

CONTROLLO DELLA RADIAZIONE SOLARE NELLA PROGETTAZIONE DEGLI EDIFICI

Gianluca Fantuzzi

18.12.2018 - ore 15.00



UN INVESTIMENTO PER IL TUO FUTURO



PRIMA DI INIZIARE

Buongiorno,

Si ricorda che durante l'esposizione sarà possibile intervenire ponendo delle domande nella chat condivisa.

Al termine del webinar vi chiediamo gentilmente di compilare un brevissimo questionario di gradimento dove potete esprimere il vostro parere.

USATE LA CHAT

Durante l'esposizione del webinar sarà possibile intervenire ponendo delle domande nella chat condivisa.



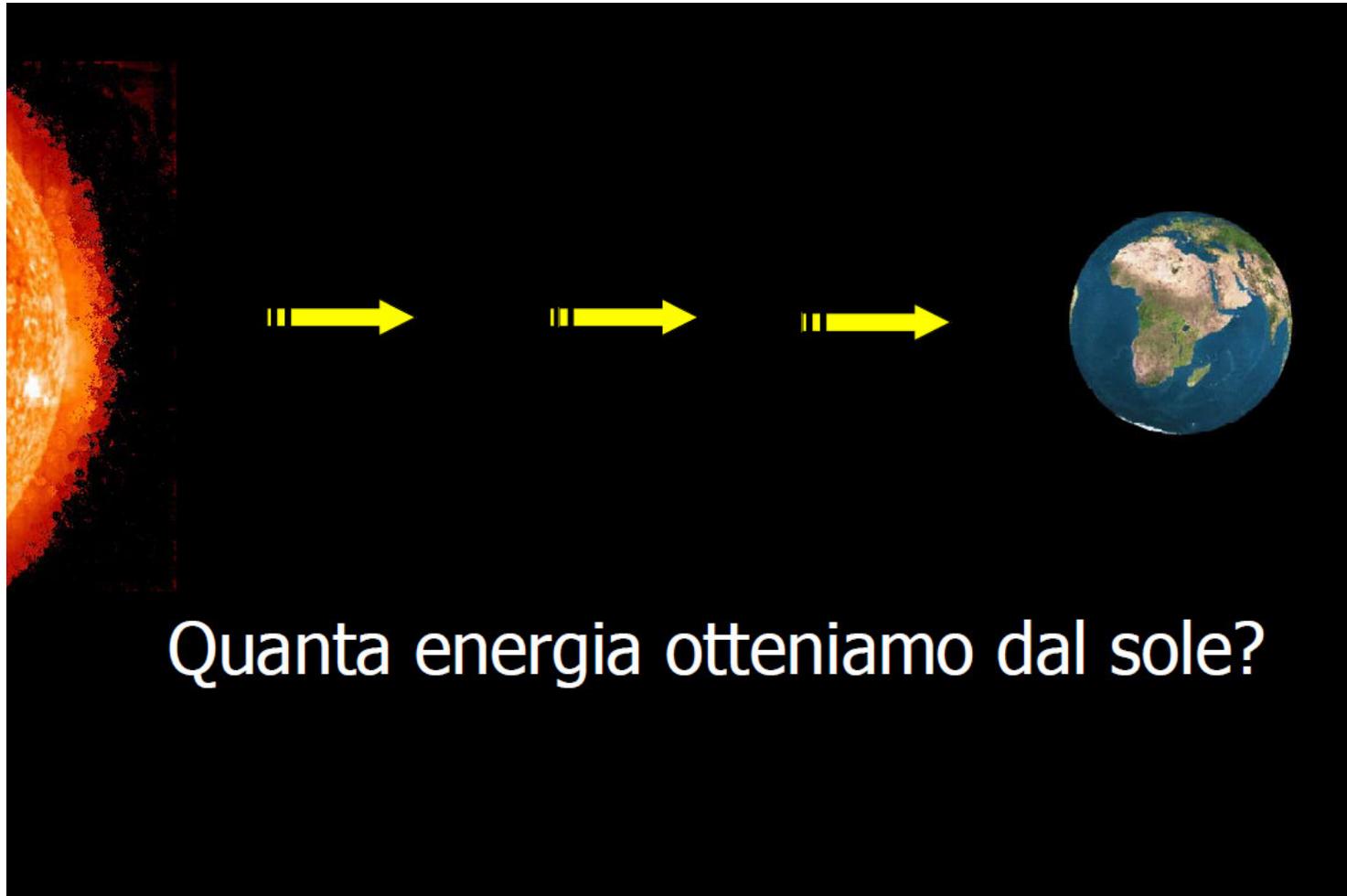
UN INVESTIMENTO PER IL TUO FUTURO



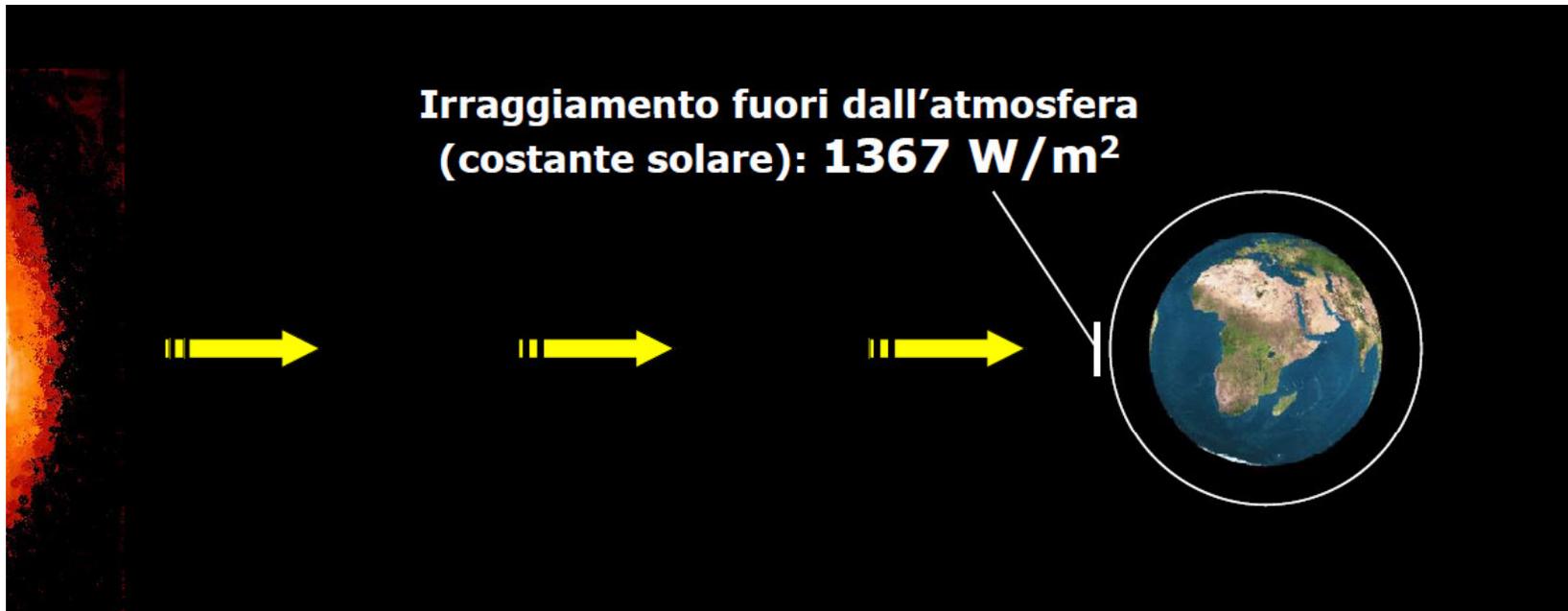
IN BREVE

- 1) Radiazione solare: definizione e misurazione
- 2) Involucro edilizio e bilancio energetico: importanza degli apporti gratuiti
- 3) I componenti vetrati: efficacia nel controllo della radiazione solare
- 4) Schermature solari: il controllo degli apporti solari in regime estivo
verifica dell'efficacia, maschere di ombreggiamento

1 – RADIAZIONE SOLARE



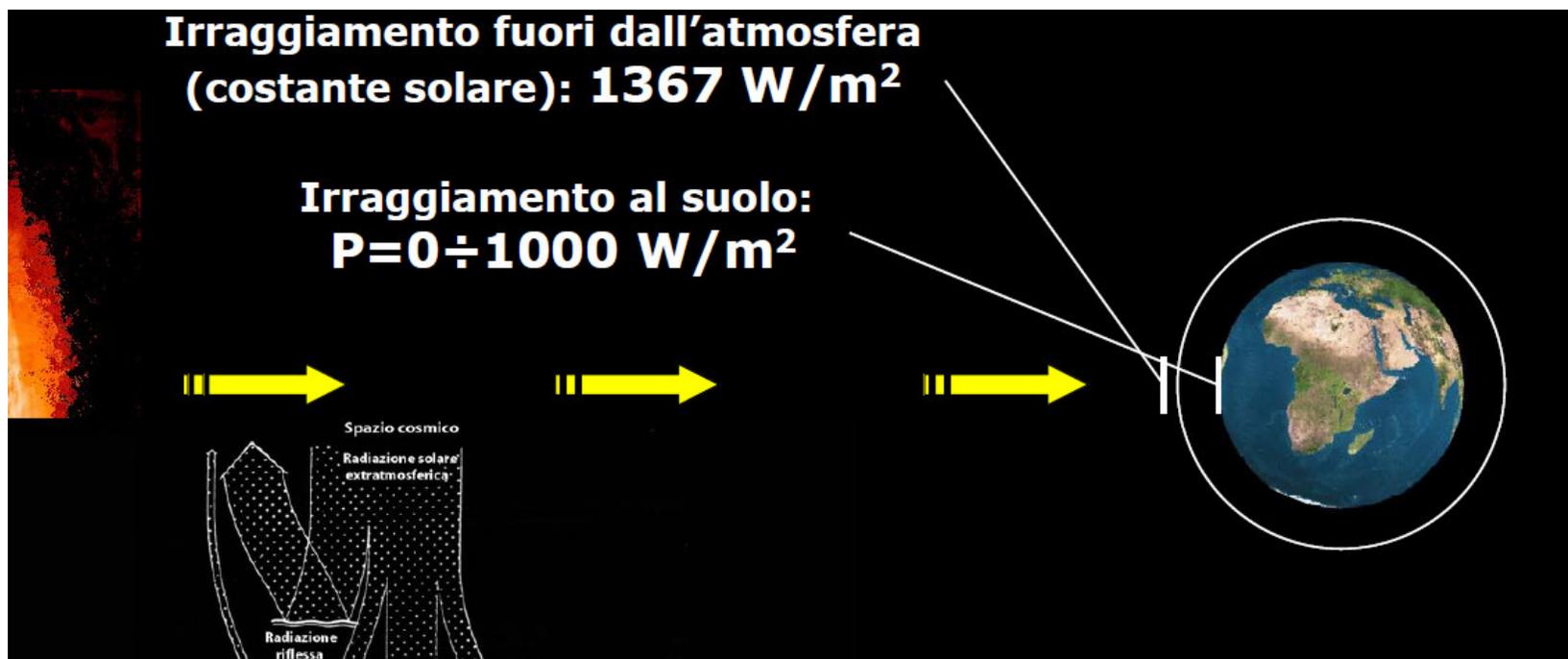
1 – RADIAZIONE SOLARE



Cos'è la radiazione solare ?

La radiazione solare è l'energia radiante emessa nello spazio interplanetario dal Sole, generata a partire dalle reazioni termonucleari di fusione che avvengono nel nucleo solare che producono radiazioni elettromagnetiche che si propagano poi nello spazio trasportando con sé energia solare

1 – RADIAZIONE SOLARE



La quantità d'energia solare che raggiunge il limite esterno dell'atmosfera è dell'ordine di 178.000 milioni di milioni di Watt all'anno.

Il 30% dell'energia solare incidente viene riflesso dall'atmosfera nell'universo; il 47% riscalda l'atmosfera, gli oceani e la terra, il 23% mette in moto il ciclo delle acque.

1 – RADIAZIONE SOLARE

GRANDEZZE FISICHE

Irraggiamento (H) è il rapporto tra l'energia radiante proveniente direttamente o indirettamente dal Sole che incide su una superficie e l'area della superficie medesima.

Si esprime in MJ/m² o Kwh/m².

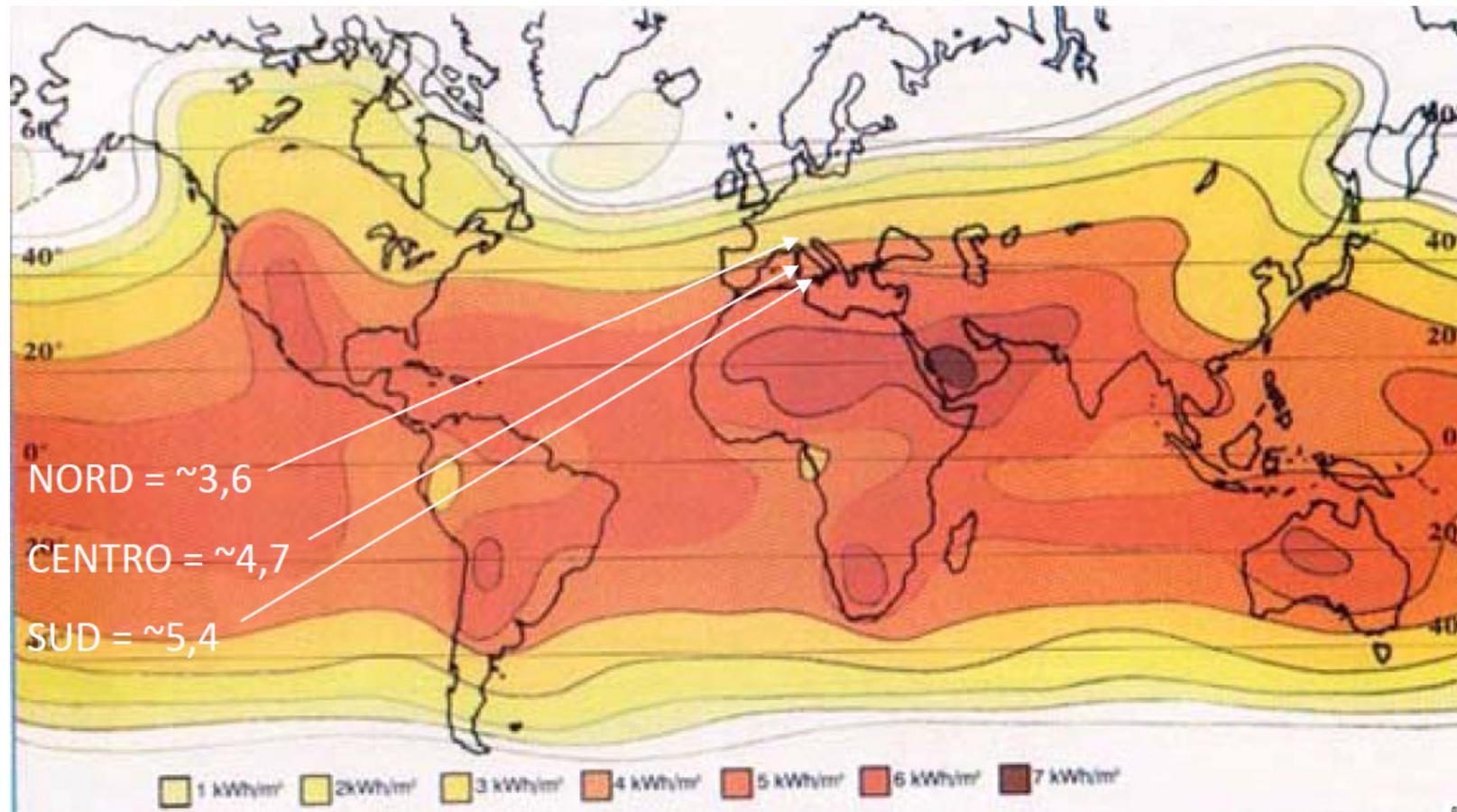
Irradianza (G) è il rapporto tra la potenza (energia per unità di tempo) proveniente direttamente o indirettamente dal Sole che incide su una superficie e l'area della superficie medesima.

