

ILLUMINAZIONE NATURALE E SUA IMPORTANZA PER LA QUALITÀ DELLA VITA DI OGGI

ORDINE DEGLI INGEGNERI DI NAPOLI
19 Maggio 2008

L'abbagliamento nell'utilizzo della luce naturale

Prof. Arch. Laura Bellia, Ing. Gennaro Spada
DETEC - Università degli Studi di Napoli "Federico II"

Come si compone la luce naturale

Diretta

Diffusa

Riflessa

Luce che arriva direttamente dal sole

Luce che, attraverso lo scattering, viene diffusa nella volta celeste

Luce diretta e diffusa che viene riflessa dalle superfici circostanti

I vantaggi nell'utilizzo della luce naturale

Qualità visiva

Benefici psico-fisici

Risparmio energetico

Elevata resa cromatica

Regolazione del ritmo circadiano

E' una risorsa totalmente gratuita

Elevato flusso luminoso

Diminuzione dell'affaticamento visivo grazie alla visione verso l'esterno

Non è inquinante

Criteri generali per una buona illuminazione con luce naturale

- Assicurarsi che l'illuminamento sia adeguato e sufficientemente uniforme per gli specifici compiti visivi
- Evitare i fenomeni di abbagliamento e assicurare una temperatura di colore adeguata
- Gestire al meglio l'integrazione con la luce artificiale al fine di ottenere il massimo risparmio energetico possibile

Ma quali sono le normative di riferimento in merito a questi tre punti fondamentali ?

Illuminamenti e altri requisiti generali

- Norma UNI EN 12464-1 (2004) – Luce e illuminazione. Illuminazione dei posti di lavoro. Posti di lavoro in interni.

Sostituisce la UNI 10380 (1994) e fornisce:

Requisiti di illuminazione (illuminamento medio mantenuto, UGR limite, Ra, T_{cp}) per interni (zone), compiti e attività

Illuminamento delle zone immediatamente circostanti il compito visivo e rapporto limite di uniformità di illuminamento tra compito visivo e zone immediatamente circostanti

Angoli di schermatura minimi per le specifiche luminanze delle lampade

Gruppi di appartenenza del colore delle lampade

Luminanza limite degli apparecchi che possono riflettersi nello schermo dei videoterminali in funzione del tipo di schermo

Abbagliamento da luce naturale

- Norma UNI 10840 (2007) - Luce e illuminazione. Locali Scolastici. Criteri generali per l'illuminazione naturale ed artificiale.

Sostituisce la 10840 (2000) che faceva riferimento alla UNI 10380 (1994) e fornisce:

Fattore medio limite di luce diurna per tipo di ambiente, di compito visivo o di attività

Rapporto relativo tra i fattori di luce diurna puntuale

Verifica in situ del colore della luce naturale

Valori limite del DGI in relazione a diverse attività

Risparmio energetico

- Norma UNI EN 15193 (2007) – Energy performance of buildings – Energy requirements for lighting.

Introduce per la prima volta un indicatore del consumo energetico per l'illuminazione degli ambienti interni: il LENI

Lighting **E**nergy **N**umeric **I**ndicator

$$\text{LENI} = \frac{W}{A} \quad [\text{kWh/m}^2 \text{ anno}]$$

Energia totale
annua impiegata
per l'illuminazione
[kWh/anno]

Superficie utile totale
dell'edificio [m²]

ABBAGLIAMENTO

Poniamo l'attenzione sul problema dell'abbagliamento.



Tipi di abbagliamento

- **Abbagliamento fisiologico o abbagliamento disabilitante**

Causa la riduzione delle performance visive dovuta alla diffusione della luce all'interno dell'occhio

- **Abbagliamento psicologico o abbagliamento molesto**

Causa perdita di comfort senza necessariamente provocare una perdita nella visione

Come si evitano i fenomeni di abbagliamento ?

