

## *Le grandezze illuminotecniche*

*Flusso luminoso* ( $\Phi$ ) [lumen, lm]

Quantità di energia luminosa emessa nell'unità di tempo da una sorgente.

*Intensità luminosa* (I) [candela, cd = lm / sr]

Flusso luminoso emesso all'interno dell'angolo solido unitario (steradiante) in una direzione data.

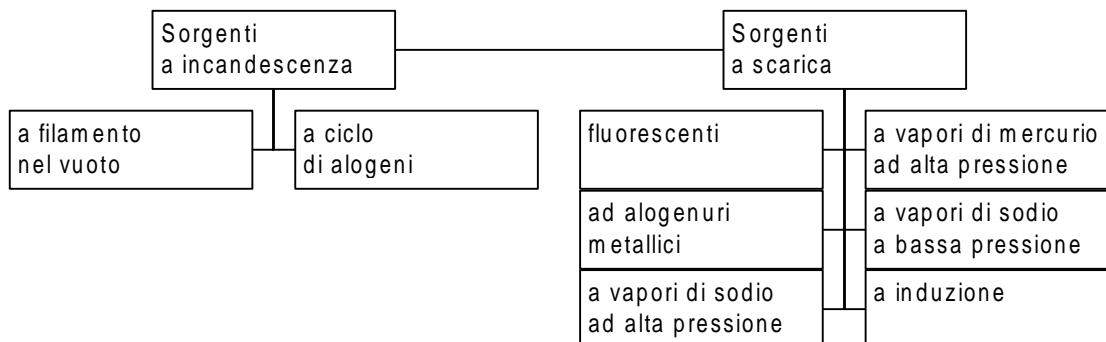
*Illuminamento* (E) [lux, lx = lm / m<sup>2</sup>]

Rapporto tra flusso luminoso ricevuto da una superficie e area della superficie stessa

*Luminanza* (L) [candela / m<sup>2</sup>, cd / m<sup>2</sup>]

Rapporto tra intensità luminosa emessa da una superficie in una data direzione e l'area apparente di tale superficie.

## **Tipologie di sorgenti luminose artificiali**



## Le lampade ad incandescenza

Temperatura di funzionamento da 2700 a 2900 K.

Quantità di luce emessa dal filamento della lampada proporzionale alla temperatura di funzionamento.

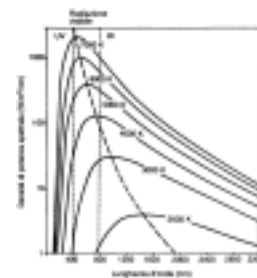
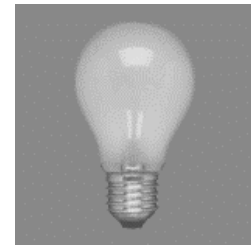
Sorgente di luce a bassa efficienza: solo una piccola parte della potenza elettrica assorbita viene trasformata in luce.

Elevati invecchiamento e riduzione del flusso luminoso.

Diversi formati, distinti per potenza e caratteristiche fotometriche, oltre che per le diverse esigenze d'impiego.

Si distinguono i seguenti tipi principali:

- con bulbo trasparente;
- con bulbo diffondente;
- con riflettore incorporato.



Spettro di emissione di un corpo nero in funzione della temperatura (K)

Simone Secchi  
Dispense di illuminotecnica artificiale

3

## Lampade ad incandescenza con alogeni

Dal 1972 lampade ad alogeni a bassissima tensione.

Permettono la miniaturizzazione delle sorgenti luminose.

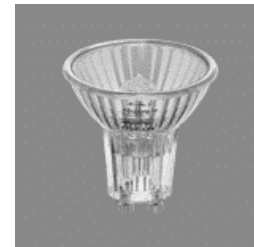
Evitano la perdita di efficienza causata dall'evaporazione del tungsteno.

L'alogeno aggiunto al gas si unisce al tungsteno evaporato e torna a depositarlo sul filamento.

Hanno migliori caratteristiche prestazionali rispetto alle lampade ad incandescenza:

- Durata da 1000 a 3000 ore;
- Efficienza sino a 25 lm/W;
- Temperatura di colore più elevata, da 2900 a 3100 K;
- Dimensioni estremamente ridotte del corpo luminoso.