Si esprime in W/m²

Dipende dall'orientamento della superficie, dalla latitudine e dal periodo dell'anno.

1 – RADIAZIONE SOLARE

IN FUNZIONE DELLA LATITUDINE - Irraggiamento medio quotidiano

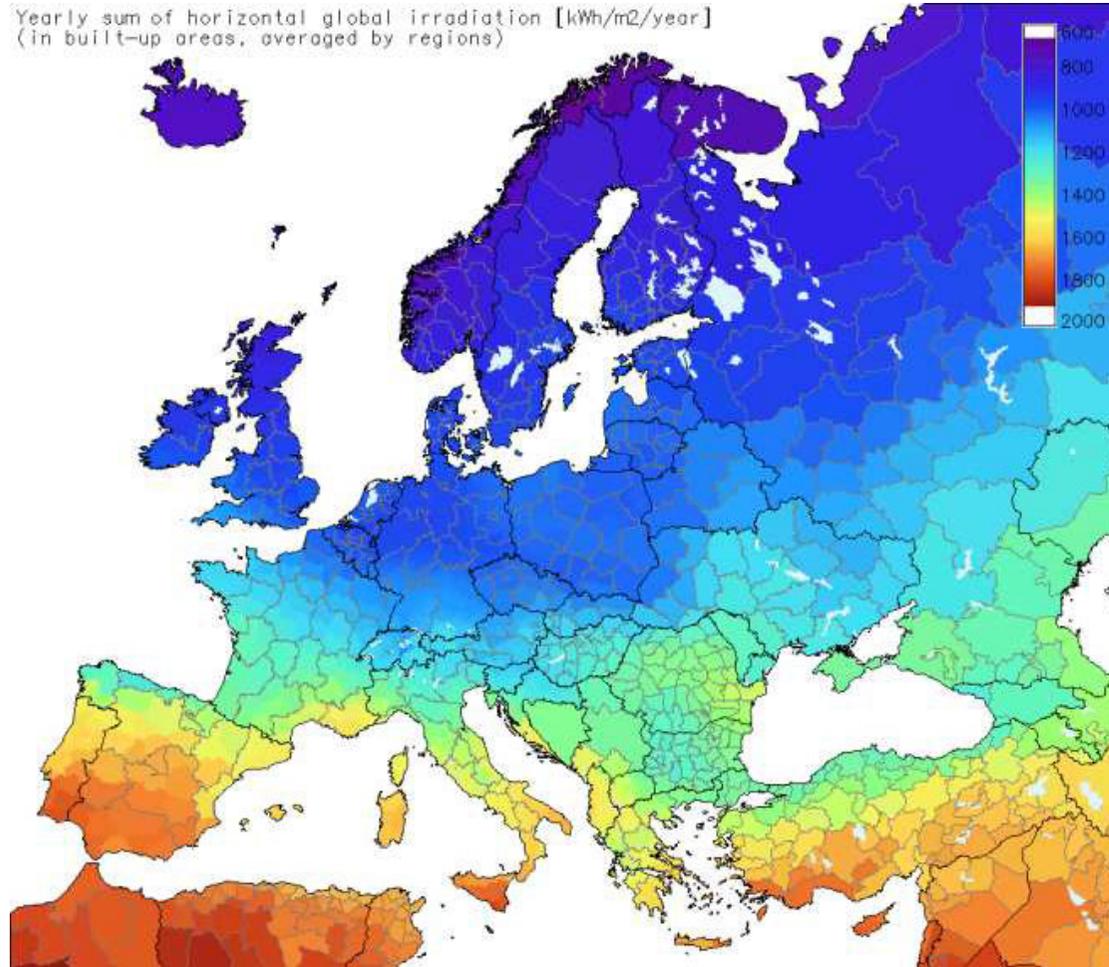


1 – RADIAZIONE SOLARE

La potenza che dal Sole raggiunge continuamente la superficie della Terra è pari a quella prodotta da circa 100.000 centrali elettriche da 1000 MW ciascuna.

- L'energia che raggiunge la Terra in 40' è pari al **fabbisogno energetico annuo** di tutta l'umanità
- L'energia che raggiunge la Terra in un giorno è pari al consumo energetico di tutta l'umanità in tutta la sua storia
- L'irradianza solare è dell'ordine di alcune centinaia di W/m² e raggiunge valori massimi intorno a 1000 W/m².
- L'irraggiamento solare giornaliero sulla Terra è molto variabile (da 0 a 10-12 kWh/m² giorno sull'orizzontale)
- In un anno una superficie orizzontale di 1 m² viene raggiunta da circa 1300 kWh a Torino, 1500 a Roma e 1600 a Catania. Su una superficie orientata in modo ottimale (Sud, 30-40° di inclinazione rispetto all'orizzontale) l'energia diviene rispettivamente pari a 1500, 1700 e 1800 kWh.

1 – RADIAZIONE SOLARE



1 – RADIAZIONE SOLARE

IN FUNZIONE DELL'ORIENTAMENTO E DELLA SUPERFICIE

- 1) La superficie che raccoglie il massimo irraggiamento in assenza di ombreggiamento è in genere orientata a Sud ed è inclinata di un angolo circa pari alla latitudine – 10 °
- 2) Su questa superficie l'irraggiamento solare annuo in Italia varia dai 1200 (Friuli) ai 2000 (Sicilia) kWh/m²
- 3) In generale i valori diminuiscono all'aumentare della latitudine (raggi solari più inclinati, maggiore attenuazione atmosferica)

1 – RADIAZIONE SOLARE

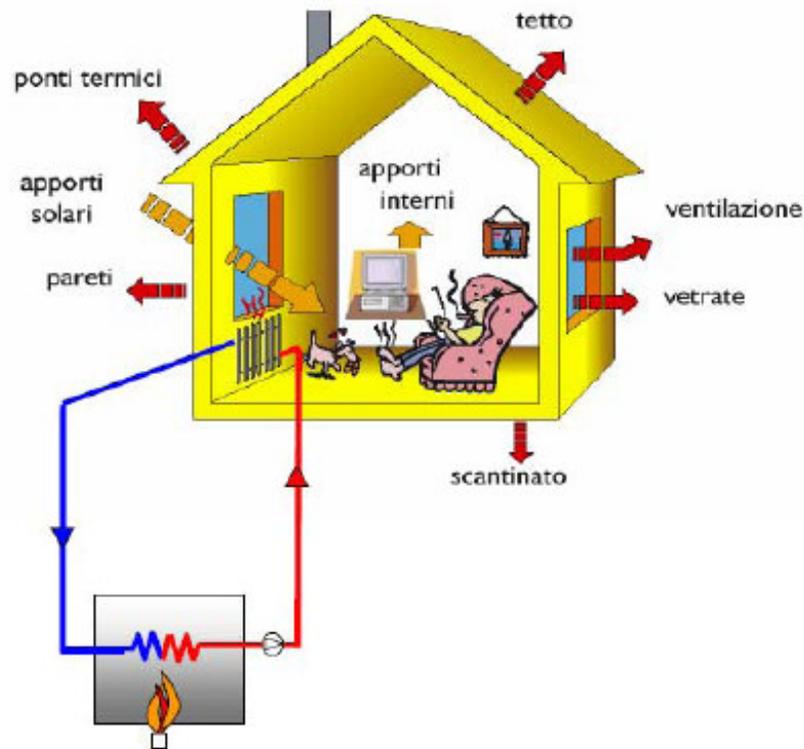
Irraggiamento quotidiano, media mensile, a Roma su superfici inclinate

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	an- nuale
→ orizzontale	1,69	2,54	3,78	4,89	6,02	6,58	6,86	6,16	4,69	3,29	2,02	1,51	4,19
→ 10° sud	2,05	2,9	4,13	5,24	6,15	6,64	6,99	6,44	5,11	3,76	2,43	1,87	4,48
→ 30° sud	2,69	3,42	4,52	5,37	6	6,31	6,77	6,55	5,55	4,43	3,05	2,42	4,76
latitudine sud	02,8	3,57	4,56	5,22	5,66	5,87	6,36	6,33	5,56	4,62	3,28	2,66	4,71
60° sud	2,83	3,58	4,33	4,67	4,82	4,85	5,35	5,58	5,22	4,61	3,42	2,83	4,35
→ verticale sud	2,65	3,02	3,31	3,25	2,92	2,77	3,1	3,56	3,82	3,8	3,05	2,61	3,15
verticale SO/SE	2,12	2,52	3,05	3,28	3,35	3,38	3,65	3,85	3,64	3,19	2,45	2,06	3,05
verticale E/O	1,23	1,67	2,4	2,99	3,42	3,65	3,77	3,61	2,92	2,12	1,46	1,15	2,54

Valori in kwh/m2

2 – INVOLUCRO EDILIZIO E BILANCIO ENERGETICO

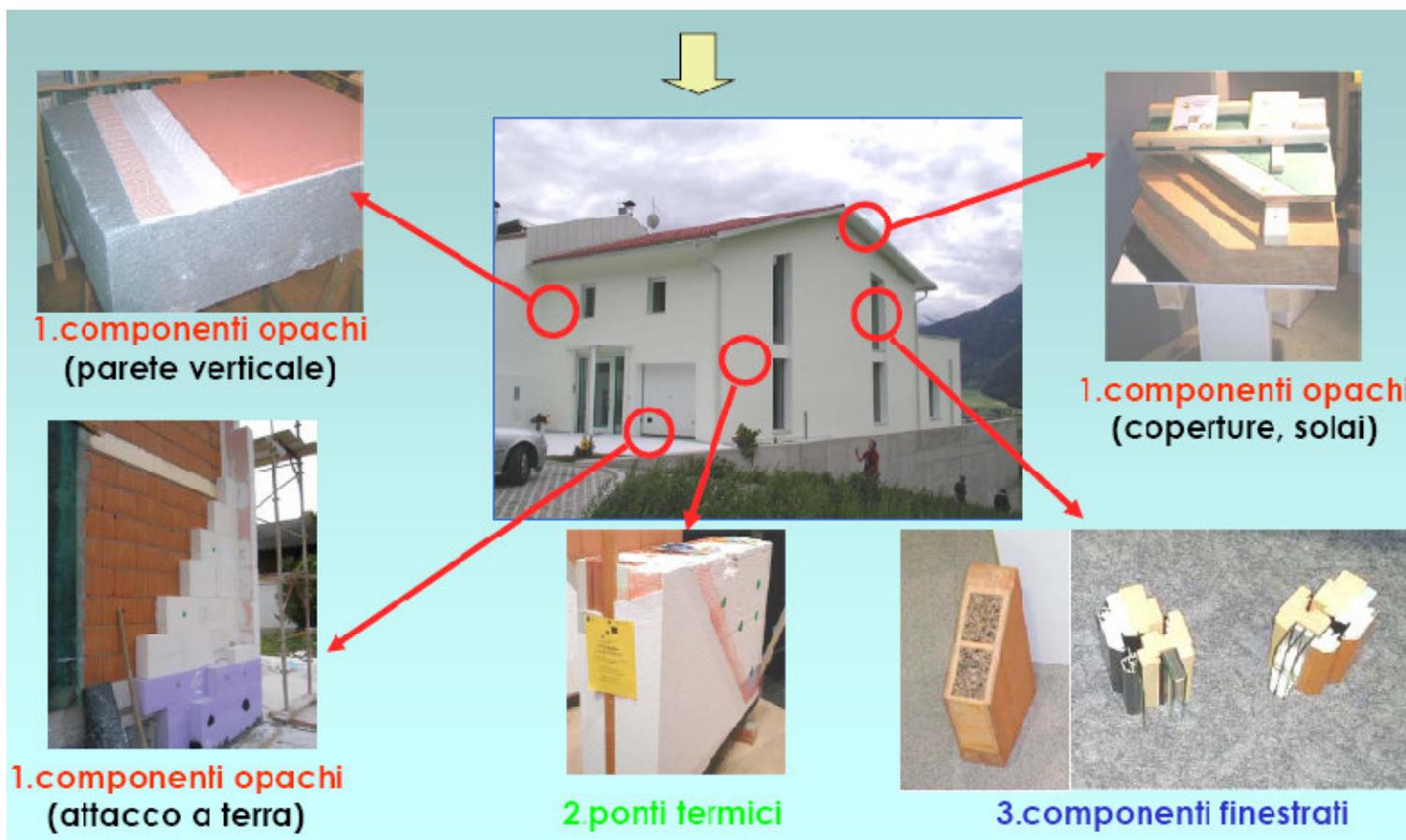
Cos'è l'involucro edilizio ?



L'involucro edilizio costituisce la superficie di controllo che delimita il sistema termodinamico "edificio", ed ha la funzione di controllare i flussi di energia al fine di garantire le condizioni di comfort negli ambienti confinati, di contenere i consumi energetici e gli impatti dell'ambiente esterno

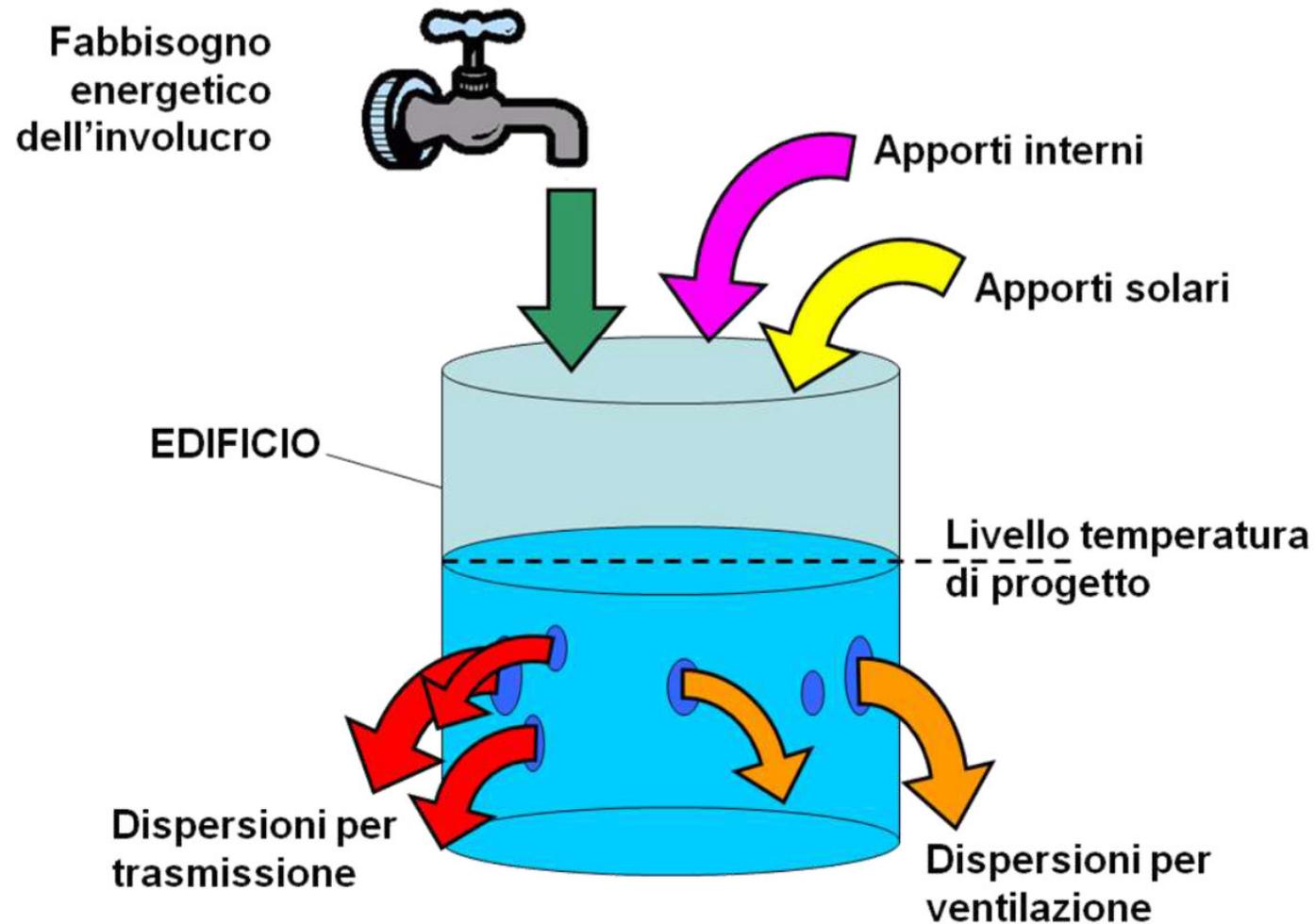
2 – INVOLUCRO EDILIZIO E BILANCIO ENERGETICO