- Evitando luminanze eccessivamente elevate
- Assicurando un buon rapporto tra le luminanze relative ad elementi presenti all'interno e all'esterno dell'ambiente, ma che ricadono contemporaneamente nel campo visivo dell'osservatore

Gli indici di abbagliamento

- Il **DGI** (Daylight **G**lare **I**ndex)

- Il **DGP** (Daylight **G**lare **P**robability)

Il DGI

Luminanza della sorgente
iesima [cd/m^2]

Angolo solido sotteso
dalla sorgente,
corretto in relazione
alla direzione di
osservazione [sr]

$$DGI = 10 \log \sum_i \frac{0,48 \cdot L_{S,i}^{1,6} \cdot \Omega_i^{0,8}}{L_b + 0,07 \cdot \omega^{0,5} \cdot L_w}$$

Luminanza media delle
superfici interne che
rientrano nel campo visivo
[cd/m^2]

Angolo solido totale
sotteso dalla finestra
[sr]

Luminanza media
della finestra
ponderata rispetto
alle aree relative di
cielo, ostruzione e
terreno [cd/m^2]

II DGI in relazione all'UGR

$$DGI = \frac{2}{3}(UGR + 14)$$

Categorie per la valutazione dell'abbagliamento	UGR	DGI
Appena percettibile	10 - 13	16 - 8
Accettabile	16 - 19	20-22
Fastidioso	22 - 25	24-26
Intollerabile	28	28

II DGP

Illuminamento verticale all'altezza dell'occhio dell'osservatore [lux]

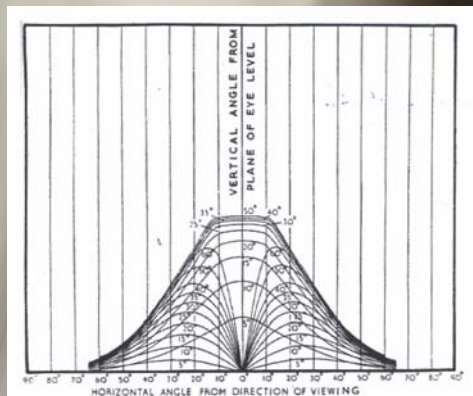
Luminanza della sorgente iesima [cd/m²]

$$DGP = 5,87 \cdot 10^{-5} \cdot E_v + 9,18 \cdot 10^{-2} \cdot \log \left(1 + \sum_i \frac{L_{S,i}^2 \cdot \omega_{S,i}}{E_v^{1,87} \cdot P_i^2} \right) + 0,16$$

Indice di posizione di Guth

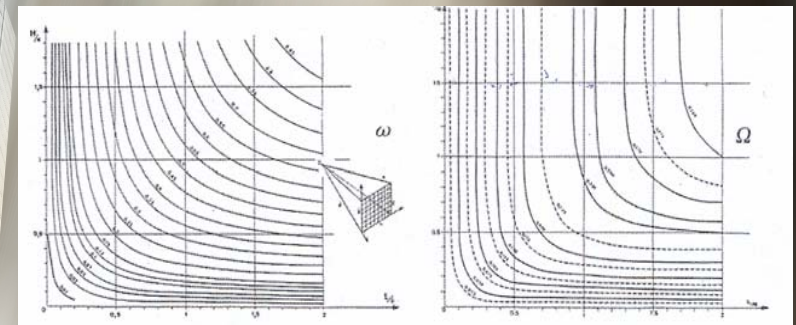
Angolo solido sotteso dalla sorgente iesima [sr]

Gli angoli solidi



Petherbridge, Longmore (1954)

Gli angoli solidi

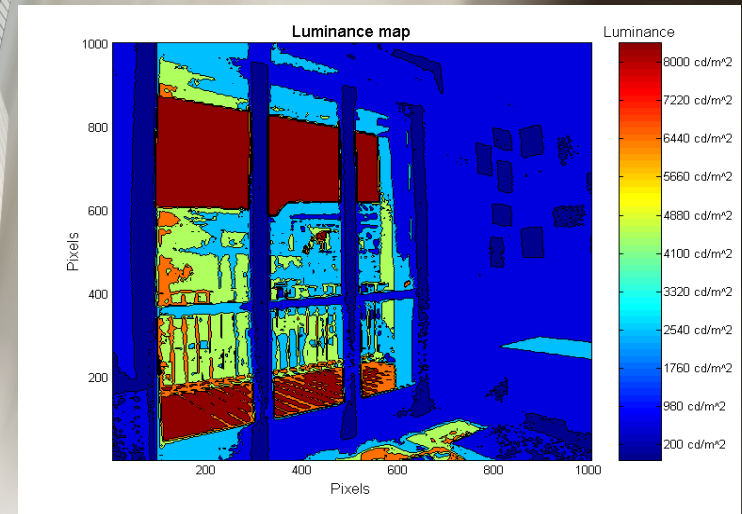


Chauvel et. Al. (1982)

