



Formulario Illuminotecnica

fisica tecnica ambientale (Politecnico di Torino)



Scan to open on Studocu

Formulario ILLUMINOTECNICA

Luce come fenomeno fisico

- VELOCITA' DI PROPAGAZIONE $\Rightarrow c = \lambda \cdot f$ (c nel vuoto $\rightarrow 3 \cdot 10^8$ m/s)
- FLUSSO ENERGETICO $\Rightarrow \Phi_e$ [W]
- INTENSITA' ENERGETICA $\Rightarrow I_e = \frac{d\Phi_e}{d\omega}$ [W/sr]
- ANGOLO SOLIDO $\Rightarrow \omega = \frac{A}{r^2}$ [sr]

Luce come fenomeno percettivo

- INTENSITA' SOGGETTIVA $\Rightarrow I_s = f(I_e; \lambda)$
- FATTORE DI VISIBILITA' $\Rightarrow K(\lambda_1) I_e(\lambda_1) = K(\lambda_2) I_e(\lambda_2)$
 $K(\lambda_1) \Phi_e(\lambda_1) = K(\lambda_2) \Phi_e(\lambda_2)$
 - visione fotopica (diurna) $\Rightarrow \lambda = 555$ nm $\rightarrow K(\lambda) = K_{max}$
 - visione scotopica (notturna) $\Rightarrow \lambda = 510$ nm $\rightarrow K(\lambda) = K_{max}$
- FATTORE DI VISIBILITA' RELATIVA $\Rightarrow V(\lambda) = \frac{K(\lambda)}{K_{max}}$
 - visione fotopica $\Rightarrow \lambda = 555$ nm $\rightarrow K_{max} = 683$ lm/W
 - visione scotopica $\Rightarrow \lambda = 510$ nm $\rightarrow K_{max} = 1700$ lm/W

Grandezze fotometriche

- FLUSSO LUMINOSO $\Rightarrow \Phi = K(\lambda) \cdot \Phi_e = K_{max} V(\lambda) \Phi_e$ [lm]
- per radiazione composta riferita ad un intervallo $\lambda \Rightarrow d\Phi_e = \Phi_{e,\lambda} \cdot d(\lambda)$ [W]
- flussi spettrali infinitesimi $\Rightarrow \Phi = K_{max} \int V \cdot \Phi_{e,\lambda} \cdot d\lambda$
- flusso relativo ad intervallo $\lambda_1 - \lambda_2 \Rightarrow \Phi = K_{max} \Delta\lambda \sum V(\lambda) \Phi_{e,\lambda}$

VALORI DEL FATTORE DI VISIBILITA' RELATIVO "V" IN VISIONE DIURNA

λ (μm)	V	λ (μm)	V	λ (μm)	V	λ (μm)	V
0,38	0,00004	0,49	0,208	0,58	0,870	0,68	0,017
0,39	0,00012		0,323	0,59	0,757	0,69	0,0082
0,40	0,0004	0,51	0,503	0,60	0,631	0,70	0,0041
0,41	0,0012	0,52	0,710	0,61	0,503	0,71	0,0021
0,42	0,004	0,53	0,862	0,62	0,381	0,72	0,00105
0,43	0,0116	0,54	0,954	0,63	0,265	0,73	0,00053
0,44	0,023	0,55	0,995	0,64	0,175	0,74	0,00025
0,45	0,038	0,555	1,000	0,65	0,107	0,75	0,00013
0,46	0,060	0,56	0,995	0,66	0,061	0,76	0,00007
0,47	0,091	0,57	0,952	0,67	0,032	0,77	0,00003
0,48	0,139					0,78	0

- FATTORE DI ASSORBIMENTO $\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{\Phi_a}{\Phi_i}$
- FATTORE DI TRASMISSIONE $\tau \Rightarrow \tau = \frac{\Phi_t}{\Phi_i}$
- FATTORE DI RIFLESSIONE $\rho \Rightarrow \rho = \frac{\Phi_r}{\Phi_i}$
- RELAZIONE TRA FATTORI $\Rightarrow \alpha + \rho + \tau = 1$

