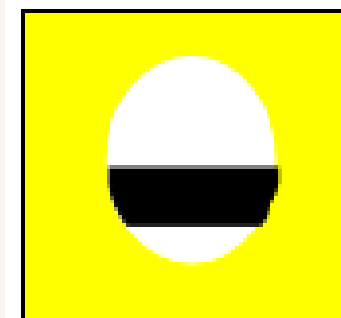
Semi-diretta

40 - 60%
40 - 60%



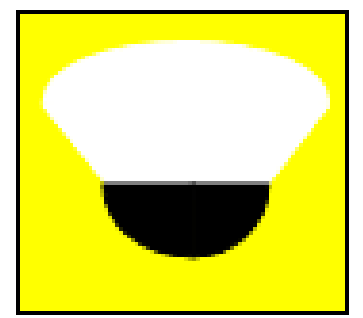
Mista

60 - 90%
10 - 40%



Semi-indiretta

90 - 100%
0 - 10%



Indiretta

Fattore di manutenzione M

Metodo del flusso totale

Il fattore di manutenzione M tiene conto dello stato di conservazione dell'apparecchio (usura e pulizia) secondo la seguente tabella.

(il valore medio normalmente utilizzato è 0,68)

Tipologia ambiente	Fattore di manutenzione K
Ambiente molto pulito (MP) (es ambulatori medici, centri di calcolo, ecc.)	0,75 - 0,85
Ambiente pulito (P) (es. uffici, scuole, ecc.)	0,65 - 0,75
Ambiente normale (N) (es. negozi, laboratori, ristoranti, industrie alimentari, ecc.)	0,55 - 0,65
Ambiente sporchi (S) (es. Officine meccaniche o del legno, officine di saldatura, ecc.)	0,45 - 0,55

Fattore di utilizzazione U

Metodo del flusso totale

Il fattore di utilizzazione U

dipende sia dalla riflessione del soffitto, pareti e piano di lavoro o pavimento sia dall'indice del locale K.

Per la determinazione del fattore U vengono utilizzate specifiche tabelle. (vedi figura)

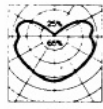
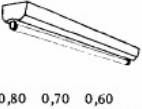

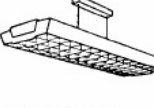
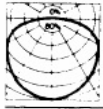
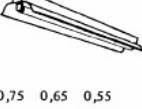
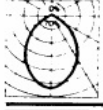

Fattore di riflessione	Pavimento	30%				
	Soffitto	70%			50%	
	Pareti	50%	30%	10%	50%	30%
Indice del locale K	0,60	0,39	0,36	0,32	0,38	0,34
	0,80	0,47	0,41	0,39	0,44	0,41
	1,00	0,51	0,47	0,42	0,49	0,45
	1,25	0,55	0,50	0,48	0,52	0,49
	1,50	0,59	0,54	0,52	0,55	0,53
	2,00	0,62	0,60	0,56	0,59	0,56
	2,50	0,65	0,62	0,59	0,60	0,58
	3,00	0,68	0,64	0,63	0,62	0,61
	4,00	0,70	0,69	0,66	0,66	0,63
	5,00	0,73	0,71	0,70	0,67	0,65

Fattore di utilizzazione U

Metodo del flusso totale

Le tabelle per la determinazione del fattore di utilizzo dipendono dal tipo di apparecchio e vengono fornite dal produttore unitamente alle relative **curve fotometriche**.

Cosa sono le curva fotometriche, come si leggono e quali informazioni forniscono lo vedremo più avanti !!!