Il riflettore delle lampade alogene può essere in quarzo trattato con l'applicazione di strati di ossidi riflettenti alle radiazioni visibili, ma non a quelle infrarosse.



Simone Secchi  
Dispense di illuminotecnica artificiale

4

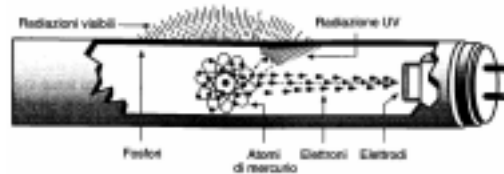
## Le lampade a scarica

Radiazione luminosa provocata dagli urti reciproci di particelle, cariche elettricamente, di un gas o di un vapore.

Durata assai maggiore delle lampade ad incandescenza.

Esistono i seguenti tipi di lampade a scarica:

- a) lampade fluorescenti;
- b) lampade a vapori di mercurio;
- c) lampade a vapori di alogenuri;
- d) lampade a luce miscelata;
- e) lampade a vapori di sodio;
- f) lampade allo xeno;
- g) sistemi ad induzione.



Simone Secchi  
Dispense di illuminotecnica artificiale

5

## Lampade fluorescenti

Lampade a vapori di mercurio a bassa pressione con tubo di vetro rivestito con polveri fluorescenti.

Trasformazione della radiazione ultravioletta in radiazioni visibili.

Caratterizzate da bassa luminanza (evitano l'abbagliamento).

Flusso luminoso dipendente dalla temperatura-ambiente.

Situazione ottimale tra 20 e 25 °C.

Durata molto elevata: circa 7500 ore per uso medio.

Colore della luce molto variato a seconda delle sostanze fluorescenti usate.



Simone Secchi  
Dispense di illuminotecnica artificiale

6

## Lampade a vapori di mercurio ad alta pressione

Radiazione contenuta per la maggior parte nel campo del visibile.

Scarica in un piccolo tubo di quarzo protetto da un bulbo di vetro.

Rivestimento in polvere fluorescente trasforma lo spettro a righe (radiazione ultravioletta).

Pieno flusso luminoso raggiunto dopo alcuni minuti di accensione.

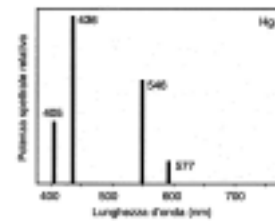
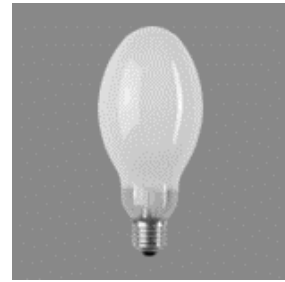
Necessario periodo di raffreddamento di diversi minuti prima della riaccensione.

Vasta gamma di potenze: da 50 a 2000 W;

Flusso luminoso da 2000 a 125.000 lm.

Due grandi campi principali di applicazione:

- illuminazione industriale;
- Illuminazione stradale



Spettro tipico di una lampada al mercurio a bassa pressione

Simone Secchi  
Dispense di illuminotecnica artificiale

7

## Lampade a vapori di sodio a bassa pressione

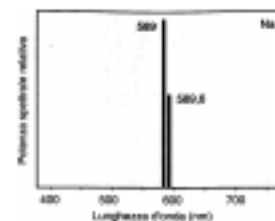
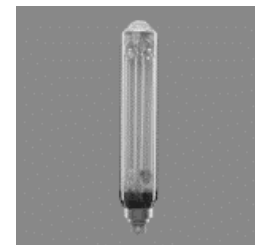
Luce gialla e monocromatica.

Efficienza luminosa molto elevata (per funzionamento ad una determinata temperatura).

Tempo iniziale d'accensione di alcuni minuti.

Impiego consigliabile dove occorre un alto grado di visibilità purché non sia necessaria la distinzione dei colori:

- illuminazione stradale;
- Illuminazione di interni ed esterni industriali.