I componenti dell'involucro edilizio



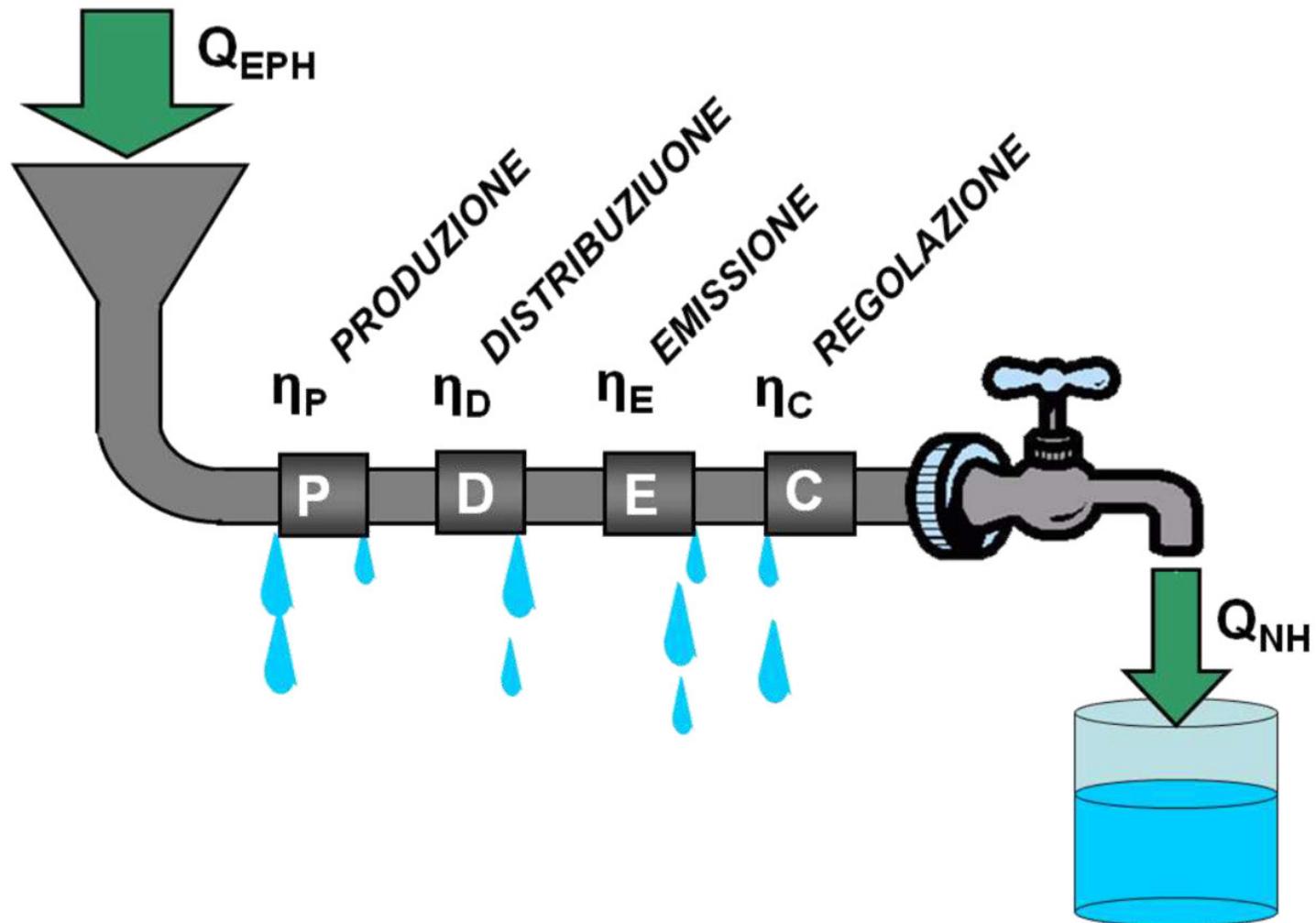
2 – INVOLUCRO EDILIZIO E BILANCIO ENERGETICO

Il bilancio energetico di un edificio



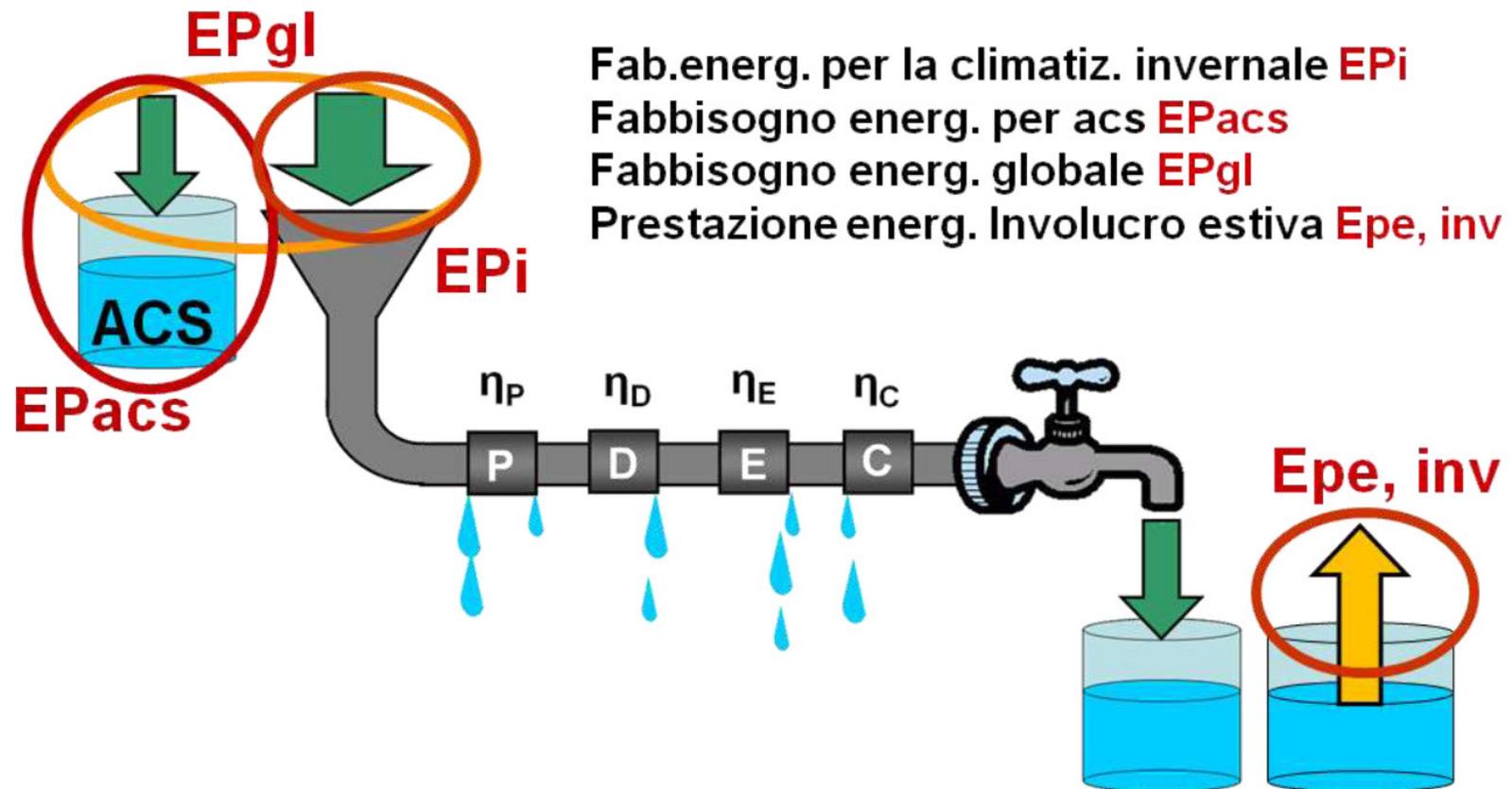
2 – INVOLUCRO EDILIZIO E BILANCIO ENERGETICO

I rendimenti dell'impianto



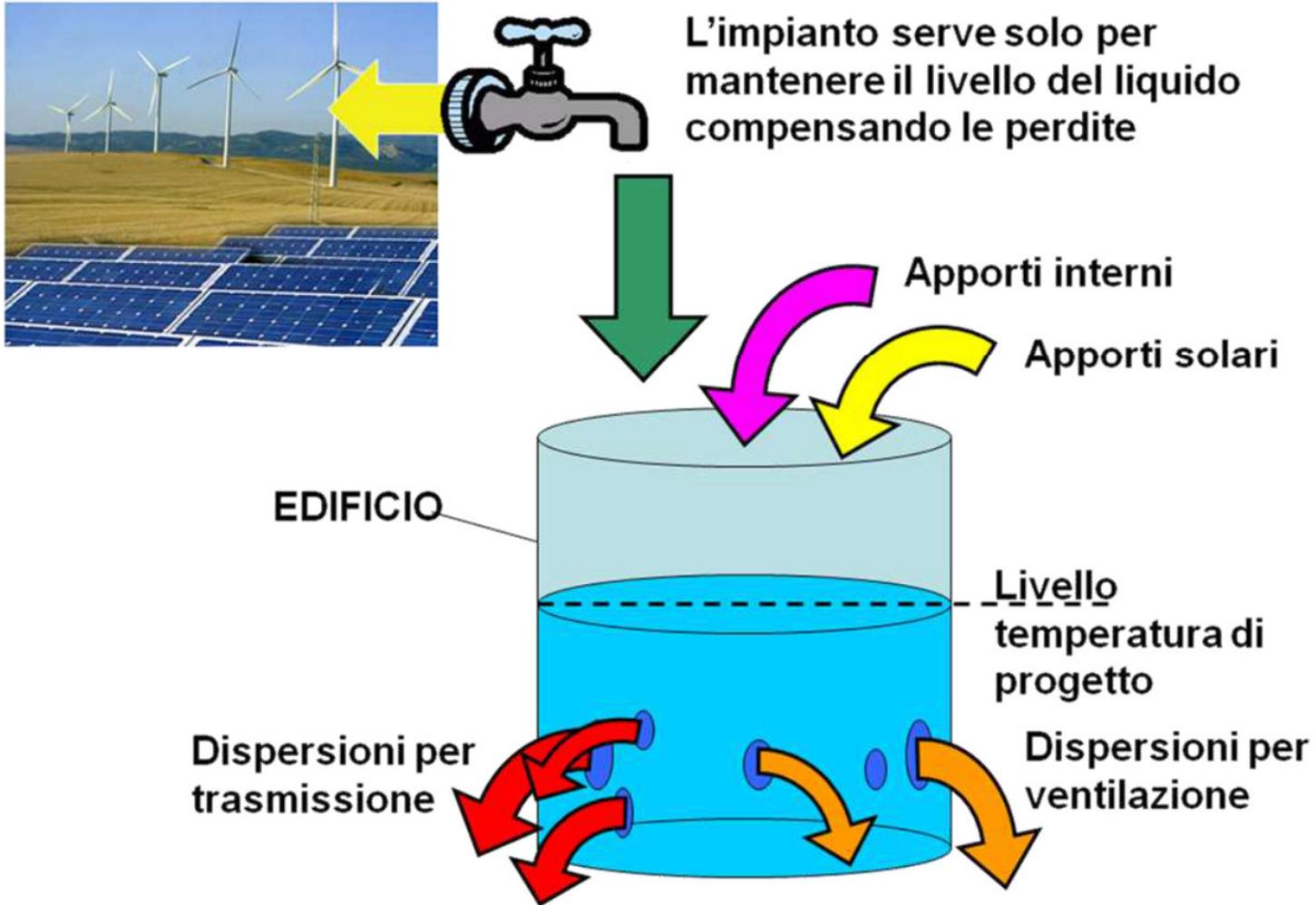
2 – INVOLUCRO EDILIZIO E BILANCIO ENERGETICO

Gli indicatori della classificazione energetica



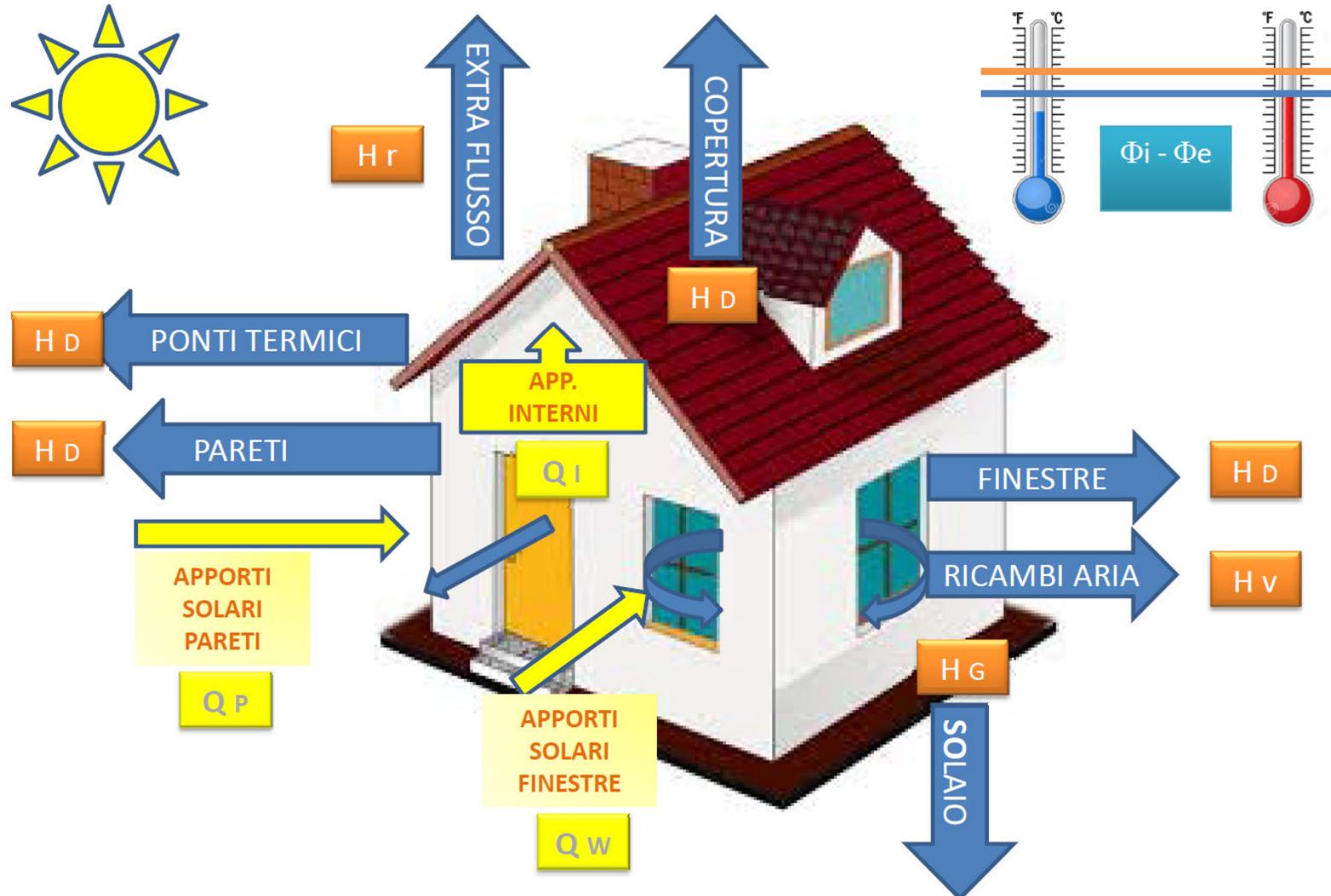
2 – INVOLUCRO EDILIZIO E BILANCIO ENERGETICO