- INTENSITÀ LUMINOSA $I \Rightarrow I = \frac{\Phi}{\omega} \text{ [cd]} \quad (\omega = 4\pi)$

- LUMINANZA $L \Rightarrow L = \frac{I}{A \cdot \cos \alpha} \text{ [nit]}$

- ENERGENZA $M \Rightarrow M = \frac{\Phi}{A} \text{ [lm/m}^2\text{]}$

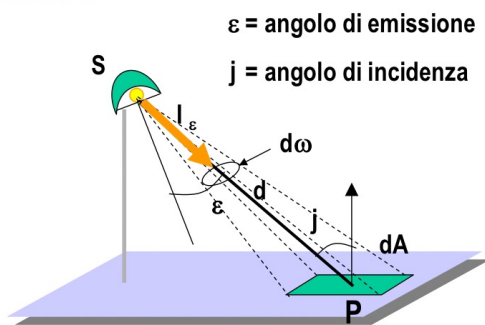
- M relativa alla riflessione di superficie illuminata $\Rightarrow M = \rho \cdot E \text{ [lm/m}^2\text{]}$
- M relativa alla trasmissione di superficie illuminata $\Rightarrow M = \tau \cdot E \text{ [lm/m}^2\text{]}$

- ILLUMINAMENTO $E \Rightarrow E = \frac{\Phi}{A} \text{ [lx]}$

ILLUMINAMENTO PUNTUALE DA SORGENTI PUNTIFORMI

Condizioni di validità:

- le tre dimensioni della sorgente sono trascurabili rispetto alla distanza dalla superficie illuminata



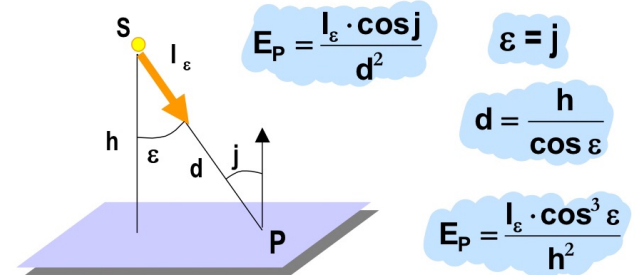
$$E_P = \frac{d\Phi}{dA} \quad d\Phi = I_\varepsilon \cdot d\omega$$

$$E_P = \frac{I_\varepsilon \cdot d\omega}{dA} \quad d\omega = \frac{dA \cdot \cos j}{d^2}$$

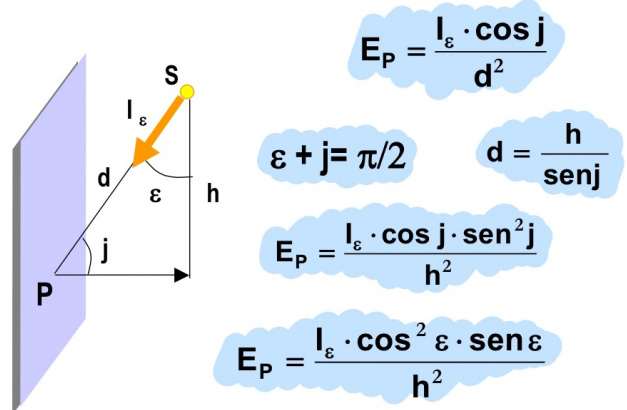
$$\Rightarrow E_P = \frac{I_\varepsilon \cdot \cos j}{d^2}$$