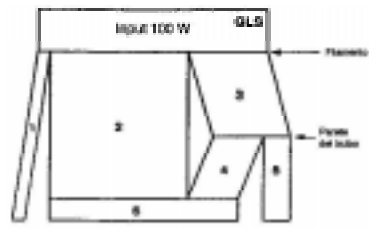
Spettro tipico di una lampada al sodio a bassa pressione

Simone Secchi  
Dispense di illuminotecnica artificiale

8

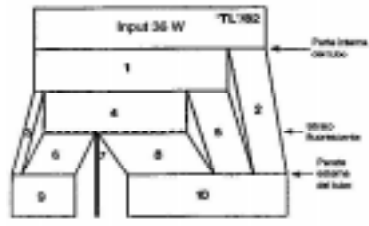
# Rendimento energetico delle lampade

Lampada a incandescenza



- Incandescente - 100 W
1. Radiazione visibile - 5 W
  2. Radiazione infrarossa emessa dal filamento - 61 W
  3. Perdite per convezione e conduzione - 34 W
  4. Radiazione infrarossa emessa dal bulbo - 22 W
  5. Convezione e conduzione complessive - 12 W
  6. Radiazione infrarossa complessiva - 83 W

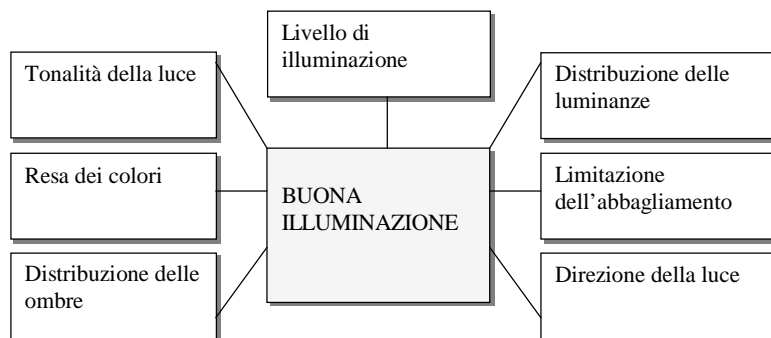
Lampada fluorescente lineare



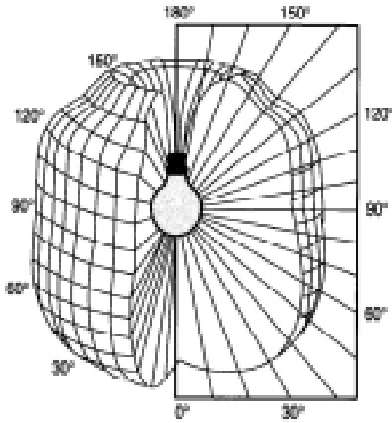
- TL/92 - 36 W
1. Potenza nella colonna di scarica - 32,1 W
  2. Perdite termiche negli elettrodi - 5,9 W
  3. Radiazione visibile generata dalla colonna di scarica - 1,2 W
  4. Radiazione ultravioletta generata dalla colonna di scarica - 22,5 W
  5. Perdite termiche nella colonna di scarica - 9,5 W
  6. Radiazione visibile emessa dallo strato fluorescente - 8,8 W
  7. Radiazione ultravioletta - 0,2 W
  8. Radiazione infrarossa - 13,5 W
  9. Radiazione visibile complessiva - 10 W
  10. Radiazione infrarossa, convezione e conduzione - 25,8 W

Simone Secchi  
Dispense di illuminotecnica artificiale

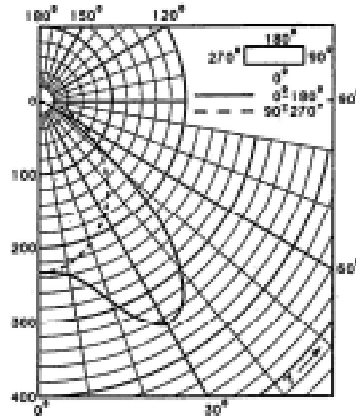
# Il progetto illuminotecnico



Simone Secchi  
Dispense di illuminotecnica artificiale



Solido fotometrico



Proiezione di un solido fotometrico

## Progetto di illuminazione di interni

Coefficiente di utilizzazione  $\eta = \frac{\Phi_u}{\Phi_t}$

Flusso totale richiesto  $\Phi_t = \frac{E \cdot S}{\eta}$

Il coefficiente di utilizzazione dipende da:  
Sistema di illuminazione;

- Rendimento  $v$  dell'apparecchio;
- Coefficienti di riflessione di soffitto e muri;
- Forma del locale

Fattore di forma

$a$  = largh.