Le energie rinnovabili - NZEB



2 – INVOLUCRO EDILIZIO E BILANCIO ENERGETICO

Gli apporti solari vengono dalla radiazione solare

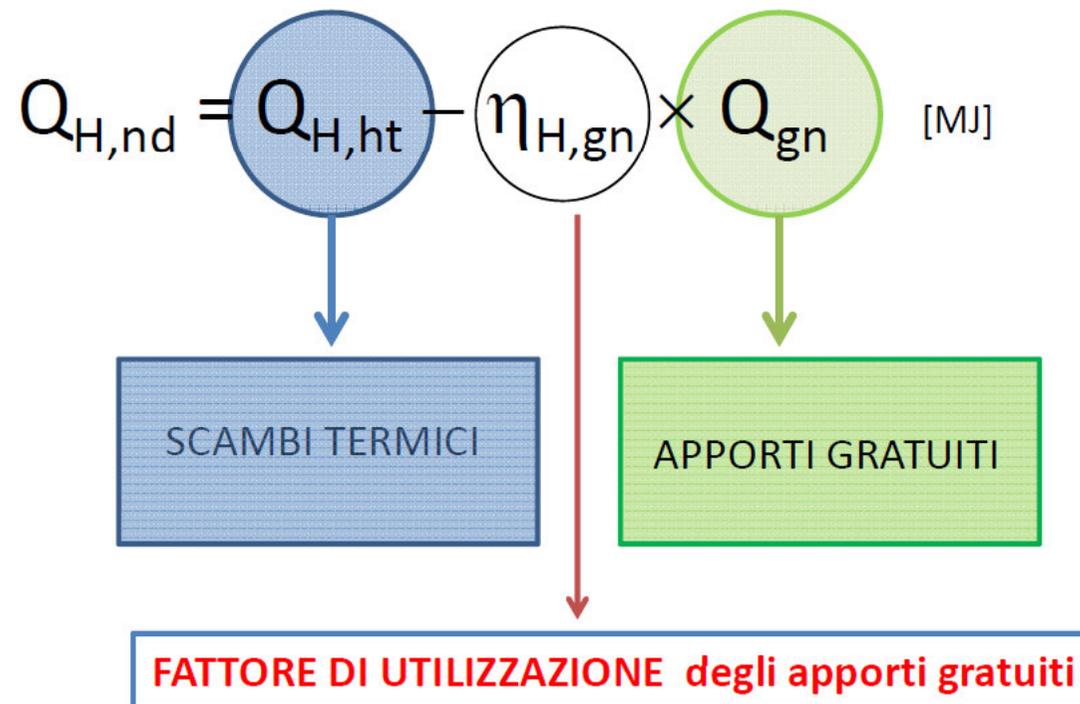


2 – INVOLUCRO EDILIZIO E BILANCIO ENERGETICO

Le norme UNI TS 11300

UNI TS 11300-1:2014

Il fabbisogno di energia termica ideale per riscaldamento per ogni zona dell'edificio e per ogni mese



2 – INVOLUCRO EDILIZIO E BILANCIO ENERGETICO

Le norme UNI TS 11300

UNI TS 11300-1:2014

Il fabbisogno di energia termica ideale per raffrescamento per ogni zona dell'edificio e per ogni mese

$$Q_{C,nd} = Q_{gn} - \eta_{C,ls} \times Q_{C,ht} \quad [\text{MJ}]$$

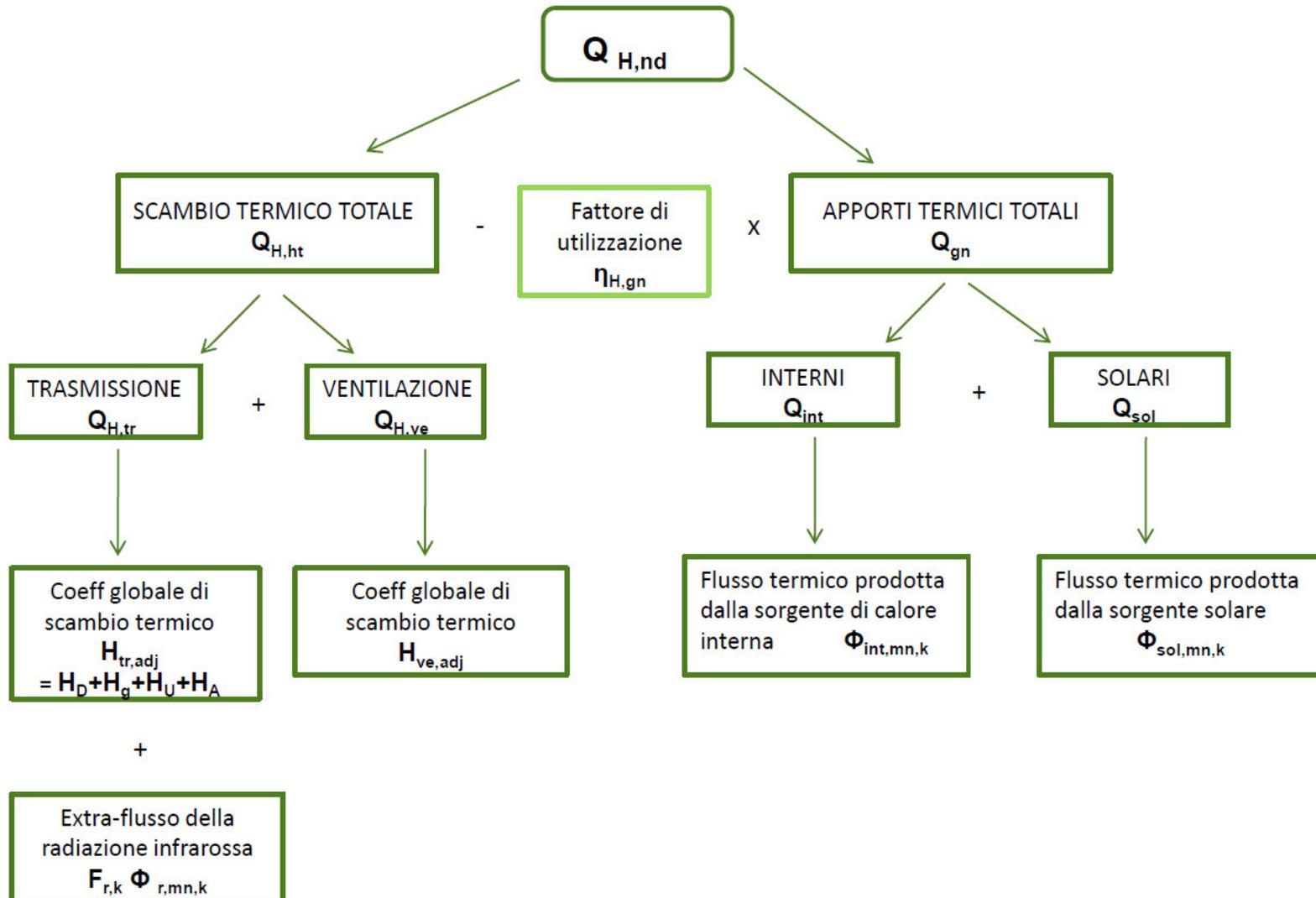
APPORTI GRATUITI

SCAMBI TERMICI

FATTORE DI UTILIZZAZIONE delle dispersioni

2 – INVOLUCRO EDILIZIO E BILANCIO ENERGETICO

Le norme UNI TS 11300



2 – INVOLUCRO EDILIZIO E BILANCIO ENERGETICO

Calcolo degli apporti termici gratuiti

Gli apporti di calore sono distinguibili fra **interni**, dipendenti dal metabolismo degli occupanti, dal calore dovuto alle apparecchiature elettriche presenti e all'illuminazione, e **solari**, derivanti dall'irraggiamento medio della località interessata, dall'orientamento della superficie, dagli ombreggiamenti, dalle caratteristiche di assorbimento delle superfici ecc.

Per ogni zona dell'edificio e per ogni mese, gli apporti termici si calcolano con le seguenti formule:

$$Q_{\text{int}} = \{ \sum_k \Phi_{\text{int,mn,k}} \} \times t + \{ \sum_l (1 - b_{\text{tr,l}}) \Phi_{\text{int,mn,u,l}} \} \times t \quad [\text{kWh}]$$

$$Q_{\text{sol}} = \{ \sum_k \Phi_{\text{sol,mn,k}} \} \times t + \{ \sum_l (1 - b_{\text{tr,l}}) \Phi_{\text{sol,mn,u,l}} \} \times t \quad [\text{kWh}]$$

Dove:

- $b_{\text{tr,l}}$ è il fattore di riduzione per l'ambiente non climatizzato avente la sorgente di calore interna l-esima oppure il flusso termico l-esimo di origine solare;
- $\Phi_{\text{int,mn,k}}$ è il flusso termico prodotto dalla k-esima sorgente di calore interna, mediato sul tempo [W];
- $\Phi_{\text{int,mn,u,l}}$ è il flusso termico prodotto dalla l-esima sorgente di calore interna nell'ambiente non climatizzato adiacente u, mediato sul tempo [W];
- $\Phi_{\text{sol,mn,k}}$ è il flusso termico k-esimo di origine solare, mediato sul tempo [W];
- $\Phi_{\text{sol,mn,u,l}}$ è il flusso termico l-esimo di origine solare nell'ambiente non climatizzato adiacente u, mediato sul tempo [W].

2 – INVOLUCRO EDILIZIO E BILANCIO ENERGETICO

Flusso termico di origine solare

Il flusso termico k-esimo di origine solare, $\Phi_{sol,k}$ espresso in [MJ] si calcola con la seguente formula:

$$\Phi_{sol,k} = F_{sh,ob,k} \times A_{sol,k} \times I_{sol,k} \quad [MJ]$$

Dove:

- $F_{sh,ob,k}$ è il fattore di riduzione per ombreggiatura relativo ad elementi esterni per l'area di captazione solare effettiva della superficie k-esima:

$$F_{sh,ob,k} = F_{hor} \times F_{ov} \times F_{fin}$$

dove:

F_{hor} è il fattore di ombreggiamento relativo ad ostruzioni esterne;

F_{ov} è il fattore di ombreggiamento relativo ad aggetti orizzontali;

F_{fin} è il fattore di ombreggiamento relativo ad aggetti verticali;

- $A_{sol,k}$ è l'area di captazione solare effettiva della superficie k-esima, con dato orientamento e angolo d'inclinazione sul piano orizzontale, nella zona o ambiente considerato [m²];
- $I_{sol,k}$ è l'irradianza solare media mensile, sulla superficie k-esima, con dato orientamento e angolo di inclinazione sul piano orizzontale [W/m²].

2 – INVOLUCRO EDILIZIO E BILANCIO ENERGETICO

Fattore di riduzione per ombreggiamento

Il fattore di riduzione per ombreggiatura relativo ad elementi esterni per l'area di captazione solare effettiva della superficie k-esima:

$$F_{sh,ob,k} = F_{hor} \times F_{ov} \times F_{fin}$$

I valori dei fattori di ombreggiatura dipendono dalla latitudine, dall'orientamento dell'elemento ombreggiato, dal clima, dal periodo considerato e dalle caratteristiche geometriche degli elementi ombreggianti. Tali caratteristiche sono descritte da un parametro angolare, come evidenziato nelle figure 6 e 7. I tre fattori di ombreggiatura sono calcolati mediante interpolazione lineare dei dati tabellati nell'Appendice D della norma UNI/TS 11300-1.

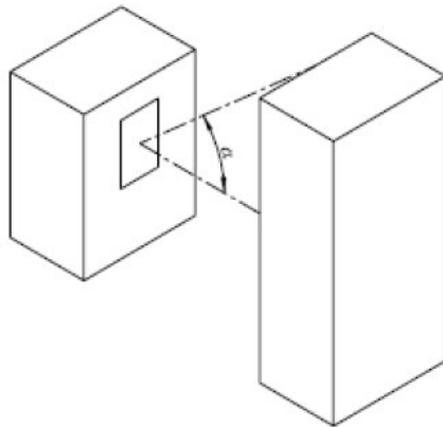


Figura 4: Angolo dell'orizzonte ombreggiato da un'ostruzione esterna UNI/TS 11300-1.

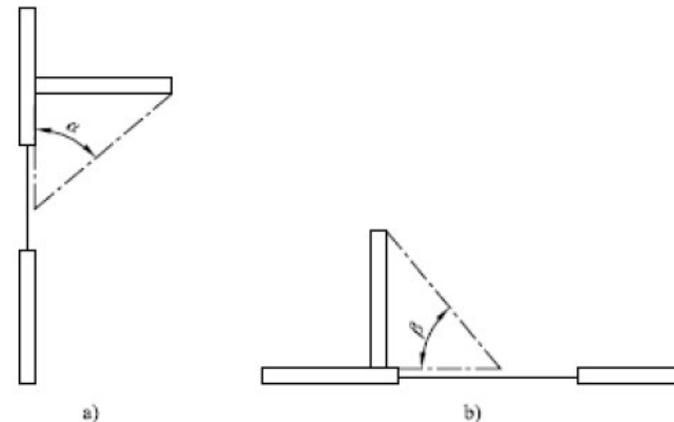


Figura 5: Aggetto orizzontale a) e verticale b) UNI/TS 11300-1.