Curva fotometrica	Indice del locale	Coefficiente di utilizzazione									Fattore di manutenzione		
		b	m	n	b	m	n	b	m	n			
Illuminazione semidiretta $d = 1,1 h$ 	J	0,28	0,22	0,18	0,26	0,21	0,18	0,20	0,17	Plafoniera nuda o con coppa diffusante 	0,80	0,70	0,60
	I	0,35	0,29	0,25	0,33	0,27	0,24	0,26	0,24				
	H	0,39	0,33	0,30	0,37	0,32	0,28	0,30	0,27				
	G	0,45	0,38	0,33	0,40	0,36	0,32	0,33	0,30				
	F	0,49	0,42	0,37	0,43	0,39	0,34	0,37	0,33				
	E	0,56	0,50	0,44	0,49	0,44	0,40	0,42	0,38				
	D	0,60	0,55	0,50	0,53	0,48	0,44	0,47	0,44				
	C	0,64	0,59	0,54	0,56	0,51	0,47	0,50	0,47				
	B	0,68	0,62	0,59	0,61	0,56	0,53	0,54	0,52				
	A	0,70	0,65	0,62	0,65	0,62	0,60	0,58	0,57				
Illuminazione mista $d = 1,1 h$ 	J	0,26	0,23	0,21	0,23	0,21	0,19	0,19	0,17	Diffusore 	0,75	0,70	0,65
	I	0,32	0,29	0,27	0,28	0,26	0,24	0,23	0,21				
	H	0,37	0,33	0,31	0,31	0,29	0,27	0,26	0,24				
	G	0,40	0,36	0,34	0,34	0,31	0,30	0,28	0,26				
	F	0,42	0,39	0,36	0,36	0,33	0,32	0,30	0,28				
	E	0,46	0,43	0,40	0,41	0,38	0,35	0,32	0,30				
	D	0,50	0,46	0,43	0,44	0,40	0,39	0,34	0,33				
	C	0,52	0,48	0,45	0,46	0,44	0,41	0,37	0,36				
	B	0,55	0,52	0,49	0,48	0,46	0,45	0,39	0,38				
	A	0,57	0,54	0,51	0,49	0,47	0,46	0,42	0,41				
Illuminazione diretta $d = h$ 	J	0,38	0,32	0,28	0,37	0,32	0,28	0,31	0,28	Riflettore a fascio largo 	0,75	0,65	0,55
	I	0,46	0,42	0,38	0,46	0,41	0,38	0,41	0,38				
	H	0,50	0,46	0,43	0,50	0,46	0,43	0,46	0,43				
	G	0,54	0,50	0,48	0,53	0,50	0,47	0,49	0,47				
	F	0,58	0,54	0,51	0,56	0,53	0,50	0,52	0,50				
	E	0,62	0,59	0,56	0,60	0,58	0,56	0,58	0,56				
	D	0,67	0,64	0,61	0,65	0,63	0,61	0,62	0,61				
	C	0,69	0,66	0,63	0,67	0,65	0,63	0,64	0,62				
	B	0,72	0,70	0,67	0,70	0,68	0,66	0,67	0,66				
	A	0,74	0,71	0,69	0,72	0,70	0,68	0,69	0,67				
Illuminazione diretta $d = 0,9 h$ 	J	0,35	0,32	0,30	0,35	0,32	0,30	0,32	0,30	Riflettore a fascio medio 	0,75	0,65	0,55
	I	0,43	0,39	0,37	0,42	0,39	0,37	0,39	0,37				
	H	0,48	0,45	0,42	0,47	0,44	0,42	0,43	0,41				
	G	0,53	0,50	0,47	0,52	0,49	0,47	0,48	0,46				
	F	0,57	0,53	0,50	0,55	0,52	0,50	0,52	0,50				
	E	0,61	0,57	0,55	0,59	0,57	0,54	0,56	0,54				
	D	0,64	0,61	0,59	0,62	0,60	0,58	0,59	0,57				
	C	0,66	0,63	0,61	0,63	0,61	0,60	0,61	0,59				
	B	0,68	0,66	0,63	0,66	0,64	0,63	0,63	0,62				
	A	0,69	0,67	0,66	0,67	0,66	0,64	0,65	0,63				
Fattore di riflessione pareti		50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%				
Fattore di riflessione soffitto		75%			50%			30%					
(*) b = pulizia frequente													
m = pulizia mediocre													
n = pulizia scarsa													
A i = 4,50 ÷ 6,00				D i = 2,25 ÷ 2,75				G i = 1,12 ÷ 1,38					
B i = 3,50 ÷ 4,50				E i = 1,75 ÷ 2,25				H i = 0,90 ÷ 1,12					
C i = 2,75 ÷ 3,50				F i = 1,38 ÷ 1,75				I i = 0,70 ÷ 0,90					
J i = 0,50 ÷ 0,70													

Flusso totale necessario Φ



Metodo del flusso totale

Note le caratteristiche geometriche del locale, l'altezza di installazione degli apparecchi, la quota del piano di lavoro, l'indice del locale K , il fattore di manutenzione M e di utilizzo U e il valore dell'illuminamento medio E che si vuole ottenere si determina il **flusso luminoso totale** (Φ) necessario per illuminare l'ambiente:

con E = illuminamento richiesto [lx]

S = superficie del locale [m²]

U = fattore di utilizzazione

M = fattore di manutenzione

Noto il flusso emesso da un apparecchio (Φ_{app}) si ricava il numero di apparecchi necessari (n_{app})