$b$  = lungh.

$h$  = altezza utile

$$K = \frac{0,8 \cdot a + 0,2 \cdot b}{h}$$

Numero di sorgenti necessarie  $\eta = \frac{\Phi_t}{\Phi_L}$

Sistema di illuminazione	Coeff. di utilizzazione $\eta$ %	Coeff. di illuminazione $\eta$ %									
		0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Sottile	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
	1,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0
	1,5	3,0	6,0	9,0	12,0	15,0	18,0	21,0	24,0	27,0	30,0
	2,0	4,0	8,0	12,0	16,0	20,0	24,0	28,0	32,0	36,0	40,0
	2,5	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0
	3,0	6,0	12,0	18,0	24,0	30,0	36,0	42,0	48,0	54,0	60,0
	3,5	7,0	14,0	21,0	28,0	35,0	42,0	49,0	56,0	63,0	70,0
	4,0	8,0	16,0	24,0	32,0	40,0	48,0	56,0	64,0	72,0	80,0
	4,5	9,0	18,0	27,0	36,0	45,0	54,0	63,0	72,0	81,0	90,0
	5,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0
Sottile	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
	1,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0
	1,5	3,0	6,0	9,0	12,0	15,0	18,0	21,0	24,0	27,0	30,0
	2,0	4,0	8,0	12,0	16,0	20,0	24,0	28,0	32,0	36,0	40,0
	2,5	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0
	3,0	6,0	12,0	18,0	24,0	30,0	36,0	42,0	48,0	54,0	60,0
	3,5	7,0	14,0	21,0	28,0	35,0	42,0	49,0	56,0	63,0	70,0
	4,0	8,0	16,0	24,0	32,0	40,0	48,0	56,0	64,0	72,0	80,0
	4,5	9,0	18,0	27,0	36,0	45,0	54,0	63,0	72,0	81,0	90,0
	5,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0
Sottile	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
	1,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0
	1,5	3,0	6,0	9,0	12,0	15,0	18,0	21,0	24,0	27,0	30,0
	2,0	4,0	8,0	12,0	16,0	20,0	24,0	28,0	32,0	36,0	40,0
	2,5	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0
	3,0	6,0	12,0	18,0	24,0	30,0	36,0	42,0	48,0	54,0	60,0
	3,5	7,0	14,0	21,0	28,0	35,0	42,0	49,0	56,0	63,0	70,0
	4,0	8,0	16,0	24,0	32,0	40,0	48,0	56,0	64,0	72,0	80,0
	4,5	9,0	18,0	27,0	36,0	45,0	54,0	63,0	72,0	81,0	90,0
	5,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0

## Valori raccomandati secondo la norma UNI 10380

“Illuminotecnica, illuminazione di interni con luce artificiale”

Tipo di locale, compito visivo o attività	valori di $E_v$ (lux)	Gradazione di colore	$R_a$	G
Zona di conversazione o di passaggio	50-100-150	W	1A	A
Zona di lettura	200-300-500	W	1A	A
Zona di scrittura	300-500-750	W	1A	A
Zona dei pasti	100-150-200	W	1A	A
Cucina	200-300-500	W	1A	A
Bagno:				
- illuminazione generale	50-100-150	W	1A	B
- zona specchio	200-300-500	W	1A	B
Camere:				
- illuminazione generale	50-100-150	W	1A	B
- zona armadi	200-300-500	W	1A	B
- letti	200-300-500	W	1A	B
- stiratura, cucitura e rammendo	500-750-1000	W	1A	A

Simone Secchi  
Dispense di illuminotecnica artificiale

13

## Dati tecnici relativi a lampade fluorescenti lineari e circolari

Tipo di sorgente	Dimensioni mm	Attacco	Tensione di alimentazione (V)	Potenza nominale (W)	Potenza assorbita (VA)	Flusso luminoso (lm)	Efficienza luminosa (lm/W)	Durata media (ore)	Temperatura di colore (K)	Indice di resa del colore ( $R_a$ )
Lampada fluorescente tubolare, Ø lineare 26 mm - standard	590 x 26	G13	230	18	20	1300	72	7500	6500	70
- standard	1200 x 26	G13	230	36	40	3400	96	7500	4000	78
- standard	1500 x 26	G13	230	58	65	5400	93	7500	3000	80
- standard	1500 x 26	G13	230	58	65	5200	90	7500	6500	85
- de luxe		G13	230	18	20	1000	55	7500	9000	85
- de luxe		G13	230	36	40	2350	65	7500	3800	85
- de luxe		G13	230	58	65	3750	65	7500	3000	85
Lampada fluorescente tubolare circolare - de luxe	311 (Ødiam.) x 26	G109	230	32	35	2150	67	7500	4000	85