2 – INVOLUCRO EDILIZIO E BILANCIO ENERGETICO

Fattore di riduzione per ombreggiamento

Il fattore di riduzione per ombreggiatura relativo ad elementi esterni per l'area di captazione solare effettiva della superficie k-esima:

$$F_{sh,ob,k} = F_{hor} \times F_{ov} \times F_{fin}$$

Orientamento N	GEN	FEB	MAR	DIC
$F_{hor} \alpha=0^\circ$	1	1	1	1
$F_{ov} \alpha=42^\circ$	0,74	0,74	0,74	0,74
$F_{fin} \alpha=25^\circ$	0,9	0,9	0,9	0,9
$F_{sh,ob,k}$	0,67	0,67	0,67	0,67

Orientamento E	GEN	FEB	MAR	DIC
$F_{hor} \alpha=30^\circ$	0,45	0,46	0,52	0,44
$F_{ov} \alpha=0^\circ$	1	1	1	1
$F_{fin} \alpha=0^\circ$	1	1	1	1
$F_{sh,ob,k}$	0,45	0,46	0,52	0,44

Orientamento S	GEN	FEB	MAR	DIC
$F_{hor} \alpha=0^\circ$	1	1	1	1
$F_{ov} \alpha=42^\circ$	0,8	0,76	0,66	0,81
$F_{fin} \alpha=60^\circ$	0,79	0,77	0,78	0,8
$F_{sh,ob,k}$	0,63	0,59	0,51	0,65

Orientamento S	GEN	FEB	MAR	DIC
$F_{hor} \alpha=0^\circ$	1	1	1	1
$F_{ov} \alpha=60^\circ$	0,68	0,64	0,5	0,7
$F_{fin} \alpha=40^\circ$	0,88	0,84	0,83	0,89
$F_{sh,ob,k}$	0,60	0,54	0,42	0,62

2 – INVOLUCRO EDILIZIO E BILANCIO ENERGETICO

Area di captazione solare effettiva

Gli apporti solari che giungono all'interno attraverso una vetratura dipendono, oltre dal tipo di vetro, anche dalla struttura del componente e dall'efficacia di eventuali schermature (es. tende, tapparelle). La norma richiede il calcolo di una superficie equivalente chiamata area di captazione solare effettiva A_{sol} , calcolata come:

$$A_{sol} = F_{sh,gl} g_{gl} (1-F_F) A_{w,p} \quad [m^2]$$

Dove:

- $F_{sh,gl}$ è il fattore di riduzione degli apporti solari relativo all'utilizzo di schermature mobili (es. tende). Per facilitare i calcoli si assume tale fattore pari a 1;
- g_{gl} è la trasmittanza di energia solare totale della finestra quando la schermatura solare non è utilizzata, definita dall'UNI/TS 11300-1;

$$g_{gl} = F_w \times g_{gl,n}$$

dove:

- F_w è il fattore di esposizione, pari a 0,9;
- $g_{gl,n}$ è la trasmittanza di energia solare totale per incidenza normale, definita dal Prospetto 13 dell'UNI/TS 11330-1;

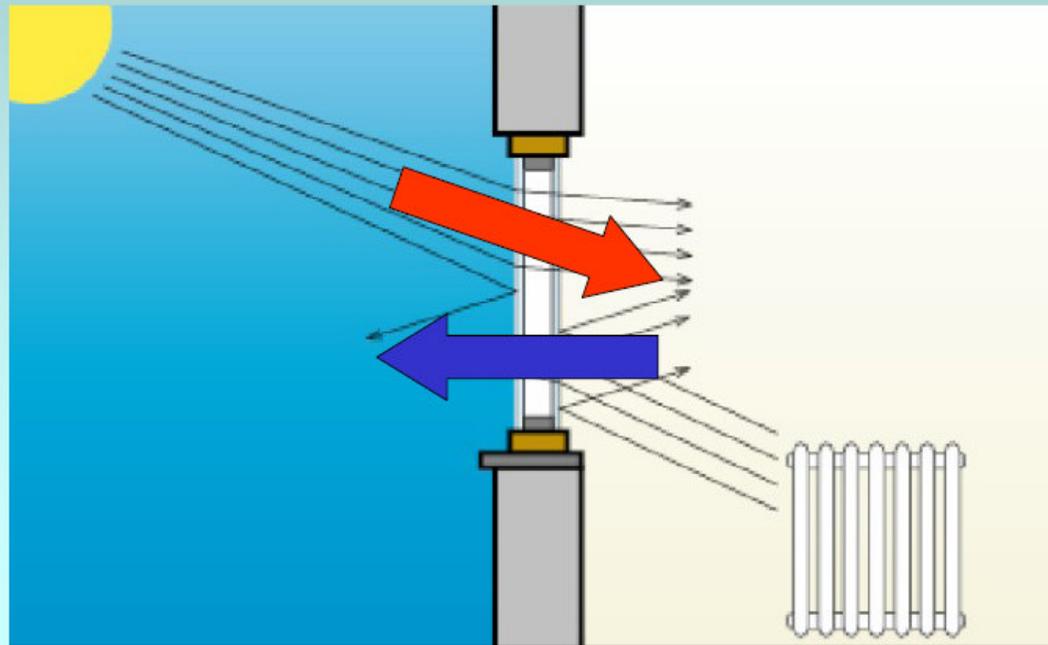
- F_F è la frazione di area relativa al telaio, rapporto tra l'area proiettata del telaio e l'aria proiettata totale del componente finestrato, secondo la norma UNI/TS 11300-1, il valore $(1-F_F)$ è pari a 0,8;
- $A_{w,p}$ è l'area proiettata totale del componente vetrato (area del vano finestra).

3 – I COMPONENTI VETRATI

Gli scambi di calore dei componenti vetrati

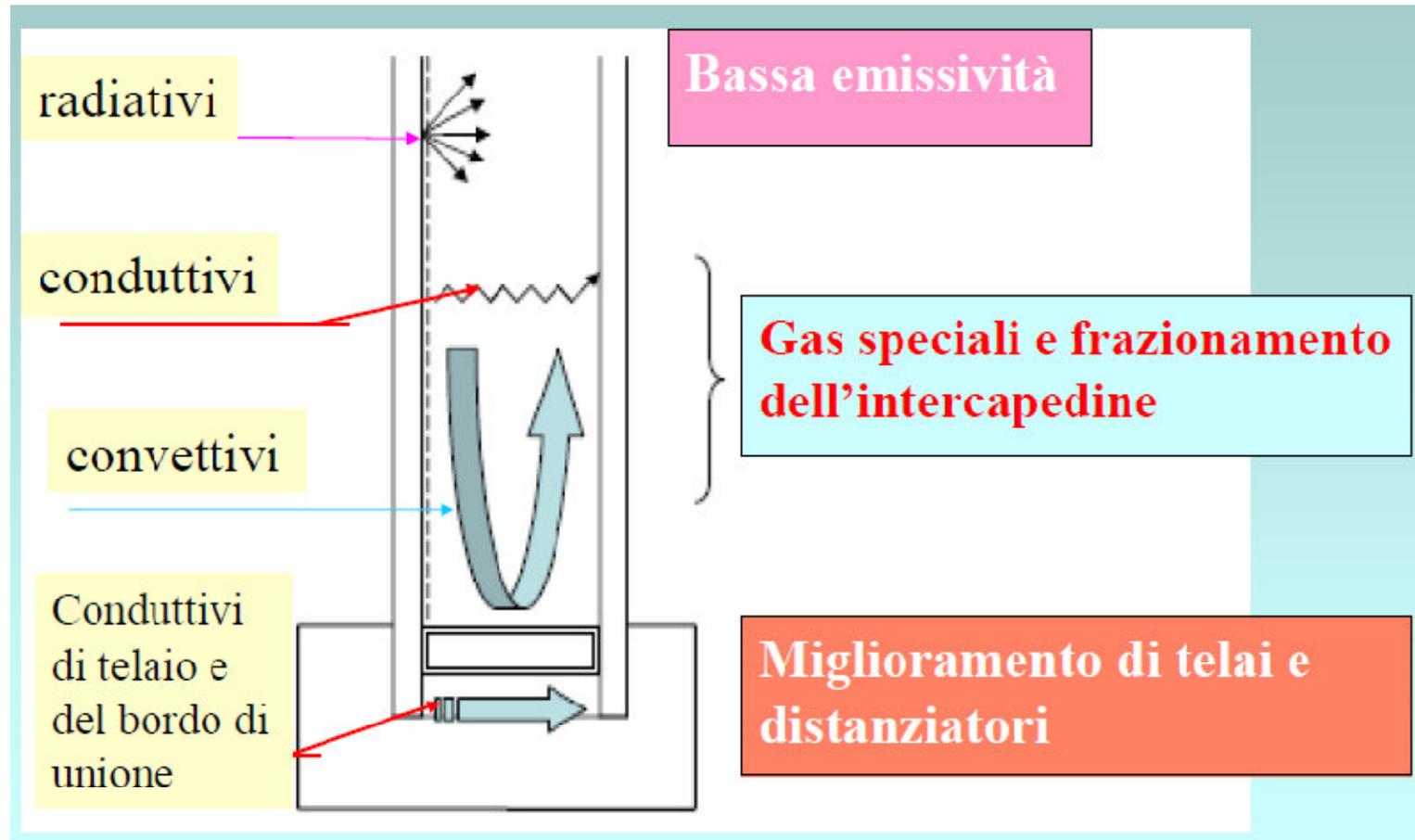
Attraverso le superfici vetrate in regime invernale avvengono due modalità di scambio di calore:

- Perdita di calore dall'interno verso l'esterno  U_w
- Apporto di energia dall'esterno verso l'interno  g



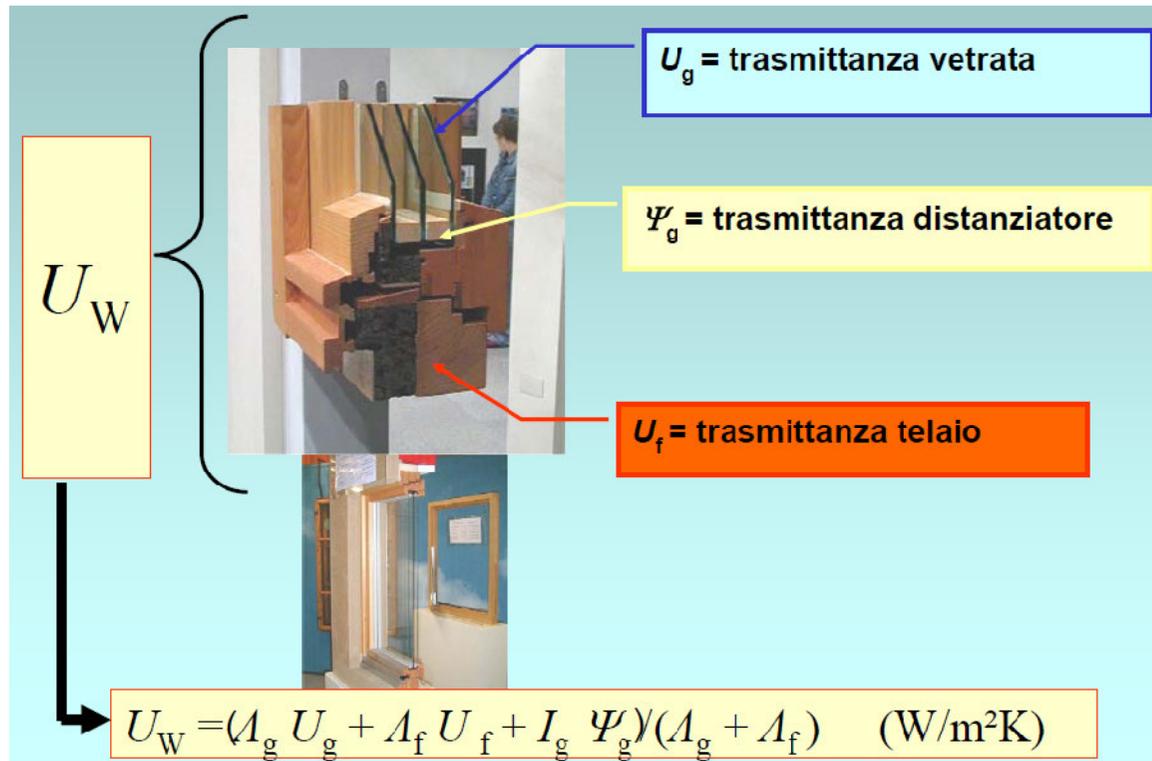
3 – I COMPONENTI VETRATI

Trasmissione del calore dei componenti vetrati



3 – I COMPONENTI VETRATI

Trasmittanza termica dei componenti vetrati



U_W

$U_g =$ trasmittanza vetrata

$\Psi_g =$ trasmittanza distanziatore

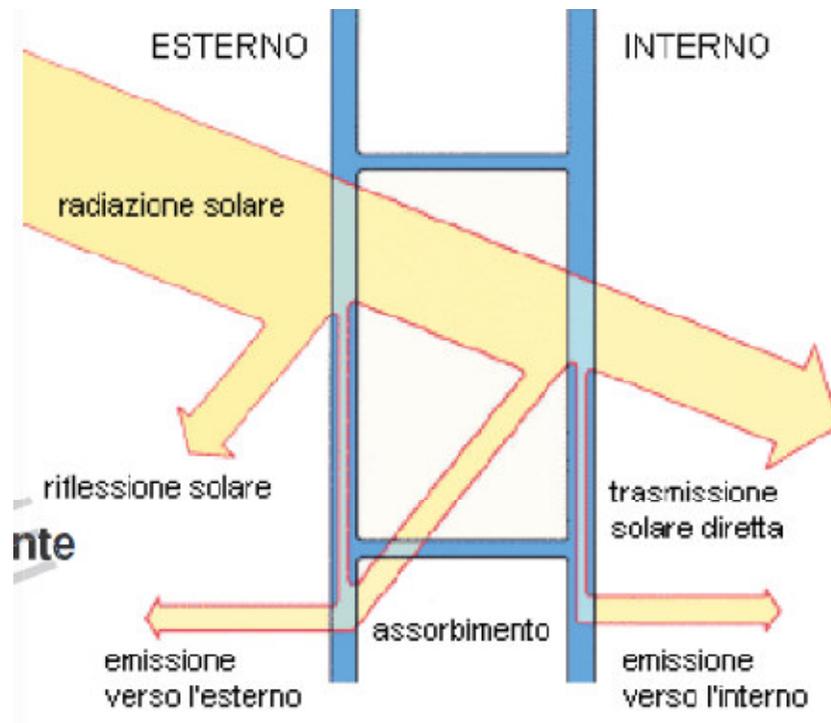
$U_f =$ trasmittanza telaio

$U_W = (A_g U_g + A_f U_f + I_g \Psi_g) / (A_g + A_f) \quad (\text{W/m}^2\text{K})$

La trasmittanza termica del serramento rappresenta la media pesata tra la trasmittanza termica del telaio U_f e di quella della vetrata U_g , più un contributo aggiuntivo, la trasmittanza termica lineare Ψ_g , dovuto all'interazione fra i due componenti e alla presenza del distanziatore, applicato lungo il perimetro visibile della vetrata.