ALCUNE APPLICAZIONI

ILLUMINAMENTO SU SUPERFICIE ORIZZONTALE DA LAMPADA AD ASSE VERTICALE



ILLUMINAMENTO SU SUPERFICIE VERTICALE DA LAMPADA AD ASSE VERTICALE



- EFFICIENZA LUMINOSA $\eta \Rightarrow \eta = \frac{\Phi}{\Phi_e} = \frac{E}{I} \text{ [lm} \cdot \text{W}^{-1}\text{]}$

$$E = \eta \cdot I \quad I = \frac{E}{\eta}$$

- FATTORE MEDIO DI UCE DIURNA $FLD_m \Rightarrow FLD_m = \frac{\sum A \cdot E \cdot \psi \cdot \tau}{(1 - \rho_m) A_{TOT}}$

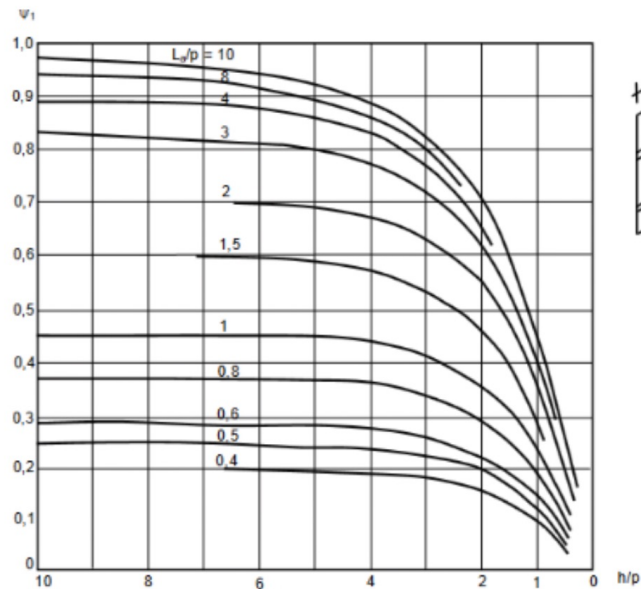
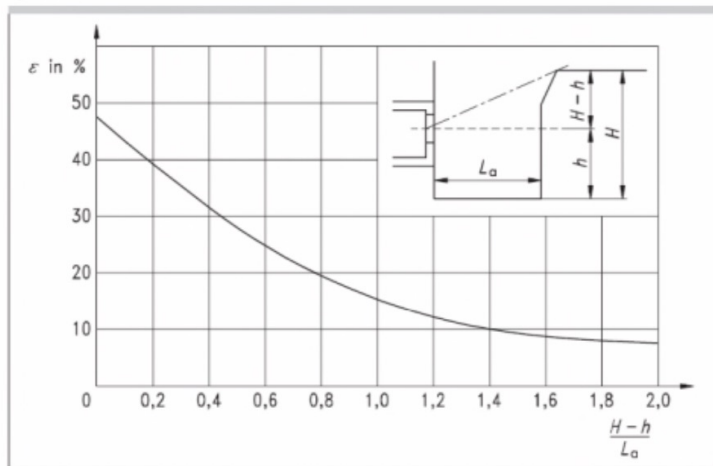
- FATTORE DI RIFLESSIONE MEDIO $\rho_m \Rightarrow$

$$\rho_m = \frac{\sum S \cdot \rho}{\sum S}$$

	$FLD_m \geq 1\%$	$FLD_m \geq 2\%$	$FLD_m \geq 3\%$	$FLD_m \geq 5\%$
Edilizia residenziale	—	tutti i locali di abitazione	—	—
Edilizia scolastica	uffici, spazi di distribuzione, scale, servizi igienici	palestre, refettori, e aule comuni	ambienti a uso didattico, laboratori	aule giochi, aule nido
Edilizia ospedaliera	come edilizia scolastica	palestre e refettori	ambienti di degenza, diagnostica, laboratori	—

Legenda

- h Altezza della finestra dal piano stradale
- H Altezza del fabbricato contrapposto
- L_a Larghezza della strada



- FATTORE FINESTRA ε

- $\varepsilon = 1$ $\Rightarrow$ finestra orizzontale senza impedimenti
- $\varepsilon = 0,5$ $\Rightarrow$ finestra verticale senza impedimenti
- $\varepsilon < 1$ $\Rightarrow$ finestra con impedimenti (da calcolare)

