

# ILLUMINAZIONE INTERNA DEGLI EDIFICI AGRICOLI INDUSTRIALI

ASPETTI FISIOLOGICI: non deve "affaticare" l'occhio dell'operatore che deve operare in "sicurezza"

ASPETTI PRODUTTIVI: mantenimento della produttività per tutto il tempo lavorativo

ASPETTI ECONOMICI: mantenere dei costi accettabili

EFFETTI SULLA PRODUZIONE: buona conservazione dei prodotti foto-sensibili

- Occorre garantire un "benessere visivo"  
art. 2087 C.Civile ; art 10 DPR 303/56 (luce naturale diretta nei luoghi di lavoro)

## FOTOMETRIA

Flusso luminoso =  $(\Phi)$  [lumen] il flusso luminoso da una sorgente si definisce come la quantità di energia radiante da essa emessa nell'unità di tempo

Intensità luminosa =  $(I)$  [candela] di una sorgente

è il flusso luminoso emesso in una direzione, entro un angolo solido unitario (l'angolo solido è il rapporto fra l'area  $S_c$  di una calotta sferica di raggio  $R$  intercettata da un cono con vertice al centro della sfera ed il quadrato del raggio  $(S/r^2)$  steradiante =  $S/r^2$ )

Luminanza =  $(L)$  [stilb - Nit] è l'intensità luminosa emessa in una certa direzione per unità di superficie apparente della sorgente (o della superficie illuminata)

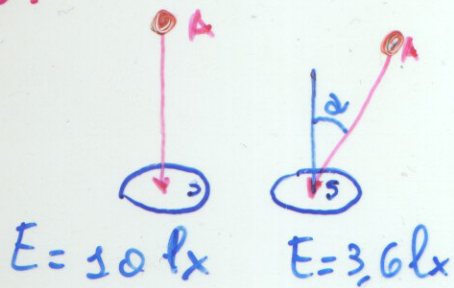
ILLUMINAMENTO  $(E)$  [lumen/m<sup>2</sup> o lux] è il rapporto

tra il flusso luminoso ricevuto da una superficie illuminata e l'area considerata  $E = \frac{d\Phi}{dS} = \frac{I \cos \alpha}{d^2}$

$d$  = distanza tra la sorgente e la superficie illuminata

La misura dell'illuminamento  $E$  si effettua con luxmetri

Esempio:



$$E = \frac{\phi}{S} = \frac{I \cos \alpha}{d^2}$$

$A$  = Lampada con intensità luminosa di 92 Cd

$d = 3 \text{ m}$

$\alpha = 45^\circ$

## VISIBILITA'

Sensibilità dell'occhio = radiazioni con  $\lambda = 0,39 \div 0,77 \mu\text{m}$

Un oggetto è visibile per la luce da esso riflessa

La visibilità dipende da quattro fattori essenzialmente:

- Illuminamento dell'oggetto (esistono dei valori di norma d PR 39/01/50 n° 303 (art 10))

- Acutezza visiva (dipende dalla dimensione che l'oggetto assume sulla retina - correge con occhiali)

- Contrasto  $C = \frac{L_1 - L_2}{L_1} = 0 \div 1$   $L_1$  = luminanza dell'oggetto  $L_2$  = luminanza del fondo

- Velocità di percezione dipende da aspetti fisiologici ed è funzione dell'illuminamento

Inconvenienti: • disuniformità dell'illuminamento provoca affaticamento fisico e mentale

- di orientamento visivo = oltre i limiti della velocità di percezione
- Presenza di ombre troppo marcate (doppie o in movimento)

- Abbagliamento: oltre i 5000 lux se l'oggetto è chiaro e 20000 30000 lux se l'oggetto è scuro

# ILLUMINAZIONE NATURALE

La luminanza del sole è condizionata dalla latitudine, dalla stagione, dalle ore della giornata, dalle condizioni meteorologiche.