$$\phi = \frac{E \cdot S}{U \cdot M}$$

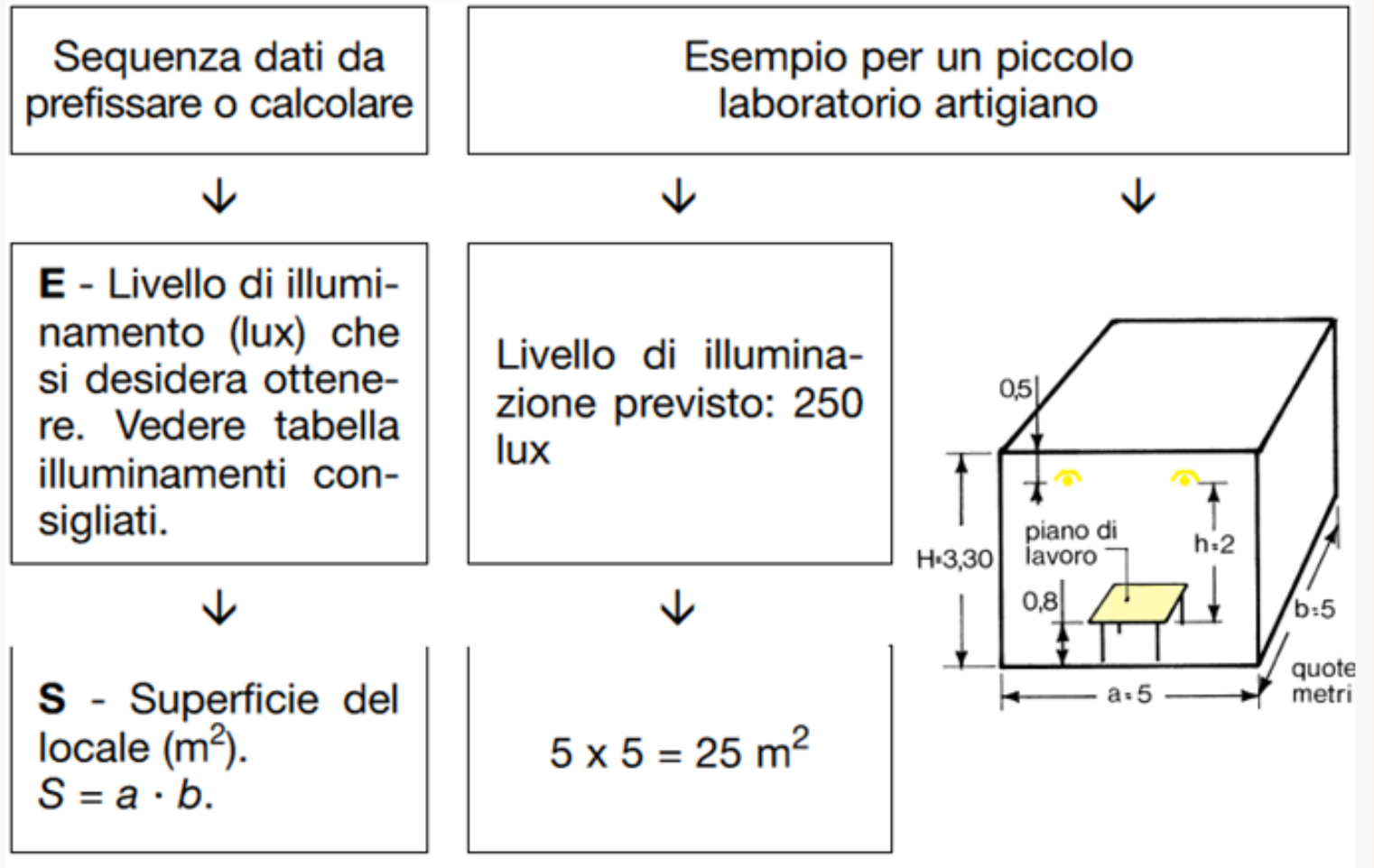
$$n_{app} = \frac{\phi}{\Phi_{app}}$$

METODO DEL FLUSSO TOTALE

Sintesi procedimento

Riassumiamo il procedimento con un esempio:

Fase A)



METODO DEL FLUSSO TOTALE

Sintesi procedimento

Riassumiamo il procedimento con un esempio:

Fase B)

K - Indice del locale. Tiene conto della superficie e dell'altezza delle lampade dal piano di lavoro (h) o dell'altezza del locale (H).

Per luce diretta, semindiretta e mista:

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

Per luce indiretta o semi-indiretta:

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

$$\frac{5 \times 5}{2 \cdot (5 + 5)} = 1,25$$



U - Fattore di utilizzazione. Dipende dal sistema di illuminazione, dalle caratteristiche degli apparecchi, dal fattore di riflessione delle pareti, soffitto e pavimento.



Viene desunto da tabelle fornite dalle ditte che producono lampade e apparecchi di illuminazione.



In relazione all'indice del locale K ai coefficienti di riflessione di pareti e soffitto (30%) e al tipo di apparecchio il costruttore fornisce come fattore di utilizzazione il valore $U = 0,58$

METODO DEL FLUSSO TOTALE

Sintesi procedimento

Riassumiamo il procedimento con un esempio:

Fase C)

M - Fattore di manutenzione. Tiene conto del deprezzamento fotometrico degli apparecchi e dell'invecchiamento delle lampade.

elevato
0,85 – 0,75

medio
0,75 – 0,65

minimo
0,65 – 0,55

Si prevede una manutenzione elevata
 $M = 0,80$



Φ - Flusso luminoso totale (lumen).
 Φ_L - Flusso emesso da una singola lampada (lumen).
n - numero di lampade.

$$\Phi = \frac{E \cdot S}{U \cdot M}$$

$$n = \frac{\Phi}{\Phi_L}$$

$\Phi = (250 \times 25) / (0,58 \times 0,80) = 13\,470 \text{ lm}$
Adottando lampade fluorescenti tubolari da 36 W, ammesso che il flusso sia di 34 000 lm, si ha:

$$n = \frac{13\,470}{3400} = 4 \text{ lam.}$$

METODO DEL FLUSSO TOTALE

Sintesi procedimento

Infine calcoliamo la potenza elettrica totale dall'impianto di illuminazione del locale:

Fase D)

↓
P - Potenza assorbita dall'impianto (W).