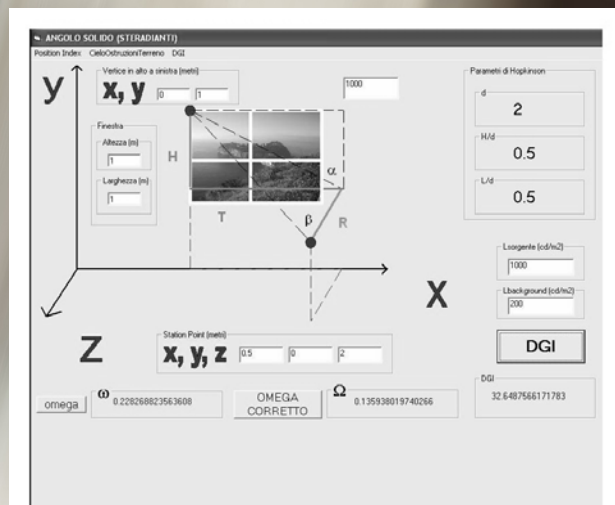
Superfici complesse



Il videoluminanzometro



Il metodo automatico per il calcolo geometrico



Dati di output

- ω
- Ω
- DGI
- Possibilità di effettuare sequenze di prove ed elaborazioni
- Possibilità di calcolare altri indici del tipo $G=f(\omega, \Omega, L_s, L_b)$

Valori limite del DGI (UNI 10840)	
Attività	DGI _{max}
Laboratori	21
Sale lettura	21
Aule	21
Sale computer	21
Aule da disegno	21
Aule di musica	23
Biblioteche	21
Paestre	23

Il controllo della luce naturale

Schermatura: Louver, Blind, Fish-System, Okasolar, Masosolar, Tende, Tende anti-UV

Controllo: Mensola riflettente, Mensola di luce con trattamento ottico, Variable Area Light Reflecting Assembly, Sun-Protection Mirror Louver, Anidolic Ceiling, Anidolic Zenithal Opening, Anidolic Solar Blind, Materiali a selettività angolare, Materiali cromogenici auto-regolanti (fotocromici, termocromici) e attivati elettricamente (elettrocromici, Reflective Hydrides, vetri a cristalli liquidi, Suspended Particle Display, Transparent Insulating Materials, Aerogels), Okalux, Kapilux, Okapane e Kapipane, Film olografici, Vetri a guide di luce con film olografico, Veneziana olografica, Filtri anti-UV e anti-IR, Vernici riflettenti, Pannello prismatico, Sun Shading Louver, Huppe System, Sun-Directing Glass

Conduzione: Laser-Cut Panel, Veneziana mobile con Laser-Cut Panel, Angolare Selective Skylight

Diffusione: Lucernari, Lucernari riflettenti, Shed, Cupola trasparente, Prisma riflettente

Trasporto: Light pipe, Camino di luce passivo e attivo con testa di captazione mobile o con eliostato

