

Seminario di aggiornamento

Illuminazione naturale e sua importanza per la qualità della vita oggi

L. Di Fraia
difraia@unina.it

Napoli, 19 maggio 2008

L.Di Fraia, 19 maggio 2008

Luce naturale e benessere

Livelli di illuminamento naturale esterni:

- 5.000 lx (cielo coperto inverno)
- 100.000 lx (cielo sereno estate)

Quanta luce naturale nei luoghi di vita e lavoro?

Secondo recenti ricerche, occorrono
almeno 1500-2000 lx
per prevenire gli effetti negativi e
beneficiare di quelli positivi

L.Di Fraia, 19 maggio 2008

Effetti positivi di un'adeguata illuminazione naturale

Effetto caffeina (effetto a breve termine)

Migliora :

- la nostra attenzione
- la prestazione intellettuale
- l'umore
- la sensazione di poter prendere decisioni, etc.

Effetto vitamina (effetto a lungo termine)

Influisce beneficamente sui ritmi circadiani e sul
benessere psicofisico.

L.Di Fraia, 19 maggio 2008

Luce naturale e benessere

Altri effetti positivi

- Aumento della produttività
- recupero più veloce dei convalescenti
- risparmio energia elettrica per illuminazione
- maggior valore commerciale degli immobili

L.Di Fraia, 19 maggio 2008

Luce naturale e benessere

Alcuni possibili effetti negativi di una insufficiente illuminazione naturale

- rachitismo
- osteoporosi
- indebolimento del sistema immunitario
- malinconia
- insoddisfazione dell'ambiente di lavoro

L.Di Fraia, 19 maggio 2008

Luce naturale e benessere

alterazione produzione di ormoni
(melatonina, cortisol, etc.)



alterazione ritmi circadiani



depressione invernale (SAD)

L.Di Fraia, 19 maggio 2008

Illuminazione naturale

Di particolare importanza per:

ospedali e case di cura

case di riposo per anziani

scuole, specialmente materne ed elementari

L.Di Fraia, 19 maggio 2008

Conclusione

L'illuminazione naturale è importante
per il benessere nei luoghi di vita e lavoro

Ciò deve essere tenuto presente da:

- urbanisti
- progettisti di edifici
- responsabili della salute dei lavoratori

L.Di Fraia, 19 maggio 2008

LEGGI E NORME UNI

L.Di Fraia, 19 maggio 2008

DEFINIZIONE

Fattore medio di luce diurna, η_m :

rapporto tra l'illuminamento naturale medio dell'ambiente, E_m , e l'illuminamento E_o su una superficie orizzontale esterna che riceva luce dall'intera volta celeste, senza irraggiamento solare diretto.

L.Di Fraia, 19 maggio 2008

Locali di abitazione

DM Sanità del 5 luglio 1975

(Requisiti igienico-sanitari)

Art. 5

Tutti i locali degli alloggi ... debbono fruire di **illuminazione naturale diretta**, adeguata alla destinazione d'uso.

Per ciascun locale d'abitazione, l'ampiezza della finestra deve essere proporzionata in modo da assicurare un valore di **fattore luce diurna medio non inferiore al 2%**, e comunque la superficie finestrata apribile non deve essere inferiore a **1/8** della superficie del pavimento

L.Di Fraia, 19 maggio 2008

illuminazione naturale locali scolastici (riferimenti: DM 18/12/75, UNI 10840/2007)

Fattore medio di luce diurna
(valori minimi)

$$\eta_m = E_m/E_o$$

Ambiente

η_m
(%)

scuole materne

5

aule, laboratori, biblioteche

3

aula magna, sale professori, mensa

2

uffici, corridoi, scale, bagni

1

L.Di Fraia, 19 maggio 2008

UNI 10840 / 2007

Rapporto di uniformità : $\frac{\eta_{\min}}{\eta_{\max}} > 0,16$

Indice di abbagliamento in aule
laboratori, biblioteche, etc.

DGI: ≤ 21

Verifica del colore. L'uso di dispositivi che modificano lo spettro della radiazione luminosa trasmessa (per esempio vetri) rende necessaria la verifica del colore della luce naturale all'interno degli ambienti, al fine di evitare possibilità di affaticamento psico-fisico.