P_L - Potenza assorbita da una singola lampada.

↓
$$P = P_L \cdot n$$

↓
Ammesso che ogni lampada da 36 W assorba 45 W per tenere conto del reattore, si ha:
 $P = 45 \times 4 = 180 \text{ W}$

LE CURVE FOTOMETRICHE

Le curve fotometriche rappresentano graficamente come una sorgente luminosa emette luce nello spazio; vale a dire in che direzione emette la luce e con quale intensità.

A qualsiasi oggetto luminoso può essere associata una curva fotometrica, sia esso una semplice lampadina, un apparecchio illuminante o uno schermo che riflette della luce.

LE CURVE FOTOMETRICHE

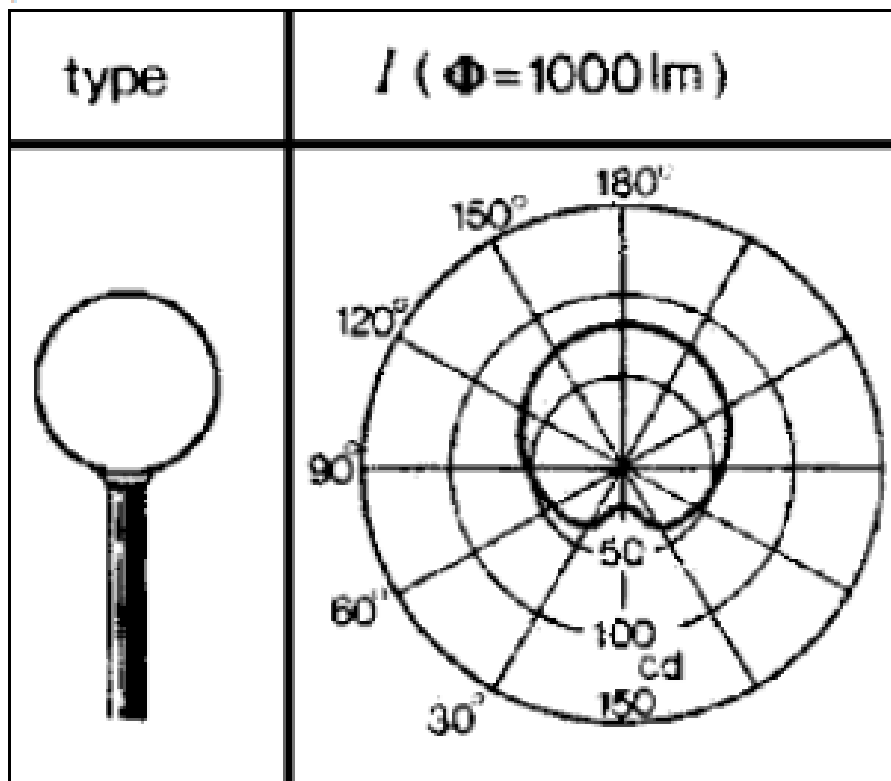
La curva fotometrica di un apparecchio d'illuminazione consente di prevedere il suo impatto sull'ambiente circostante.

Per costruire una curva fotometrica è necessario misurare l'intensità luminosa. In sostanza è necessario "vedere" con quale intensità la sorgente emette luce in una determinata direzione.

È come se girassimo attorno all'apparecchio e, a diverse angolazioni, misurassimo l'intensità della luce emessa.

LE CURVE FOTOMETRICHE

Nella seguente Figura si riporta in esempio di curva fotometrica (di un apparecchio che emette in tutte le direzioni (ad es. una sfera trasparente su palo per esterni).



Angolo	Intensità /1000lm	Angolo	Intensità /1000lm
0°	25	180°	80
30°	35	210°	75
60°	45	240°	68
90°	50	270°	50
120°	68	300°	45
150°	75	330°	35