Simone Secchi  
Dispense di illuminotecnica artificiale

14

## Dati tecnici relativi a lampade a incandescenza

Tipo di sorgente	Dimensioni mm	Attacco	Tensione di alimentazione (V)	Potenza nominale (W)	Potenza assorbita (VA)	Flusso luminoso (lm)	Efficienza luminosa (lm/W)	Durata media (ore)	Temperatura di colore (K)	Indice generale di resa cromatica (R <sub>a</sub> )
Lampada a incandescenza - bulbo vuoto	80 x 45	E 14	230	15	15	105	7	1000	2750	100
Lampada a incandescenza - bulbo con gas inerti	105 x 60	E 27	230	15	15	115	8	1000	2800	100
"	105 x 60	E 27	230	40	40	430	11	1000	2800	100
"	105 x 60	E 27	230	100	100	1380	14	1000	2850	100
"	189 x 90	E 40	230	300	300	5000	17	1000	2850	100
"	274 x 130	E 40	230	1000	1000	18.800	19	1000	2850	100

Simone Secchi  
Dispense di illuminotecnica artificiale

15

## Progetto di illuminazione di esterni

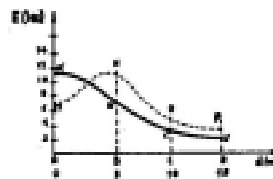
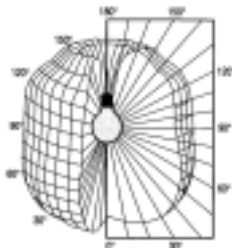
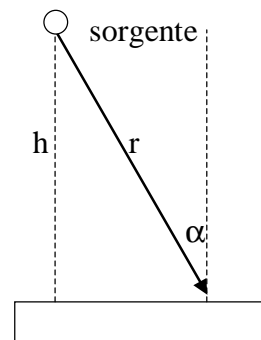
Illuminamento richiesto nel singolo punto

$$E = \frac{I_{\alpha}}{r^2} \cos \alpha \quad (\text{Prima legge del coseno})$$

$r$  = distanza tra sorgente e punto;

$\alpha$  = angolo formato tra la direzione del raggio e la normale al piano illuminato

$$E = \frac{I_{\alpha}}{h^2} \cos^3 \alpha$$

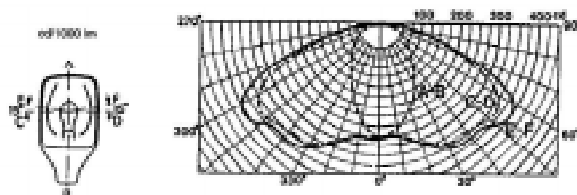


Simone Secchi  
Dispense di illuminotecnica artificiale

16

## Dati tecnici relativi a lampade a vapori di sodio a bassa pressione

Tipo di sorgente	Dimensioni (mm)	Modello	Tensione di alimentazione (V)	Potenza nominale (W)	Corrente assorbita (VA)	Flusso luminoso (lm)	Efficienza luminosa (lm/W)	Densità media (lm/W)	Temperatura di colore (K)	Indice di resa del colore (Ra)
Lampade a vapori di sodio a bassa pressione	216 x 53	DY 22	230	18	25	1800	100	10.000	-	-
"	310 x 52	DY 22	230	33	36	4800	137	10.000	-	-
"	452 x 52	DY 22	230	55	76	8000	145	10.000	-	-
"	528 x 66	DY 22	230	90	113	13.500	150	10.000	-	-
"	775 x 66	DY 22	230	135	175	22.500	166	10.000	-	-
"	1120 x 66	DY 22	230	180	250	33.000	183	10.000	-	-



Simone Secchi  
Dispense di illuminotecnica artificiale