L.Di Fraia, 19 maggio 2008

Luoghi di lavoro

D.L.vo 81 / 2008

All. IV, art. 1.10

... i luoghi di lavoro devono disporre di sufficiente luce naturale.....

L.Di Fraia, 19 maggio 2008

Adeguamento al D. L.vo 81/2008

l'adeguamento relativo alla luce naturale
spesso è impossibile

L.Di Fraia, 19 maggio 2008

CALCOLI DI
DIMENSIONAMENTO

L.Di Fraia, 19 maggio 2008

CALCOLO DIRETTO DEL FATTORE MEDIO DI LUCE DIURNA (UNI 10840/2007)

$$\eta_m = \frac{A_f \cdot t}{A_{tot} (1 - r_m)} \cdot \varepsilon \cdot \Psi$$

$$\varepsilon = E_{0V} / E_0$$

E_0 : illuminamento orizzontale su una superficie esterna che riceve luce dall'intera volta celeste senza irraggiamento solare diretto

E_{0V} : illuminamento esterno sulla superficie vetrata verticale

A_f : area della superficie della finestra, escluso il telaio

t : fattore di trasmissione luminosa del vetro

ε : fattore finestra, rappresentativo della porzione di volta celeste

vista dal baricentro della finestra:

- $\varepsilon = 1,0$ per finestra orizzontale (lucernario) senza ostruzioni

- $\varepsilon = 0,5$ per finestra verticale senza ostruzione

- $\varepsilon < 0,5$ per finestra verticale con ostruzione (vedere fig. A 1)

A_{tot} : area totale delle superfici che delimitano l'ambiente

r_m : fattore medio di riflessione delle superfici che delimitano l'ambiente

L.Di Fraia, 19 maggio 2008

Ψ : fattore di riduzione del fattore finestra (si ricava da grafico)