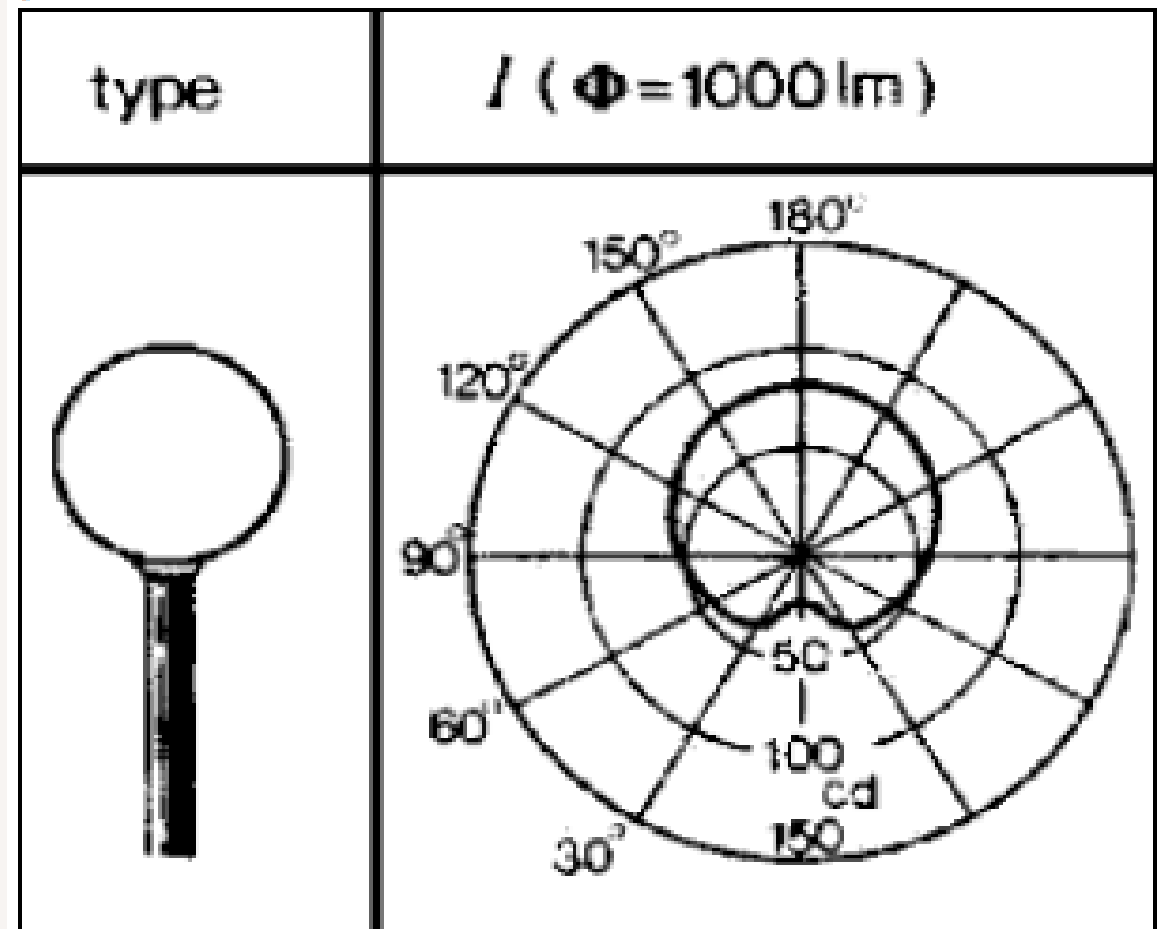
LE CURVE FOTOMETRICHE

Osservando semplicemente la sola curva fotometrica già si riesce ad intuire il comportamento dell'apparecchio.

I raggi indicano le diverse direzioni e i cerchi concentrici ne indicano l'intensità.

Si può subito vedere graficamente l'emissione di luce in una direzione.