Internal Light shelf



External Light shelf



Shading louvers



Prof. Arch. Laura Belli
Ing. Gennaro Spada

Internal Curtain



Prof. Arch. Laura Belli
Ing. Gennaro Spada

Internal Blinds



Prof. Arch. Laura Belli
Ing. Gennaro Spada

Internal Venetian Blinds



Prof. Arch. Laura Belli
Ing. Gennaro Spada

External Blinds



External Venetian Blinds



Skylight



Light chimney / Sky tube



Electrochromic glass



Laser cut panel

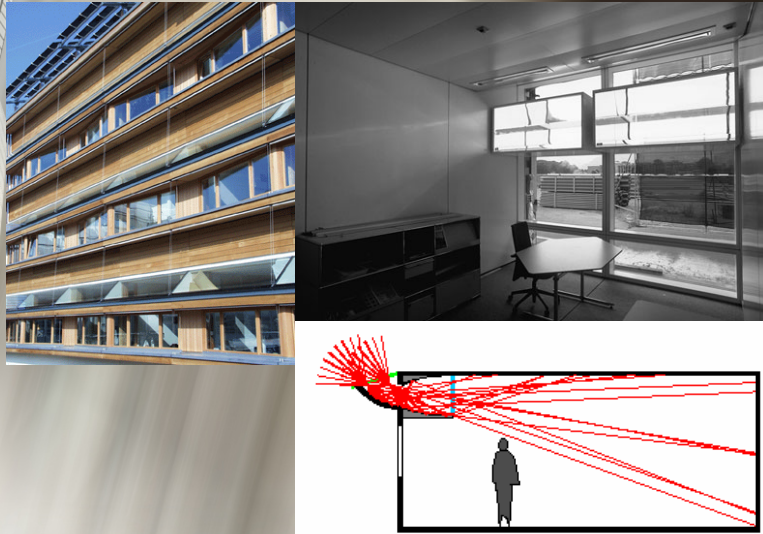


Light pipe



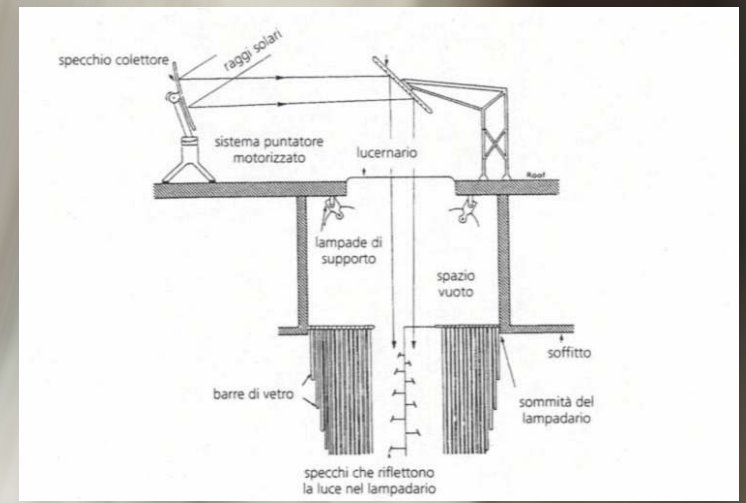
Prof.ssa Laura Bella, Ing. Gennaro Spada