figura A1 Determinazione del fattore finestra ε

UNI 10840/2007

Legenda

h Altezza della finestra dal piano stradale

H Altezza del fabbricato contrapposto

L_a Larghezza della strada

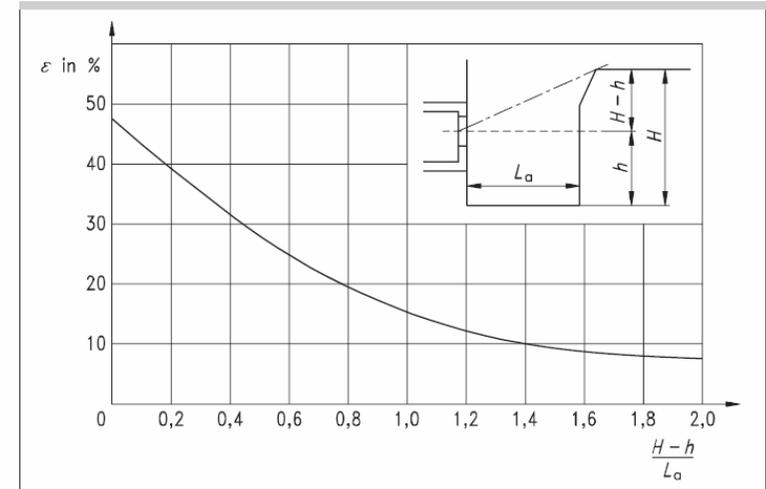


figura A2 Determinazione del fattore di riduzione ψ

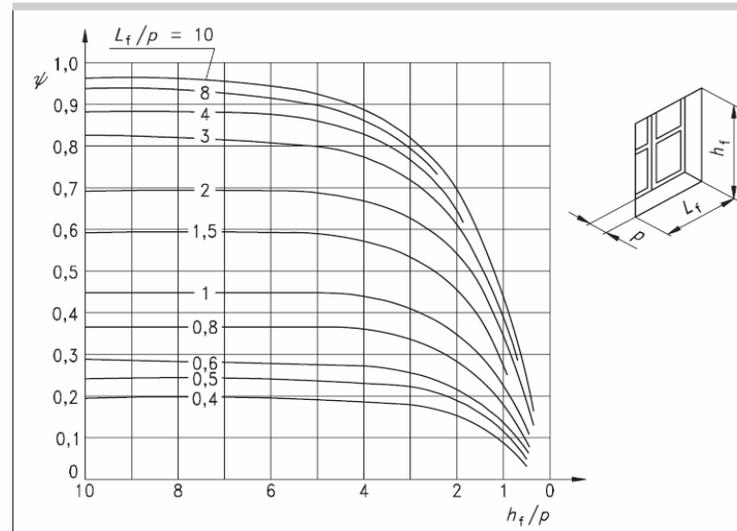
UNI 10840/2007

Legenda

L_f Larghezza della finestra

h_f Altezza della finestra

p Distanza tra finestra ed il bordo esterno della parete



Calcolo del fattore medio di luce diurna η_m

Metodo del fattore finestra (UNI 10840/2007):

$$\eta_m = \frac{A_f \cdot t}{A_{tot} (1 - r_m)} \cdot \varepsilon \cdot \Psi$$

Metodo di Littlefair - Plymouth:

$$\eta_m = \frac{t \cdot A_f}{A_{tot} (1 - r_m^2)} \cdot \theta$$

t = fattore di trasmissione del vetro;

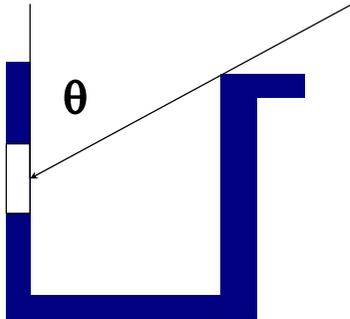
A_f = area della superficie vetrata della finestra;

A_{tot} = area totale di tutte le superfici dell'ambiente;

r_m = fattore medio di riflessione delle superfici del locale;

θ = angolo sotteso, nel piano verticale perpendicolare alla finestra, dalla porzione visibile del cielo, con vertice nel centro della finestra.

FATTORE MEDIO DI LUCE DIURNA (η_m) (metodo di Littlefair – Plymouth)



L.Di Fraia, 19 maggio 2008

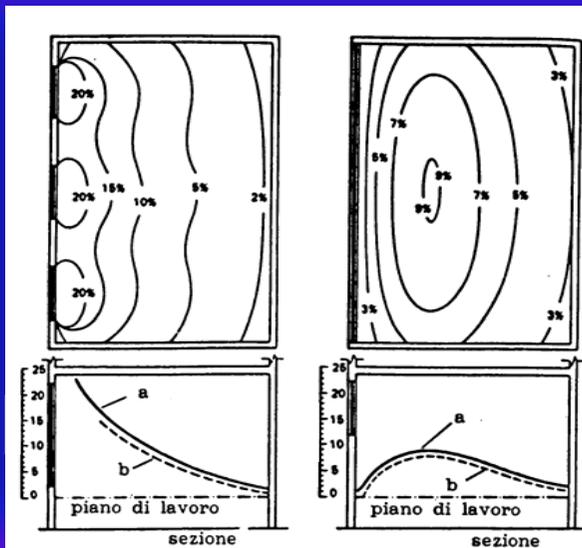
LIMITI DEI METODI DI CALCOLO DIRETTO DI η_m

Non tengono conto di:

- esposizione delle finestre
- forma delle finestre
- posizione delle finestre
- etc..

L.Di Fraia, 19 maggio 2008

CURVE DI DISTRIBUZIONE DEL FATTORE DI LUCE DIURNA ($\eta\%$) A PARITA' DI SUPERFICIE FINESTRA

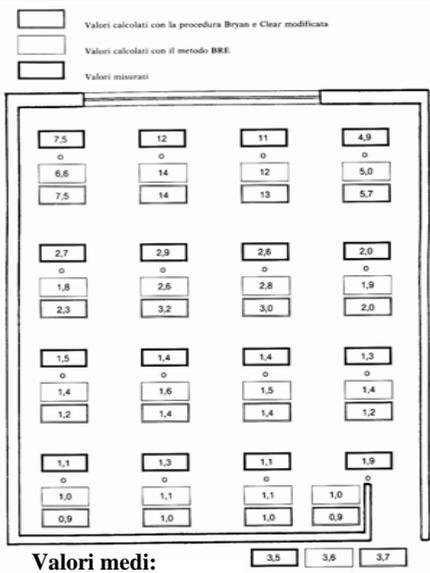


METODI COUMPUTERIZZATI PER IL CALCOLO PUNTUALE DI η

attendibilità in corso di valutazione

L.Di Fraia, 19 maggio 2008

Confronto tra valori misurati e calcolati del fattore di luce diurna per un'aula scolastica. Cielo uniformemente coperto.