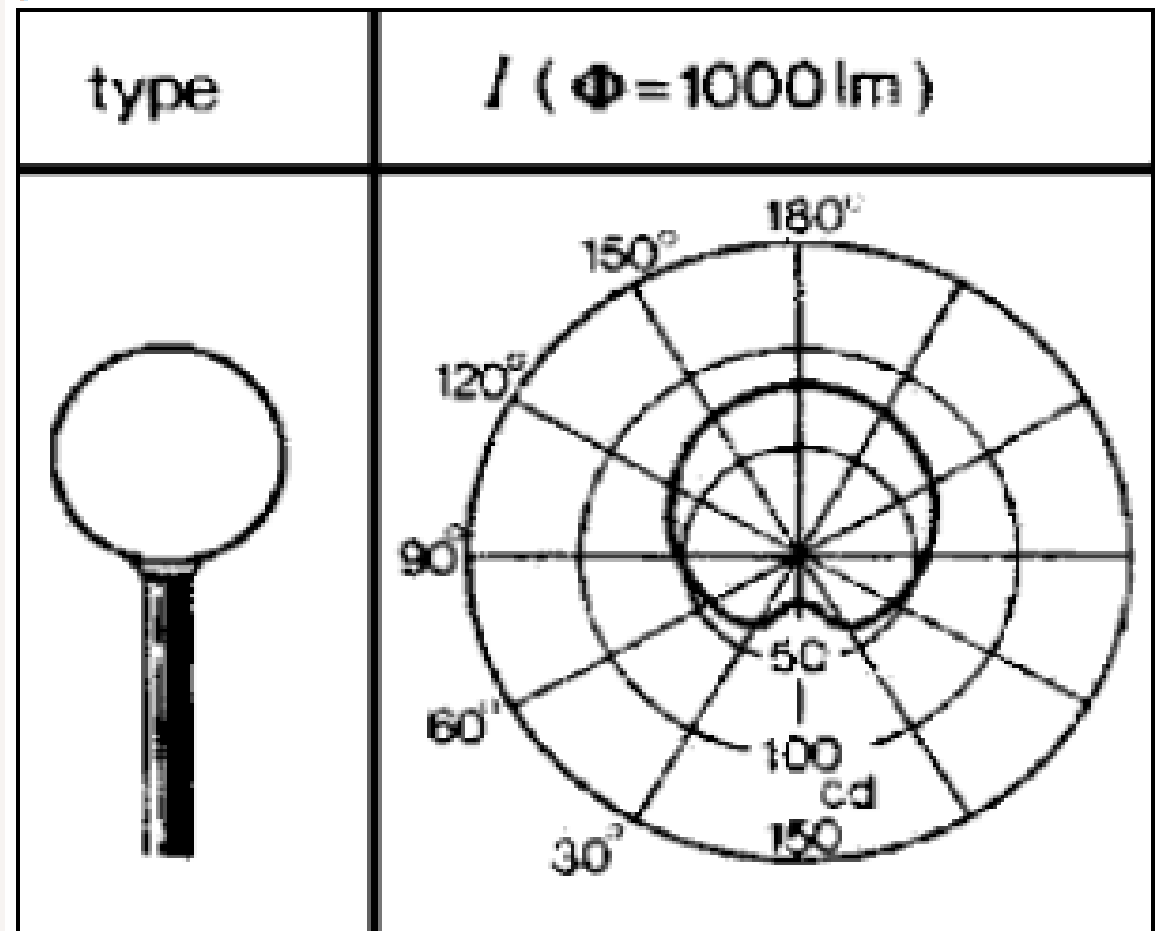
In questo caso è fondamentale verificare la conformità dell'apparecchio alla legge regionale e alla sua direttiva tecnica applicativa.



LE CURVE FOTOMETRICHE

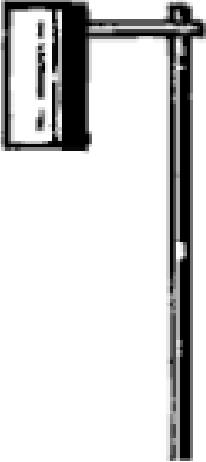
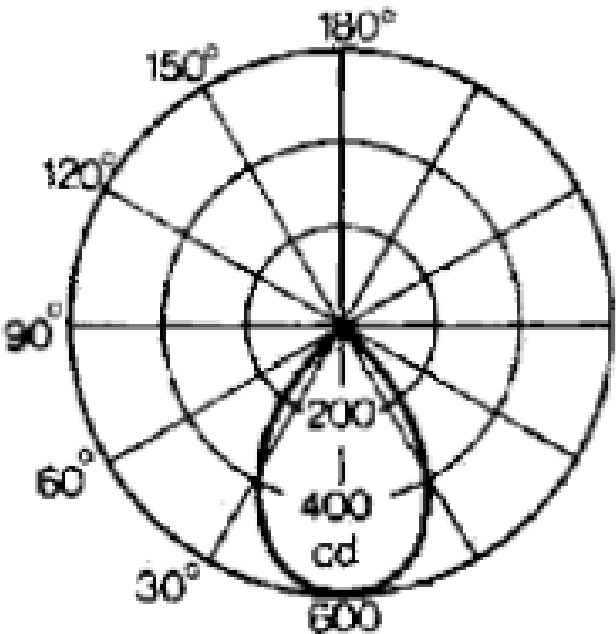
Sapendo infatti che la Legge Regionale prescrive che la distribuzione dell'intensità luminosa non deve superare a 90° ed oltre le $0,49$ cd ogni 1000 lumen emessi, sul grafico in figura questa verifica si realizza leggendo il valore del cerchio che interseca il raggio orizzontale sul quale è indicato infatti il 90° .

Il numero contrassegnato indica 50 cd quindi vuol dire che il globo preso ad esempio, invia in direzione 90° una luce con intensità pari a 50 cd ogni 1000 lumen emessi. fianco che indica per 90° il valore di 50 cd/ 1000 lm. Pertanto questo globo NON è conforme alla legge regionale.