3 – I COMPONENTI VETRATI

Caratteristiche delle vetrate in funzione della radiazione solare



1. **FATTORE SOLARE (G):** è il rapporto in percentuale tra l'energia globalmente trasmessa dal vetro e l'energia incidente sullo stesso
2. **TRASMISSIONE LUMINOSA (TL):** è il rapporto espresso in percentuale tra la quantità di luce che passa attraverso il vetro e la luce incidente sullo stesso

3 – I COMPONENTI VETRATI

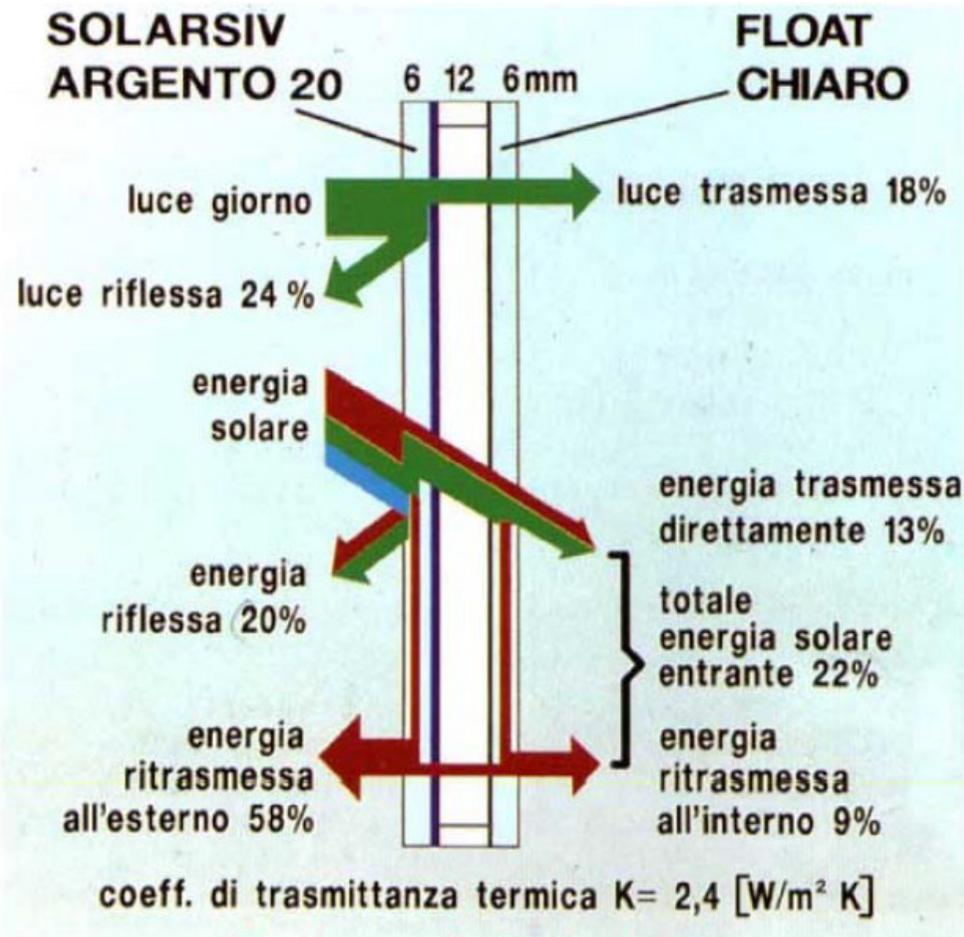
Il controllo della radiazione solare da parte del vetro

valore U_g secondo UNI EN 673	costruzione in vetro	tipo di vetro gruppo SANCO www.sanco.de/frame01.php?la=it	tipo di vetro gruppo ISOLAR www.isolar.de/com/index.aspx	fattore di trasmissione totale dell'energia sec. UNI EN 410	fattore di trasmissione della luce	riflessione della luce, esterno	spessore
W/m ² K	mm			g-Wert / valore %	L _T %	L _R %	mm (ca.)
1,4	4-16L-4	SANCO PLUS EN	NEUTRALUX premium	60 65	80	13 12	24
1,4	4-20L-4	SANCO PLUS EN	NEUTRALUX premium	60 65	80	13 12	28
1,2	4-16Ar-:4	SANCO PLUS VN	NEUTRALUX premium	63 65	79 80	13 12	24
1,2	4-20Ar-:4	SANCO PLUS VN	NEUTRALUX premium	63 65	79 80	13 12	28
1,1	4-16Ar-:4	SANCO PLUS EN	NEUTRALUX advance	60 63	80	13 14	24
1,1	4-18Ar-:4	SANCO PLUS EN	NEUTRALUX advance	60 63	80	13 14	26
1,0	4-12Kr-:4	SANCO PLUS EN	NEUTRALUX advance	60 63	80	13 14	20
1,0	4-16Ar-:4	SANCO PLUS Zero	NEUTRALUX one	50 49	71	20 22	24
0,9	4-10Kr-:4	SANCO PLUS Zero	NEUTRALUX one	50 49	71	20 22	18
1,0	4:-8Ar-4-8Ar-:4	SANCO PLUS EN	NEUTRALUX advance	48 52	71	17 20	28
0,8	4:-10Ar-4-10Ar-:4	SANCO PLUS EN	NEUTRALUX advance	48 52	71	17 20	32
0,7	4:-12Ar-4-12Ar-:4	SANCO PLUS EN	NEUTRALUX advance	48 52	71	17 20	36
0,6	4:-14Ar-4-14Ar-:4	SANCO PLUS EN	NEUTRALUX advance	48 52	71	17 20	40
0,6	4:-16Ar-4-16Ar-:4	SANCO PLUS EN	NEUTRALUX advance	48 52	71	17 20	44
0,6	4:-8Kr-4-8Kr-:4	SANCO PLUS EN	NEUTRALUX advance	48 52	71	17 20	28
0,5	4:-10Kr-4-10Kr-:4	SANCO PLUS EN	NEUTRALUX advance	48 52	71	17 20	32
0,5	4:-12Kr-4-12Kr-:4	SANCO PLUS EN	NEUTRALUX advance	48 52	71	17 20	36
0,5	4: 16Ar 4 16Ar :4	SANCO PLUS Zero	NEUTRALUX one	35 37	57 58	29 31	44
0,4	4:-12Kr-4-12Kr-:4	SANCO PLUS Zero	NEUTRALUX one	35 37	57 58	29 31	36

L = Luft aria
Ar = Argon argon
Kr = Krypton cripton

3 – I COMPONENTI VETRATI

Il controllo della radiazione solare da parte del vetro



Vetrata antisolare
riflettente

$TL = 18 \%$

$g = 22 \%$

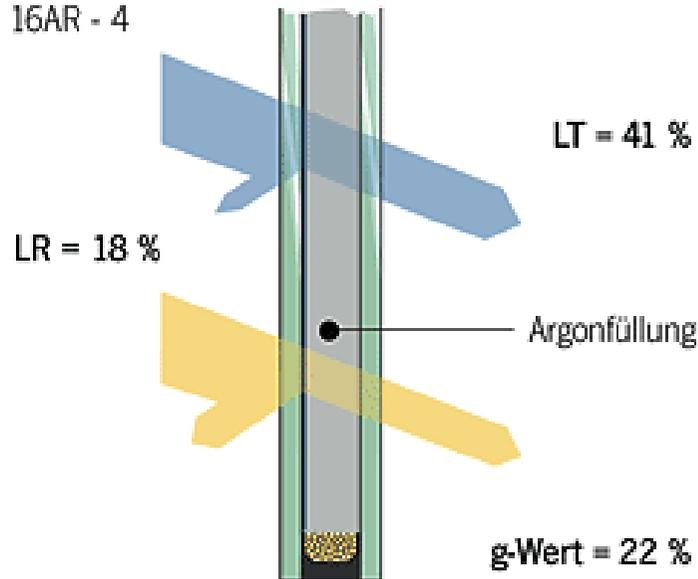
$U_g = 2,4 \text{ W/m}^2\text{K}$

Tattamento in faccia 2

3 – I COMPONENTI VETRATI

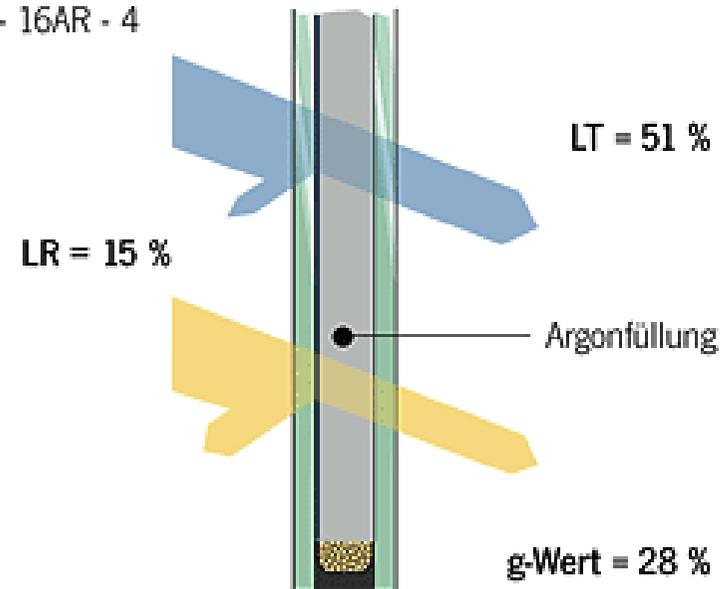
Il controllo della radiazione solare da parte del vetro

Beispiel Isolierglasaufbau:
SANCO Sun COMBI Neutral 41/21
6 - 16AR - 4



Vetro isolante riflettente

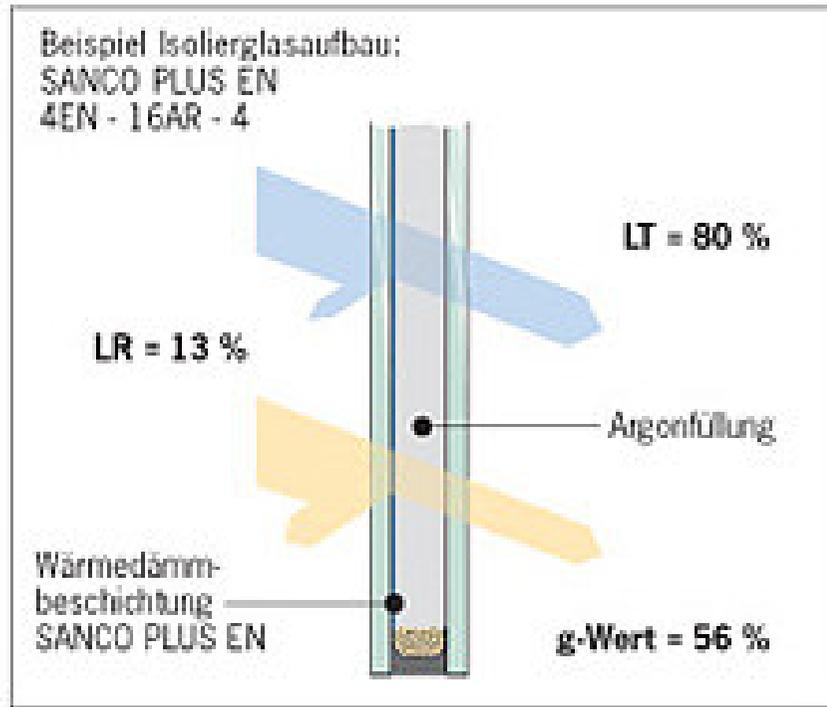
Beispiel Isolierglasaufbau:
SANCO Sun COMBI Neutral 51/26
6 - 16AR - 4



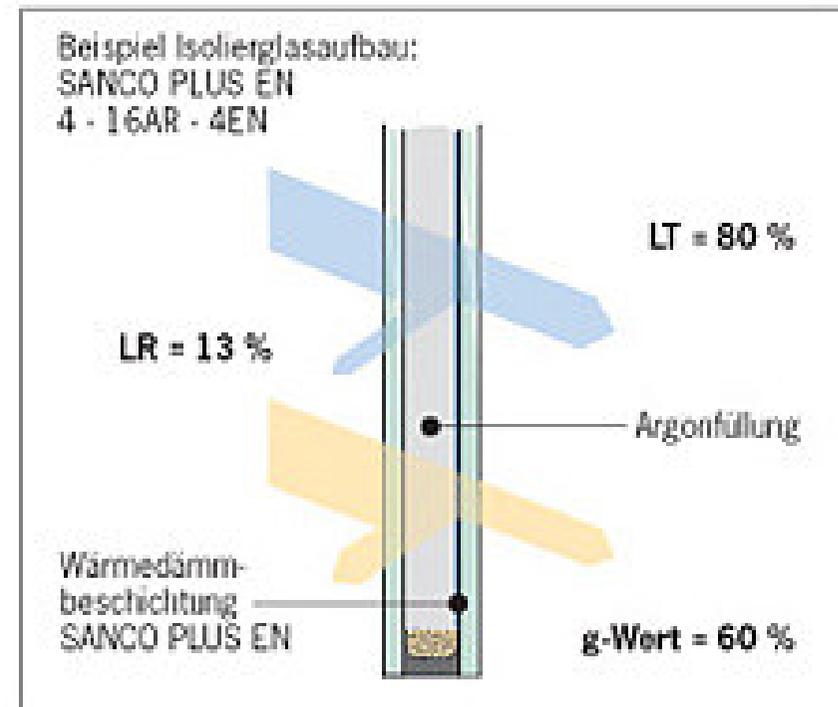
Vetro isolante riflettente

3 – I COMPONENTI VETRATI

Il controllo della radiazione solare da parte del vetro



Vetro isolanti basso emissivi
con coating in faccia 2

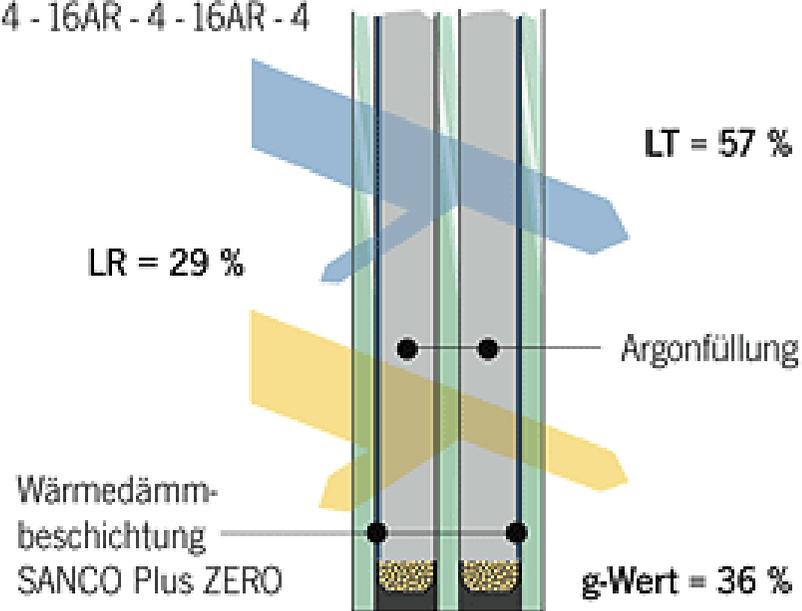


Vetro isolanti basso emissivi
con coating in faccia 4

3 – I COMPONENTI VETRATI

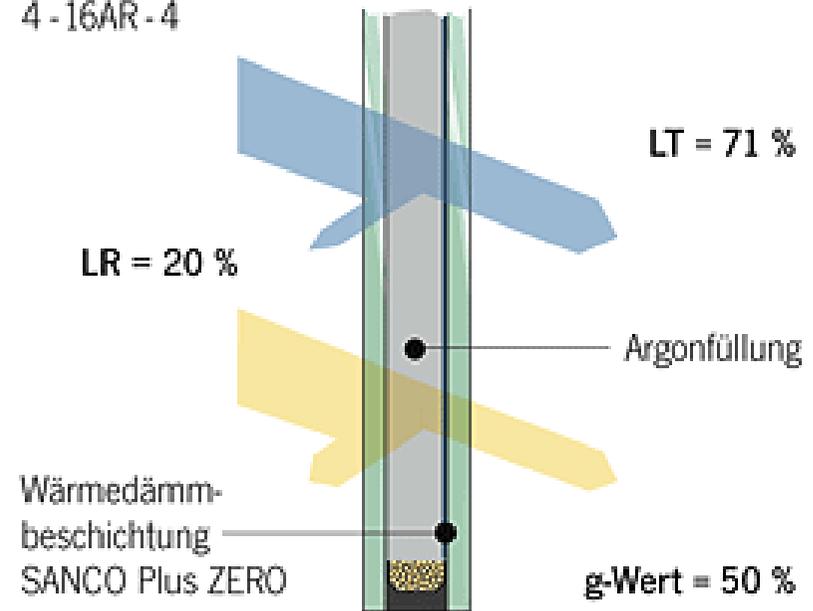
Il controllo della radiazione solare da parte del vetro

Beispiel Isolierglasaufbau:
SANCO Plus ZERO
4 - 16AR - 4 - 16AR - 4



Vetro basso emissivo riflettente
con doppia camera

Beispiel Isolierglasaufbau:
SANCO Plus ZERO
4 - 16AR - 4



Vetro basso emissivo riflettente
con camera singola

3 – I COMPONENTI VETRATI

Le tipologie dei vetri

L'ottenimento di vetri speciali, grazie a raffinate tecniche di deposizione di ossidi e metalli sulla superficie e all'evoluzione della tecnologia, ha premesso di agire sempre più sul controllo solare, sull'isolamento termico e sul contenimento dei costi energetici.