- FATTORE DI RIDUZIONE ψ

- $\psi = 1$ $\Rightarrow$ finestra filo facciata
- $\psi < 1$ $\Rightarrow$ finestra incassata (da calcolare)

- FLUSSO TOTALE $\Phi_t \Rightarrow \Phi_t = \frac{E_m \cdot A}{U \cdot M} \quad [lm]$

- E_m = illuminamento medio
- A = area piano utile
- U = fattore di utilizzo
- M = fattore di trasmissione

$$E_m = \frac{\Phi_t \cdot U \cdot M}{A} \quad [lx]$$

$$A = \frac{\Phi_t \cdot U \cdot M}{E_m} \quad [m^2]$$

$$U = \frac{E_m \cdot A}{\Phi_t \cdot M}$$

$$M = \frac{E_m \cdot A}{\Phi_t \cdot U}$$

- FATTORE DI UTILIZZO $U \Rightarrow U = \frac{\Phi_u}{\Phi_e}$

- U dipende dall'INDICE del LOCALE i

- FLUSSO DI UTILIZZO $\Phi_u \Rightarrow \Phi_u = U \cdot \Phi_t \cdot M \quad [lm]$

- FATTORE DI MANUTENZIONE M

- $M = 1$ $\Rightarrow$ impatto medio
- $M = 0,8$ $\Rightarrow$ ordinario
- $M = 0,7$ $\Rightarrow$ forte
- $M = 0,6$ $\Rightarrow$ molto elevato

- NUMERO DI SORGENTI $n^\circ \Rightarrow n^\circ = \frac{\Phi_t}{\Phi_s}$

- FLUSSO TOTALE $\Phi_t \Rightarrow \Phi_t = \Phi_s \cdot n^\circ \quad [lm]$

- FLUSSO SORGENTE $\Phi_s \Rightarrow \Phi_s = \frac{\Phi_t}{n^\circ} \quad [lm]$

$$\Phi_s = \frac{\Phi_t}{n^\circ}$$

i = INDICE DEL LOCALE parametro rappresentativo della geometria del locale

ILLUMINAZIONE DIRETTA

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

a e b = larghezza e lunghezza del locale
 h = altezza di sospensione degli apparecchi rispetto al piano utile