2, seconda della apertura e del suo posizionamento il flusso luminoso incidente interno varierà, dipende anche dalla distanza di altri fabbricati e dalla loro altezza

indice del giorno =  $\frac{E_i}{E_e}$  ← illuminamento sol piano lavoro  
 dove essere > del 3% ← illuminamento sulla superficie piana esterna del fabbricato

> e  $E_i$  non è sufficiente occorre integrare con luce artificiale

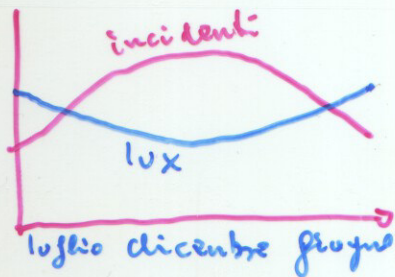
- evitare irraggiamento solare diretto per abbagliamento (meglio se aperture verso NORD)

- facilitare irraggiamento dal cielo

- evitare abbagliamenti da fabbricati esterni

- il fattore flusso luminoso interno è condizionato da: tipo di vetro e suo fattore di trasmissione, fattore di ostruzione (montanti-listelli), Fattore di manutenzione sup. trasparenti ed superfici interne

indice di vetratura:  $\frac{S_v}{S_p} = 30 \div 50\%$   
 $S_v$  ← Superficie vetrata  
 $S_p$  ← Superficie pavimento



Andamento degli incidenti sul luogo di lavoro con il variare della luminosità interna

Non è utile aumentare indiscriminatamente la superficie vetrata = aumento di T; Finestre sovrapposte al piano di lavoro; maggiore radianza solare diretta

$$E_{im} = \frac{E_f \times F \times A}{S \times \alpha_m} = \text{illuminamento } \underline{\underline{\underline{\text{medio interno}}}}$$

$E_f$  = illuminamento alle facce esterne delle finestre

$A$  = superficie totale delle finestre

$F$  = fattore dovuto alla trasparenza del vetro

$S$  = superficie di pareti ed apparecchiature interne

$\alpha_m$  = coefficiente di assorbimento delle superfici  $S$

$\alpha_m = 1 - \tau_m$  ;  $\tau_m$  = coefficiente di rinvio

Materiale e natura della superficie	Coefficiente di assorbimento	Coefficiente di rinvio
Intonaco comune bianco (latte di calce o simili) o carta	0,2	0,8
Intonaco comune o carta di colore molto chiaro (avorio, giallo, grigio)	0,3	0,7
Intonaco comune o carta di colore chiaro (grigio perla, avorio, giallo limone, rosa chiaro)	0,4 ÷ 0,5	0,6 ÷ 0,5
Intonaco comune o carta di colore medio (verde prato, azzurro chiaro, marrone chiaro)	0,5 ÷ 0,7	0,5 ÷ 0,3
Intonaco comune o carta di colore scuro (verde oliva, rosso)	0,7 ÷ 0,9	0,3 ÷ 0,1
Pavimenti di tinta chiara	0,4 ÷ 0,6	0,6 ÷ 0,4
Pavimenti di tinta scura	0,8 ÷ 0,9	0,2 ÷ 0,1
Alluminio	0,2 ÷ 0,1	0,8 ÷ 0,9
Vernice bianca	0,5	0,5
Smalto bianco	0,4	0,6
Plastica chiara	0,45	0,55

imponendo  $E_{im} \Rightarrow A = \frac{E_{im} \times S (1 - \alpha_m)}{E_f \times F}$

se  $L$  = luminanza del cielo

$$\mu_m = \frac{E_{im}}{L}$$

$$= \frac{F \times A \times E}{S \times (1 - \alpha_m)}$$

dove  $E = \frac{E_f}{L}$   
 $E$  = fattore finestra

$\mu_m$  = fattore medio di luce diurna  
 (luminanza del cielo)

Occorre verificare che comunque l'illuminamento minimo sia rispettato