Di seguito vediamo alcuni esempi:

VETRI COLORATI

VETRI CROMOGENICI

VETRI FOTOCROMICI

VETRI TERMOCROMICI

3 – I COMPONENTI VETRATI

Le tipologie dei vetri



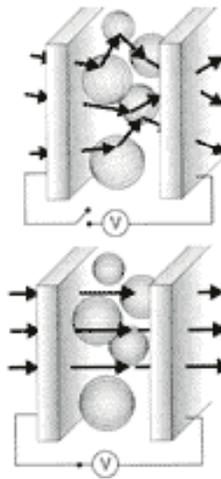
I **vetri colorati** ottenuti con aggiunte di sostanze coloranti al vetro fuso, hanno molta importanza legata al controllo della luce e a quello dell'energia termica.

3 – I COMPONENTI VETRATI

Le tipologie dei vetri

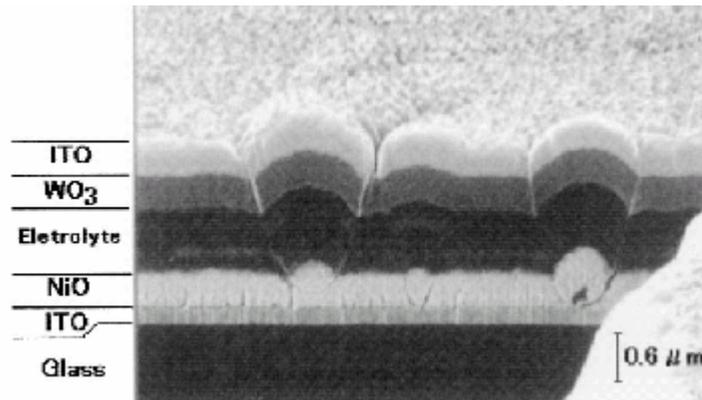
I vetri **cromogenici** variano le proprietà fisico-chimiche a seconda delle condizioni interne gestite dall'utente o esterne in funzione delle dinamiche climatiche, tramite corrente elettrica che comanda minuscoli cristalli sulla superficie della lastra.

Nella camera tra le due lastre di vetro si trova uno strato di cristalli liquidi il cui stato può essere modificato a seconda delle necessità applicando un campo elettrico. In assenza di tensione elettrica gli strati con i cristalli liquidi sono di colore bianco lattiginoso e bloccano la radiazione luminosa, mentre se viene applicata una tensione diventano trasparenti.



3 – I COMPONENTI VETRATI

Le tipologie dei vetri



I **vetri elettrocromici** rientrano nella famiglia dei vetri cromogenici, che possono cambiare sotto l'azione di uno stimolo esterno la loro colorazione e quindi le loro proprietà ottiche. Essi possono assumere qualunque degli stadi cromatici intermedi per ottimizzare il **bilancio luce/calore**.

Sono costituiti da una serie di strati depositati sul vetro dello spessore totale di circa 1 μm: un elettrolita è posto tra un elettrodo cromogenico e un contro elettrodo che sono a loro volta posti tra due conduttori trasparenti.

Quando è applicata una differenza di potenziale ai due conduttori, avviene una reazione elettrochimica che causa l'asportazione o l'inserimento di ioni nell'elettrodo cromogenico (WO₃) e la conseguente variazione di colore.

3 – I COMPONENTI VETRATI

Le tipologie dei vetri

I **vetri fotocromici** si scuriscono quando vengono esposti ai raggi ultravioletti ed hanno un comportamento reversibile nel momento in cui cessa l'irraggiamento. Assumono una colorazione grigia quando esposti alla radiazione solare, funzionando da filtro per la luminosità interna degli ambienti. Un punto negativo di questi sistemi è la poca possibilità di penetrazione della radiazione luminosa d'inverno, diminuendo il guadagno solare e termico.



3 – I COMPONENTI VETRATI

Le tipologie dei vetri



I **vetri termocromici** variano l'assorbimento della radiazione luminosa in funzione della temperatura superficiale esterna: si opacizzano quando si raggiunge una temperatura alta e ritornano trasparenti nel momento in cui si abbassa nuovamente. Un punto critico di questo sistema è determinato da una diminuzione di guadagni solari nel periodo invernale.

4 – LE SCHERMATURE SOLARI

Classificazione

Le schermature solari vengono generalmente classificate in funzione della posizione rispetto al serramento in:

A - schermature esterne

- 1) aggetti semplici orizzontale e verticali
- 2) frangisole tecnici (fissi / orientabili) paralleli/ortogonali alla facciata a lame verticali e orizzontali;
- 3) persiane orientabili (avvolgibili, scorrevoli, scuri ad anta o a libro);
- 4) tende veneziane esterne;
- 5) tende in tessuto (a differente sistema di movimentazione)

B - schermature interne

- 1) veneziane interne;
- 2) tende (a differente sistema di movimentazione)

C - schermature integrate

4 – LE SCHERMATURE SOLARI

Efficacia dei sistemi di schermatura

Per valutare in modo corretto il rapporto energetico dovuto alla radiazione solare entrante attraverso le superfici trasparenti, non basta effettuare un'accurata analisi del componente trasparente, ma è necessario **verificare l'efficacia** dei sistemi di schermatura, esterni o interni che siano.

Va precisato che non esiste un sistema di schermatura "efficace" in senso assoluto, ma si tratta di valutare il tipo, la dimensione ed il posizionamento, in relazione alla **capacità di controllare un determinato tipo di radiazione** (diretta, riflessa o diffusa), senza penalizzare l'illuminazione naturale, la visuale esterna, il guadagno solare passivo nella stagione invernale e la ventilazione naturale.

4 – LE SCHERMATURE SOLARI

Efficacia dei sistemi di schermatura

In linea generale la componente di **radiazione solare riflessa** (per certi aspetti più facilmente controllabile) può essere intercettata riducendo la riflettività delle superfici da schermare ad esempio con della vegetazione.

Il controllo della **radiazione solare diffusa** è generalmente demandato ai sistemi schermanti interni o a superfici vetrate caratterizzate da un fattore solare sufficientemente basso (valore g).

Le schermature esterne invece hanno il principale compito di intercettare la **radiazione solare diretta**, prima che raggiunga la superficie vetrata.

4 – LE SCHERMATURE SOLARI

Efficacia dei sistemi di schermatura

Per un edificio ubicato in una zona climatica caratterizzata da estati calde è necessario prevedere sistemi di schermatura differenti in relazione all'orientamento delle facciate.

- **Sul fronte sud** è sufficiente uno schermo orizzontale fisso,
- **Sui fronti est, ovest, sud-est, sud-ovest**, a causa dell'angolo di incidenza dei raggi solari, che al mattino ed al pomeriggio è molto ridotto, sono necessari sistemi di schermature a lamelle o orizzontali, ma con spaziatura estremamente ravvicinata, o verticali, preferibilmente regolabili.

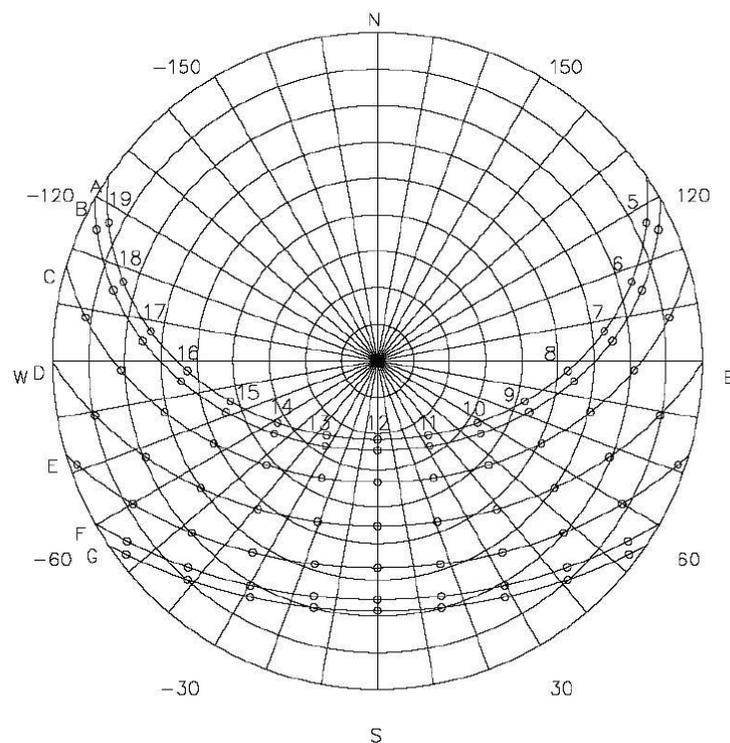
Le aperture a sud sono le più facili da schermare, poiché é sufficiente un semplice aggetto orizzontale (ad esempio un balcone) a bloccare la radiazione solare diretta nella stagione estiva, senza impedire l'accesso dei raggi invernali (più bassi a causa della minore inclinazione del sole)

Per aperture ubicate sui fronti est, ovest, sud-est e sud-ovest, sono per certi aspetti preferibili sistemi mobili di schermatura, perché consentono di variare le prestazioni in funzione delle condizioni climatiche esterne.

4 – LE SCHERMATURE SOLARI

Efficacia dei sistemi di schermatura

In linea generale per ogni orientamento è necessario verificare nei diversi periodi del giorno e dell'anno l'efficacia del sistema di schermatura previsto.



- A 21 Giugno
- B 21 Lug - Mag
- C 21 Ago - Apr
- D 21 Set - Mar
- E 21 Ott - Feb
- F 21 Nov - Gen
- G 21 Dicembre

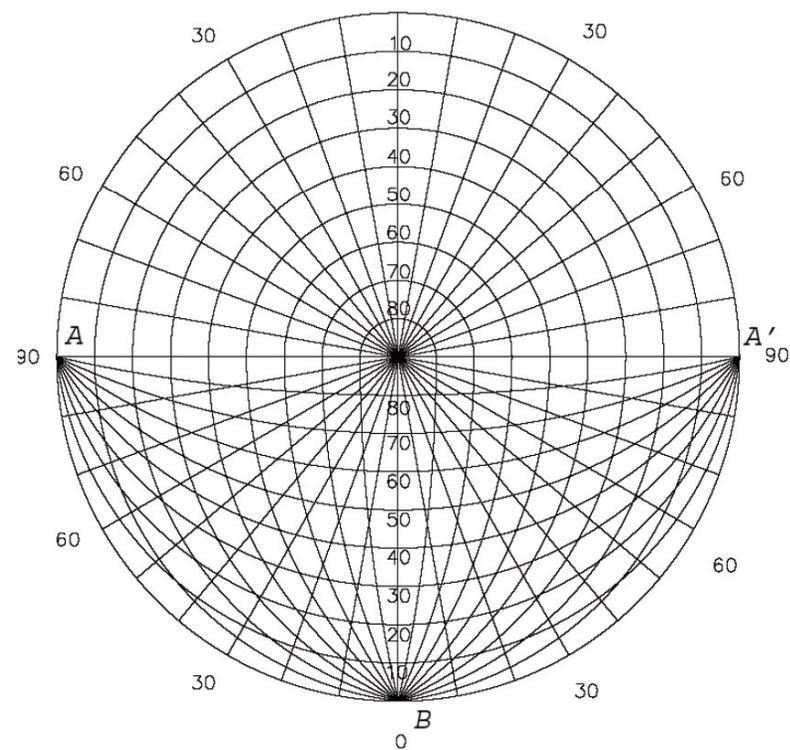
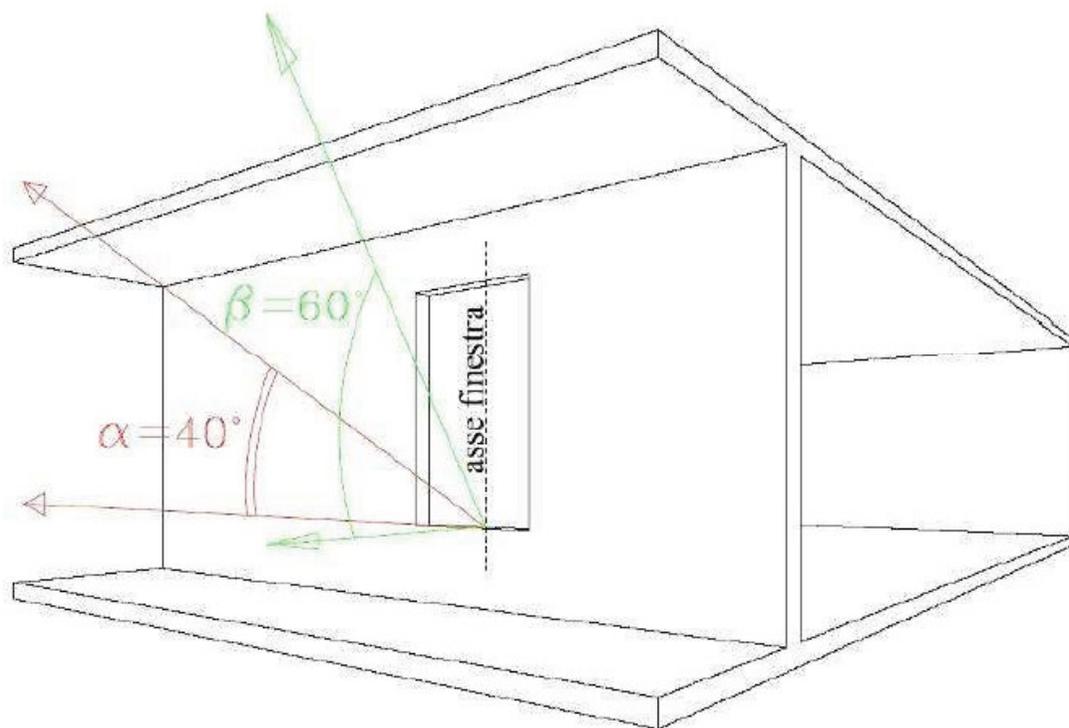