Anidolic Zenithal Opening

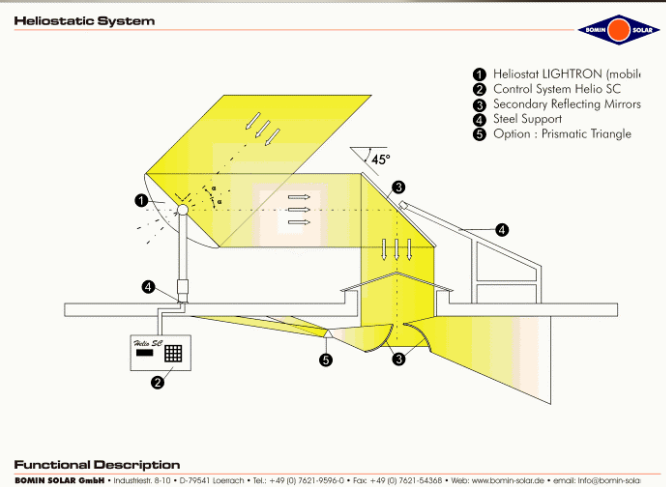


Integrated System

Sistema adottato nell'atrio dell'aeroporto di Manchester



Heliostatic System



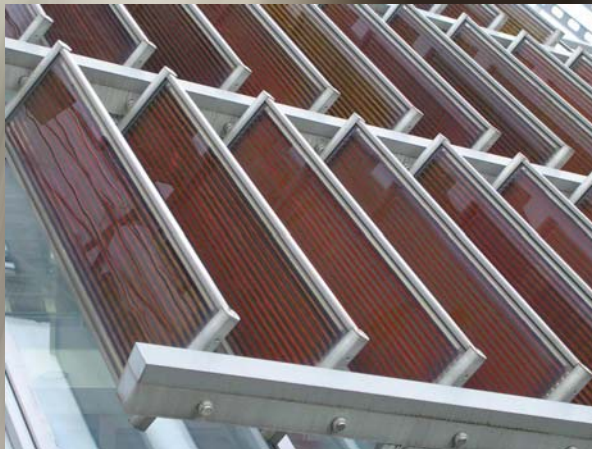
Liquid crystal window

Abitazione dotata di vetrata a cristalli liquidi; a sinistra lo stato inattivo in cui il vetro è traslucido e presenta una colorazione bianco-latte. Il vetro diventa trasparente (immagine a destra) quando, tramite un semplice interruttore, si attiva il campo elettrico.

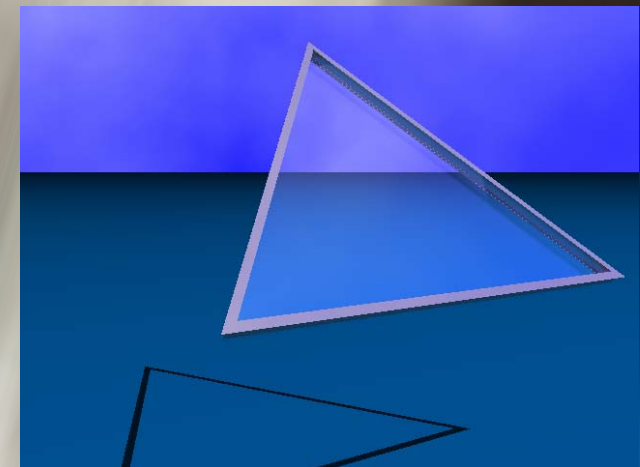


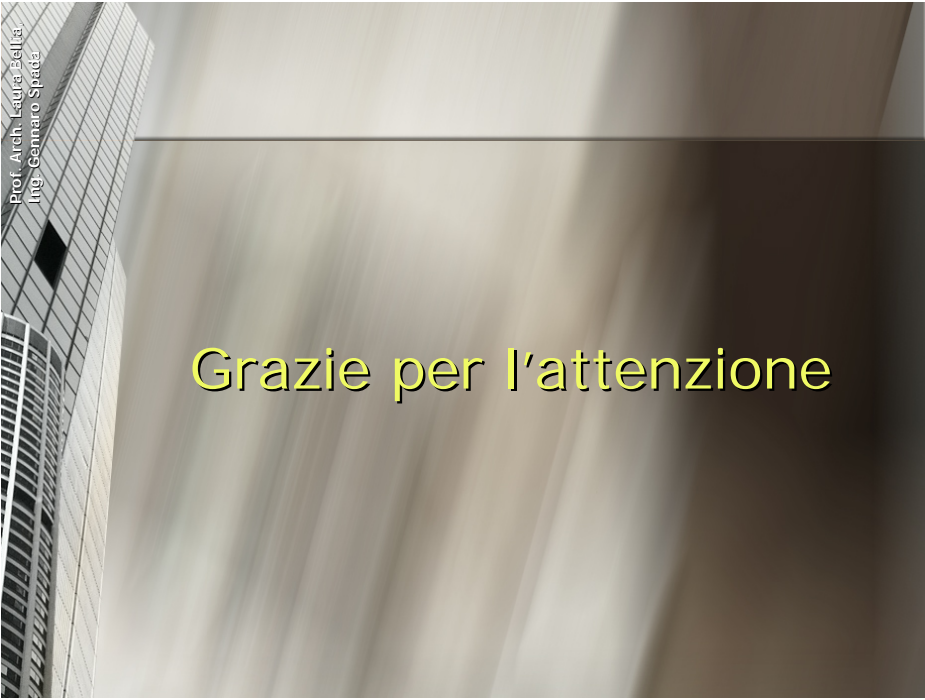
Holographic film

A seconda della posizione del sole i pannelli possono ruotare e deviare la radiazione solare impedendo che essa penetri all'interno dell'abitazione.



Aerogel window





Prof. Arch. Laura Belli
Ing. Gennaro Spada

Grazie per l'attenzione