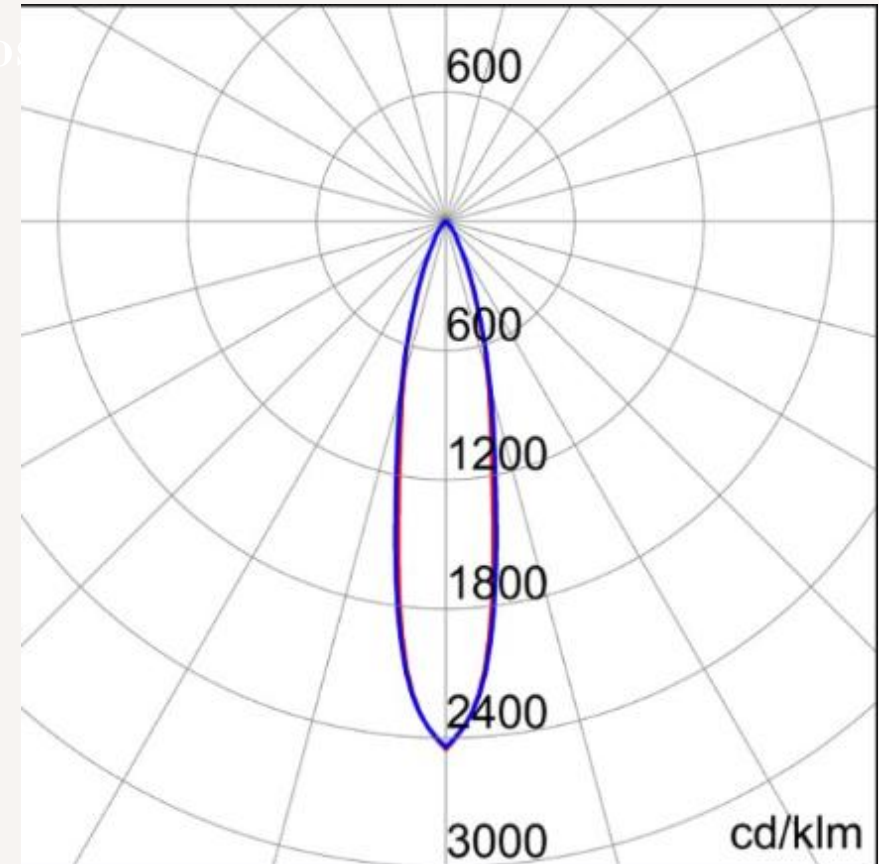
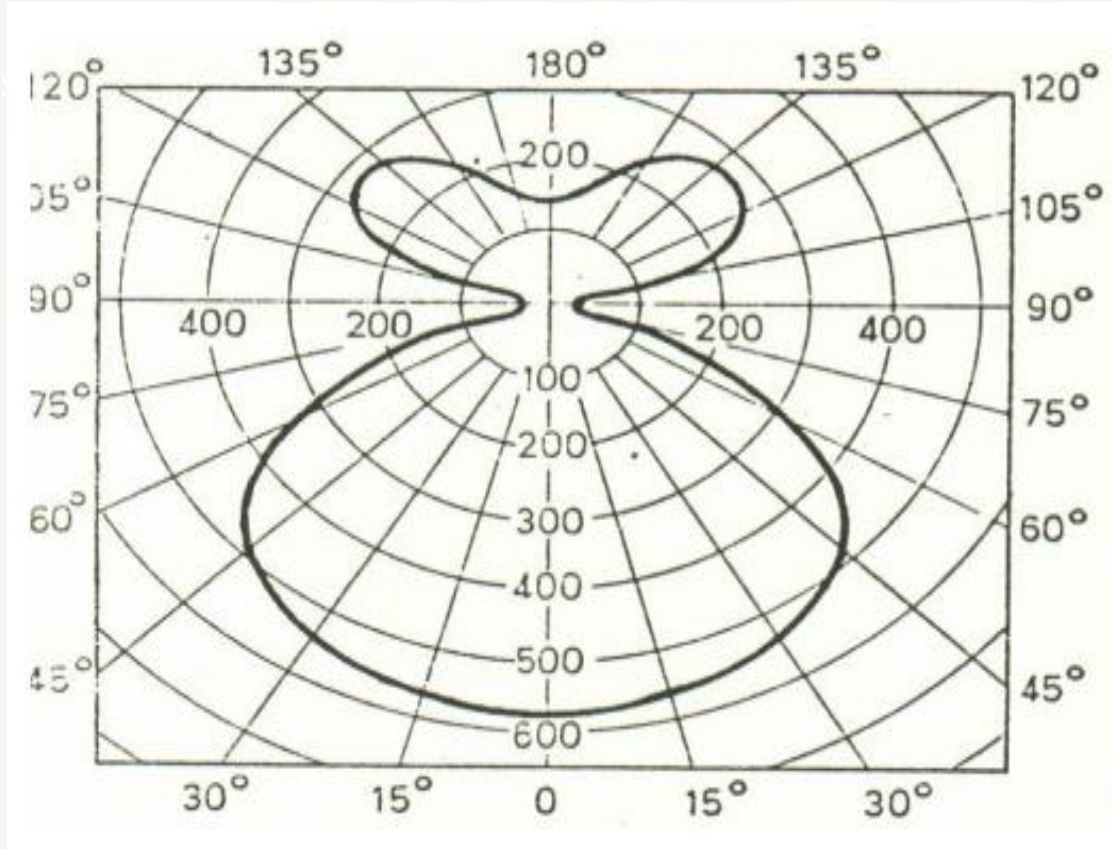