Diagramma solare polare

Goniometro di ombreggiamento

4 – LE SCHERMATURE SOLARI

Determinazione dell'ombreggiamento – Maschera di ombreggiamento



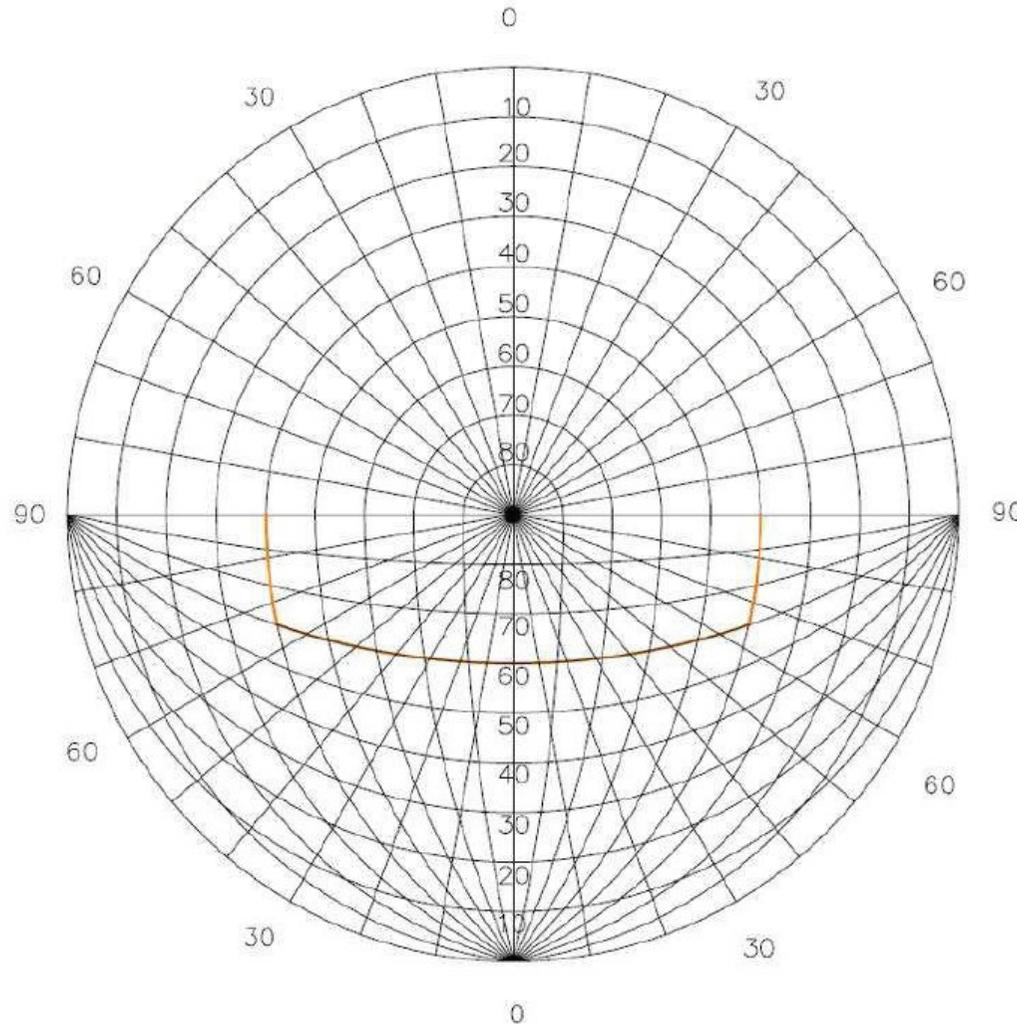
Determinazione angoli:

Alfa – sul piano della superficie trasparente

Beta – sul piano ortogonale della superficie trasparente

4 – LE SCHERMATURE SOLARI

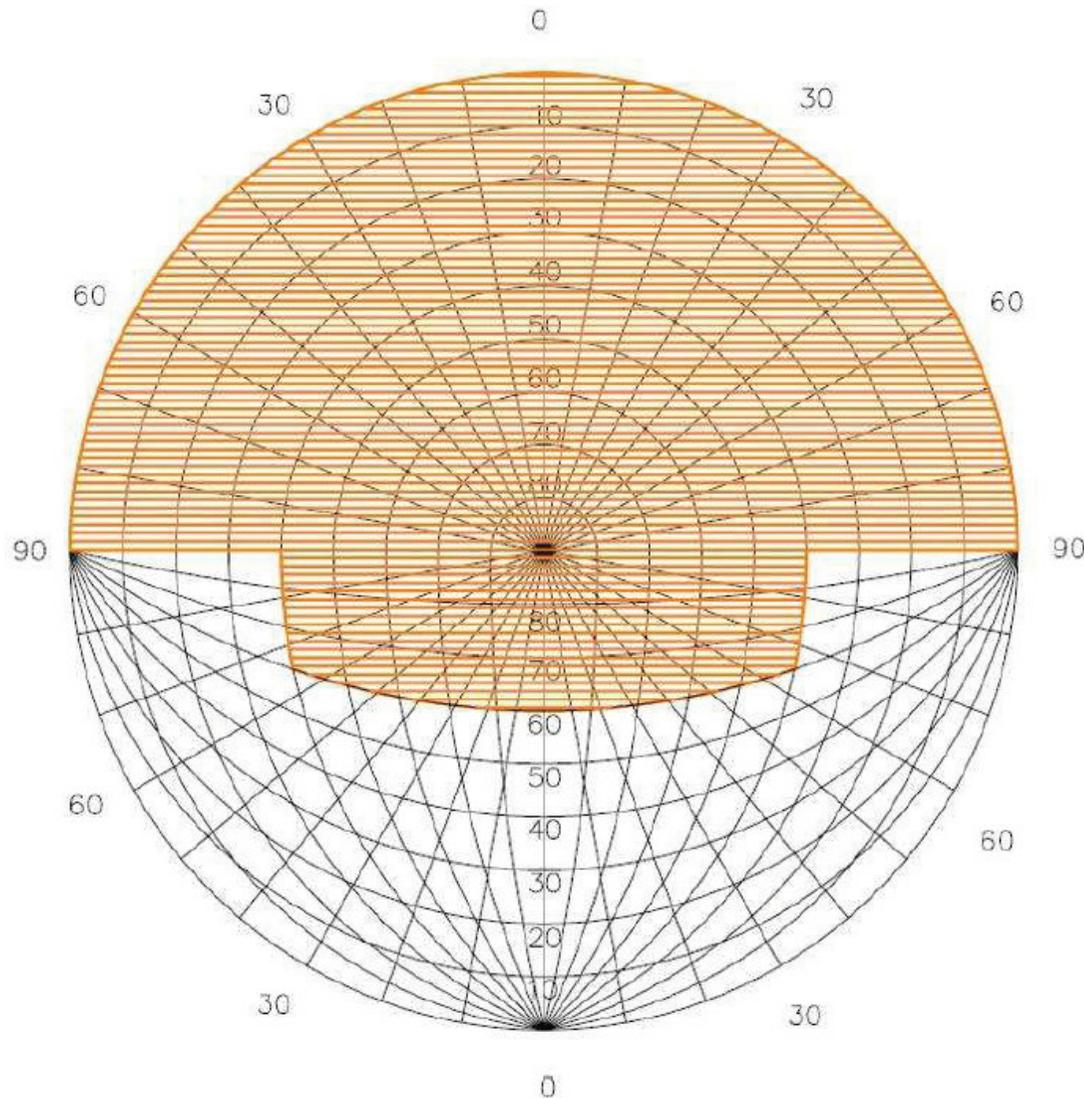
Determinazione dell'ombreggiamento – Maschera di ombreggiamento



- 1) Si tracciano sul goniometro le linee di influenza **beta = 60°** rappresentanti l'influenza dell'oggetto verso l'esterno della soletta
- 2) Si tracciano sul goniometro le linee di influenza **alfa = 40°** rappresentanti l'influenza dell'oggetto laterale della soletta

4 – LE SCHERMATURE SOLARI

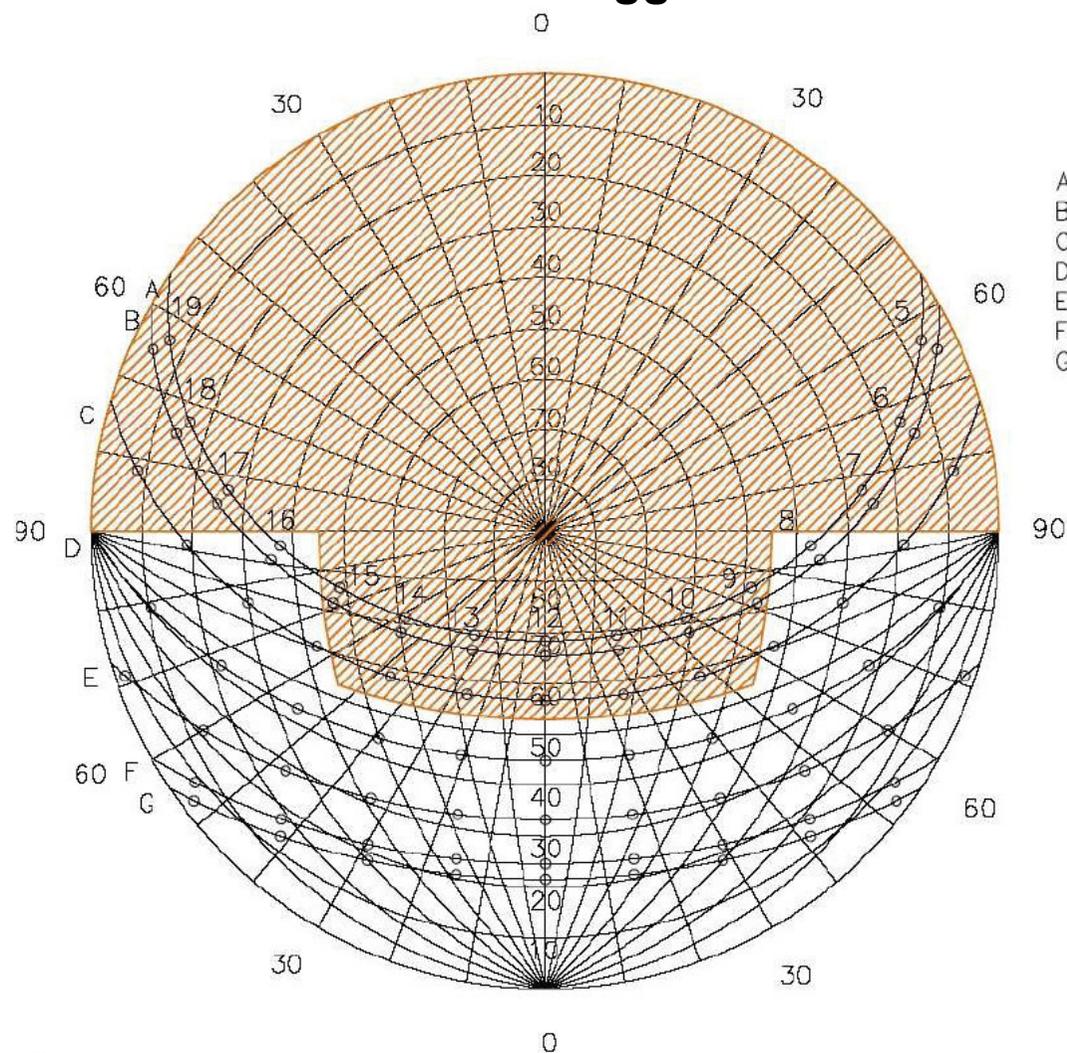
Determinazione dell'ombreggiamento – Maschera di ombreggiamento



Si ricava la zona d'ombra complessiva

4 – LE SCHERMATURE SOLARI

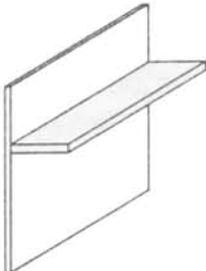
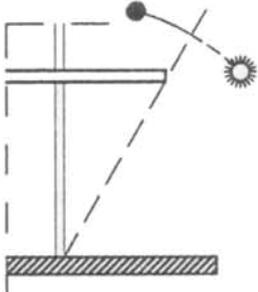
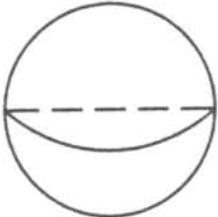
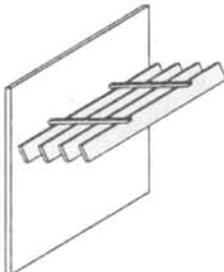
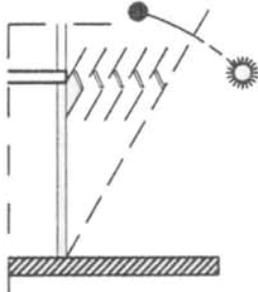
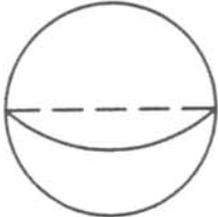
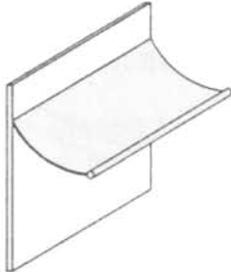
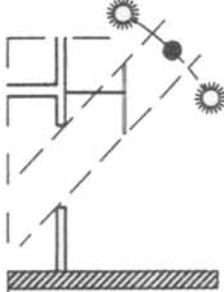
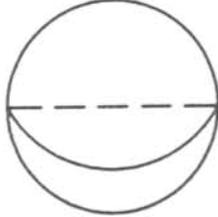
Determinazione dell'ombreggiamento – Maschera di ombreggiamento



Si sovrappone al diagramma solare polare della latitudine corrispondente il nostro goniometro di ombreggiamento

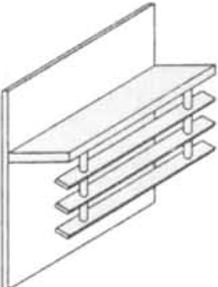
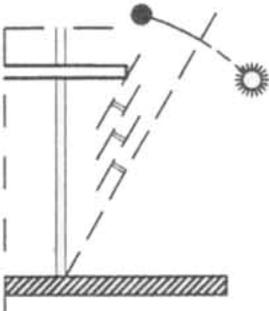
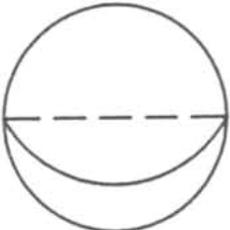
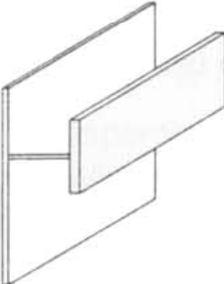
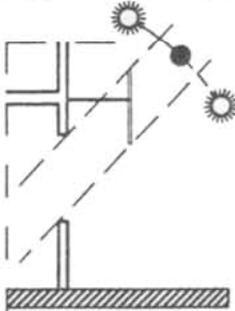
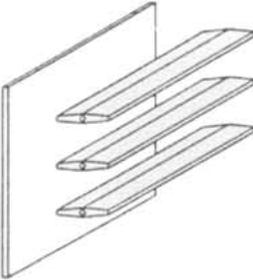
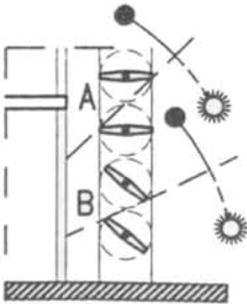
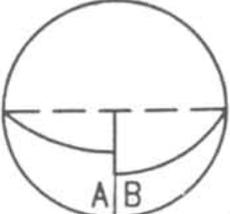
4 – LE SCHERMATURE SOLARI

Tipologie

PROSPETTIVA	SEZIONE	MASCHERA	CARATTERISTICHE
			<p>Gli aggetti orizzontali sono massimamente efficaci verso sud o intorno a orientazioni a sud. La loro maschera di ombreggiamento e' segmentale.</p>
			<p>Le persiane parallele alla parete hanno il vantaggio di permettere la circolazione dell'aria vicino alla facciata. Le persiane inclinate forniscono una protezione migliore di quelle verticali.</p>
			<p>Le tende di tela hanno le stesse caratteristiche degli aggetti e possono essere ritraibili.</p>

4 – LE SCHERMATURE SOLARI

Tipologie

			Dove e' richiesta una protezione dal sole basso sull'orizzonte, sono efficaci frangisole appesi ad aggetti orizzontali pieni.
			Uno schermo pieno o traforato disposto parallelamente al muro riduce o esclude la radiazione solare bassa all'orizzonte.
			Le persiane orizzontali mobili cambiano le loro caratteristiche di ombreggiamento in funzione del loro posizionamento

GRAZIE PER AVER PARTECIPATO

Prima di scollegarvi dal vostro PC vi chiediamo gentilmente di compilare un brevissimo questionario di gradimento dove potete esprimere il vostro parere.



**Il Fondo Sociale Europeo
in Friuli Venezia Giulia**
Progetti e Operativa Regionale 2014-2020



Unione Europea
Fondo Sociale Europeo



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA



in rete fvg
seminari per l'innovazione in rete

UN INVESTIMENTO PER IL TUO FUTURO