Valore medio misurato: 3,5%

Valore medio calcolato col metodo del fattore finestra: 2,4%

Valore medio calcolato con il metodo di Littlefair e Plymouth: 2,9 %

19 maggio 2008

CERTIFICAZIONE ENERGETICA

L.Di Fraia, 19 maggio 2008

Certificazione energetica degli edifici

Direttiva europea 2002/91 (D.Lvo di attuazione 192 / 2005 e s.m.i.)

Rendimento energetico degli edifici: metodologia di calcolo basato:

- caratteristiche architettoniche dell'edificio (daylight)

-

Allegato

2. Il calcolo deve tener conto dei vantaggi insiti nelle seguenti opzioni:

d) illuminazione naturale

Illuminazione naturale

Tipiche proprietà luminose ed energetiche di cristalli

| Prodotto | spessore (mm) | fattore trasmis. | fattore solare F |
|--------------------|---------------|------------------|------------------|
| Cristallo chiaro | 6 | 0.89 | 0.85 |
| | 10 | 0.88 | 0.80 |
| Cristallo rosaline | 6 | 0.71 | 0.78 |
| | 10 | 0.61 | 0.71 |
| Cristallo grigio | 4 | 0.50 | 0.64 |
| | 6 | 0.40 | 0.59 |
| | 10 | 0.22 | 0.47 |
| Cristallo verde | 6 | 0.74 | 0.57 |
| | 10 | 0.64 | 0.48 |

fatt. trasm.: flusso luminoso trasmesso dal cristallo

fatt. solare: flusso energetico trasmesso dal cristallo

Risparmio di energia elettrica
offerto
dall'illuminazione naturale

IMPIANTI A POTENZA COSTANTE



$$W = K \times E_{art}$$

L.Di Fraia, 19 maggio 2008

IMPIANTI AD ILLUMINAMENTO COSTANTE



$$W = K E_{art} = (E_d - E_{nat})$$

L.Di Fraia, 19 maggio 2008

Risparmi di energia elettrica (%) per illuminazione
nei sistemi ad illuminamento costante

| E_d (lx) | 0,02 | η_m 0,03 | 0,04 | $E_n=0$ |
|---------------|------|------------------|------|---------|
| 600 | 31 | 44 | 51 | 14 |
| 800 | 24 | 35 | 44 | 14 |
| 1000 | 19 | 28 | 38 | 14 |

E_d = illuminamento medio desiderato

η_m = fattore medio luce diurna

E_n = illuminazione naturale

L.Di Fraia, 19 maggio 2008

Tecnologie per lo sfruttamento della luce naturale

- tubi di luce
- etc..

L.Di Fraia, 19 maggio 2008

CATTIVE PRATICHE

A livello urbanistico: spesso nuovi insediamenti abitativi sono progettati ignorando il diritto dei cittadini ad una sufficiente illuminazione naturale (vedi DM 5 luglio 1975).

A livello progettuale dei singoli edifici: troppo spesso nei progetti di edifici scolastici non vi è traccia è assente ogni riferimento all'illuminazione naturale (vedi DM 18/12/1975 e UNI 10840). Analogamente per i luoghi di lavoro (D.Lvo 626/94 sostituito dal D.Lvo 81 / 2008).

L.Di Fraia, 19 maggio 2008

FINE

L.Di Fraia, 19 maggio 2008

Pubblicazione degli atti

- [www . ordineingegnerinapoli . it](http://www.ordineingegnerinapoli.it)
- [www . commissioneilluminotecnica . it](http://www.commissioneilluminotecnica.it)
- [www . lightingwebsite . it](http://www.lightingwebsite.it)

L.Di Fraia, 19 maggio 2008