ILLUMINAZIONE INDIRETTA

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

a e b = larghezza e lunghezza del locale
 h' = distanza soffitto - piano utile



studocu

CURVA FOTOMETRICA	Indice del locale	SOFFITTO								STRUTTURA DELL'APPARECCHIO
		75%			50%			30%		
		PARETI			PARETI			PARETI		
		50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%	
 ↑ 0% ↓ 60% D ≤ 0,9 h	0,5 + 0,7	0,33	0,30	0,27	0,33	0,29	0,27	0,29	0,27	 Apparecchio incavato con schermo a lente prismatica - lampada ad incandescenza
	0,7 + 0,9	0,41	0,37	0,34	0,41	0,37	0,34	0,37	0,34	
	0,9 + 1,12	0,45	0,41	0,39	0,45	0,41	0,39	0,41	0,38	
	1,12 + 1,38	0,50	0,47	0,43	0,49	0,46	0,43	0,45	0,43	
	1,38 + 1,75	0,53	0,49	0,46	0,52	0,49	0,46	0,48	0,46	
	1,75 + 2,25	0,56	0,53	0,51	0,56	0,53	0,50	0,52	0,50	
	2,25 + 2,75	0,59	0,56	0,54	0,58	0,56	0,53	0,55	0,53	
	2,75 + 3,50	0,60	0,58	0,56	0,59	0,57	0,55	0,56	0,55	
 ↑ 0% ↓ 65% D ≤ 0,5 h	3,50 + 4,50	0,62	0,60	0,58	0,61	0,59	0,58	0,58	0,57	 Faretto incavato con lampada ad incandesc.
	5,0 + 6,0	0,63	0,62	0,60	0,62	0,61	0,60	0,60	0,59	
	0,5 + 0,7	0,53	0,51	0,49	0,53	0,51	0,49	0,51	0,49	
	0,7 + 0,9	0,56	0,54	0,53	0,56	0,54	0,53	0,54	0,53	
	0,9 + 1,12	0,58	0,56	0,55	0,58	0,56	0,55	0,56	0,55	
	1,12 + 1,38	0,60	0,58	0,57	0,60	0,58	0,57	0,58	0,57	
	1,38 + 1,75	0,62	0,60	0,59	0,61	0,60	0,59	0,59	0,58	
	1,75 + 2,25	0,63	0,62	0,60	0,63	0,61	0,60	0,61	0,60	
 ↑ 35% ↓ 45% D ≤ 1,2 h	2,25 + 2,75	0,64	0,63	0,61	0,63	0,62	0,61	0,62	0,61	 Apparecchio per illuminazione diretta - in- diretta con lampade fluorescenti
	2,75 + 3,50	0,65	0,64	0,63	0,64	0,63	0,63	0,63	0,62	
	3,50 + 4,50	0,66	0,65	0,64	0,65	0,64	0,63	0,63	0,63	
	5,0 + 6,0	0,66	0,66	0,65	0,66	0,65	0,64	0,64	0,64	
	0,5 + 0,7	0,26	0,22	0,18	0,22	0,19	0,16	0,16	0,15	
	0,7 + 0,9	0,31	0,27	0,24	0,27	0,24	0,22	0,21	0,19	
	0,9 + 1,12	0,34	0,32	0,28	0,30	0,27	0,25	0,24	0,22	
	1,12 + 1,38	0,38	0,35	0,31	0,34	0,30	0,28	0,26	0,25	
 ↑ 75% ↓ 0% D ≤ 1,5 h	1,38 + 1,75	0,41	0,38	0,33	0,36	0,33	0,30	0,28	0,27	 Apparecchio per illuminazione indiretta con lampade fluorescenti
	1,75 + 2,25	0,45	0,42	0,38	0,40	0,36	0,34	0,31	0,30	
	2,25 + 2,75	0,49	0,46	0,42	0,42	0,41	0,37	0,34	0,33	
	2,75 + 3,50	0,51	0,50	0,44	0,44	0,44	0,39	0,36	0,34	
	3,50 + 4,50	0,55	0,52	0,49	0,47	0,45	0,43	0,38	0,37	
	5,0 + 6,0	0,57	0,54	0,51	0,49	0,46	0,44	0,46	0,38	
	0,5 + 0,7	0,15	0,11	0,10	0,09	0,08	0,06	0,04	0,03	
	0,7 + 0,9	0,19	0,15	0,13	0,12	0,10	0,09	0,06	0,04	
 ↑ 0% ↓ 78% D ≤ 1,0 h	0,9 + 1,12	0,22	0,19	0,16	0,14	0,12	0,10	0,07	0,05	 Apparecchio aperto con riflettore in alluminio, lampade tubolari fluorescenti
	1,12 + 1,38	0,26	0,22	0,19	0,17	0,14	0,13	0,08	0,07	
	1,38 + 1,75	0,28	0,24	0,21	0,19	0,16	0,14	0,09	0,08	
	1,75 + 2,25	0,32	0,28	0,25	0,21	0,18	0,17	0,11	0,10	
	2,25 + 2,75	0,35	0,31	0,29	0,23	0,21	0,19	0,12	0,11	
	2,75 + 3,50	0,38	0,34	0,31	0,25	0,22	0,21	0,13	0,12	
	3,50 + 4,50	0,42	0,39	0,36	0,27	0,25	0,24	0,15	0,14	
	5,0 + 6,0	0,43	0,41	0,38	0,29	0,27	0,25	0,16	0,15	
 ↑ 0% ↓ 63% D ≤ 1,0 h	0,5 + 0,7	0,31	0,27	0,24	0,31	0,27	0,24	0,27	0,24	 Apparecchio con schermo quadrato con lam- pade tubolari fluorescenti
	0,7 + 0,9	0,40	0,35	0,31	0,39	0,35	0,31	0,34	0,31	
	0,9 + 1,12	0,46	0,41	0,38	0,45	0,41	0,38	0,41	0,38	
	1,12 + 1,38	0,53	0,48	0,44	0,52	0,47	0,44	0,47	0,44	
	1,38 + 1,75	0,57	0,53	0,49	0,56	0,51	0,49	0,52	0,49	
	1,75 + 2,25	0,64	0,59	0,56	0,63	0,58	0,55	0,58	0,55	
	2,25 + 2,75	0,68	0,64	0,60	0,66	0,63	0,60	0,62	0,60	
	2,75 + 3,50	0,71	0,67	0,64	0,69	0,66	0,63	0,65	0,63	
	3,50 + 4,50	0,74	0,71	0,69	0,73	0,70	0,68	0,69	0,67	
	5,0 + 6,0	0,77	0,74	0,72	0,75	0,73	0,71	0,72	0,70	
	0,5 + 0,7	0,26	0,23	0,21	0,26	0,23	0,21	0,23	0,21	
	0,7 + 0,9	0,33	0,29	0,27	0,32	0,29	0,27	0,29	0,27	
	0,9 + 1,12	0,37	0,34	0,32	0,37	0,34	0,32	0,34	0,32	
	1,12 + 1,38	0,42	0,39	0,36	0,41	0,38	0,36	0,38	0,36	
	1,38 + 1,75	0,45	0,42	0,39	0,44	0,42	0,39	0,41	0,39	
	1,75 + 2,25	0,49	0,46	0,44	0,48	0,46	0,44	0,45	0,44	
	2,25 + 2,75	0,52	0,49	0,47	0,51	0,49	0,47	0,48	0,46	
	2,75 + 3,50	0,54	0,51	0,49	0,53	0,51	0,49	0,50	0,49	
	3,50 + 4,50	0,56	0,54	0,52	0,55	0,53	0,52	0,52	0,51	
	5,0 + 6,0	0,58	0,56	0,54	0,56	0,55	0,54	0,54	0,53	