LE CURVE FOTOMETRICHE

Osserv

type	I ($\Phi = 1000 \text{ lm}$)	
		<p>Esaminiamo ora la curva fotometrica dell'apparecchio qui di fianco.</p> <p>Possiamo intuire che l'apparecchio emette tutta la sua luce verso il basso e quasi esclusivamente tra i 330° e i 30° o meglio tra i -30° e i $+30^\circ$. In questo cono di 60° è concentrata gran parte della luce emessa. Possiamo poi notare che i cerchi concentrici riportano valori assai più grandi di quelli rilevati nella curva fotometrica della sfera. 200, 400 e 600 sono i valori. Questo apparecchio possiede la caratteristica di concentrare la luce entro un certo angolo. Utilizzando la lampadina da 100W presa come riferimento nel precedente esempio avremmo un'intensità luminosa verso l'angolo 0° (verticalmente sul terreno) pari a $600 \times 10.000 / 1.000 = 6.000$ candele molto più alto delle $25 \times 10.000 / 1.000 = 250$ candele prodotte dalla sfera (vedasi grafico relativo).</p>

LE CURVE FOTOMETRICHE



Un primo esercizio

Vogliamo illuminare un soggiorno di dimensioni 5x6x2,7 m (lpxh) mediante apparecchi strisce LED ad illuminazione indiretta.

L'illuminamento medio richiesto è di 200 lux ad una altezza di 80 cm dal pavimento.

Il fattore di utilizzo U è pari a 0,55 (*) mentre il fattore di manutenzione M è di 0,8.

Abbiamo a disposizione strisce LED di lunghezza 1 metro che emettono un flusso luminoso di 1500 lumen/metro.

QUANTI METRI DI STRISCE LED SONO NECESSARI ?

(*) In un ambiente con pareti e soffitto entrambi costituiti da 50% intonaco bianco/panna e 50% in legno chiaro e pavimento in assito ligneo di colore medio il fattore di utilizzazione illuminotecnico è stimabile tra 0,5 e 0,6.

Un primo esercizio

1. Scenari di riflettanza (specifici per illuminazione indiretta)

Scenario	Soffitto ρ_{c}	Pareti ρ_{w}	Pavimento ρ_{f}	Note tecniche
A – Alto rendimento	0,8	0,5	0,2	Soffitto bianco opaco molto riflettente → ideale per indiretta
B – Medio rendimento	0,7	0,3	0,2	Soffitto chiaro standard pittura bianca non perfetta
C – Basso rendimento	0,5	0,2	0,1	Soffitto medio/grigiastro, pareti mediamente scure
D – Critico / sconsigliato	0,3	0,1	0,1	Soffitto scuro: la resa dell'indiretta crolla drasticamente

(*) In un ambiente con pareti e soffitto entrambi costituiti da 50% intonaco bianco/panna e 50% in legno chiaro e pavimento in assito ligneo di colore medio il fattore di utilizzazione illuminotecnico è stimabile tra 0,5 e 0,6.

Un primo esercizio

2. Fattore di utilizzazione η per illuminazione indiretta

(valori didattici indicativi, necessari per esercitazioni; i valori reali vanno presi dal costruttore)

Indice locale K	Scenario A ($pc=0,8$)	Scenario B ($pc=0,7$)	Scenario C ($pc=0,5$)	Scenario D ($pc=0,3$)
0,6	0,42	0,36	0,28	0,18
0,8	0,47	0,40	0,31	0,20
1,0	0,51	0,44	0,34	0,22
1,25	0,56	0,48	0,37	0,24
1,5	0,60	0,51	0,39	0,26
2,0	0,65	0,56	0,43	0,28
2,5	0,68	0,59	0,46	0,30
3,0	0,70	0,61	0,48	0,31
4,0	0,72	0,63	0,50	0,33

(*) In un ambiente con pareti e soffitto entrambi costituiti da 50% intonaco bianco/panna e 50% in legno chiaro e pavimento in assito ligneo di colore medio il fattore di utilizzazione illuminotecnico è stimabile tra 0,5 e 0,6.

Un primo esercizio

Soluzione:

Il flusso totale necessario è pari a: $(200 \text{ lx}) \times (5 \times 6) / (0,55 \times 0,8) = 13637 \text{ lm}$

Numero strisce da 1 metro: $n = 13637 / 1500 = 9,09$ quindi 9 strisce led
che corrispondono a 9 metri.

...

E come le disponiamo?

Il più uniformemente possibile ed evitando ostacoli che possano creare zone d'ombra.

(* In un ambiente con pareti e soffitto entrambi costituiti da 50% intonaco bianco/panna e 50% in legno chiaro e pavimento in assito ligneo di colore medio il fattore di utilizzazione illuminotecnico è stimabile tra 0,5 e 0,6.



“Le opportunità di business sono come gli
autobus.

Ce n'è sempre un altro in arrivo.”

RICHARD BRANSON

A close-up photograph of a tree trunk showing concentric growth rings in shades of brown, tan, and blue. The rings are curved and create a sense of depth and texture.

Fine seconda parte

Grazie per l'attenzione