VALORI DI ILLUMINAMENTO RICHIESTI IN RAPPORTO ALLE ATTIVITA'

Tipo di interno, compito e attività	Illuminamento medio di esercizio (lux)
UFFICI	
scrittura, dattilografia, lettura, elaborazione dati	500
disegno tecnico	750

EDIFICI SCOLASTICI	
aule educazione artistica in scuole d'arte	750
aule scolastiche	300 ⁽¹⁾
EDIFICI DI CURA	
corsie, illuminazione per visita semplice	300
chirurgia, illuminazione area operatoria	da 10000 a 100000
AMBIENTI COMUNI	
aree di circolazione, corridoi	100 ⁽²⁾
scale, pianerottoli, ascensori	150 ⁽²⁾

Altre formule

- RISPARMIO ENERGETICO $\Delta E_{EL} = 0$

$$\Delta E_{EL} = E'_{EL} - E_{EL} \quad [Wh] \quad [kWh]$$

$$E_{EL} = W_{TOT} \cdot A_{(ore)} = (W_s \cdot n^\circ) \cdot A \quad [Wh] \quad [kWh]$$

- ILLUMINAMENTO MEDIO ESTERNO SU BARICENTRO FINESTRA $E_{e,b} = 0$ $E_{e,b} = E_{e,h} \cdot \varepsilon \cdot \psi$

• $E_{e,h}$ è l'illuminamento esterno sul piano orizzontale

- EMISSIONE LUMINOSA DELLA SORGENTE $\eta_s = 0$

$$\eta_s = \frac{\Phi_s}{W_s}$$