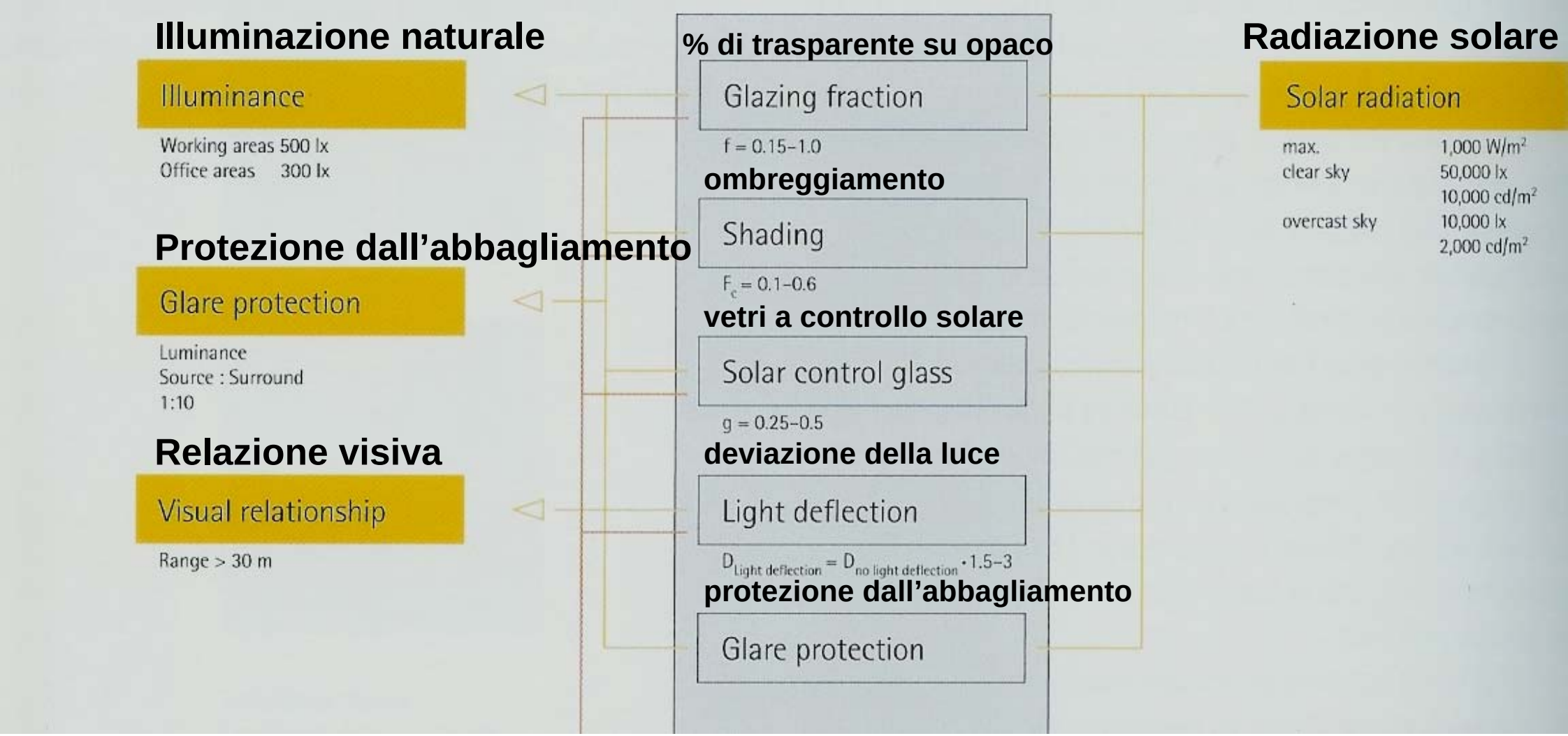
Involucri vetrati

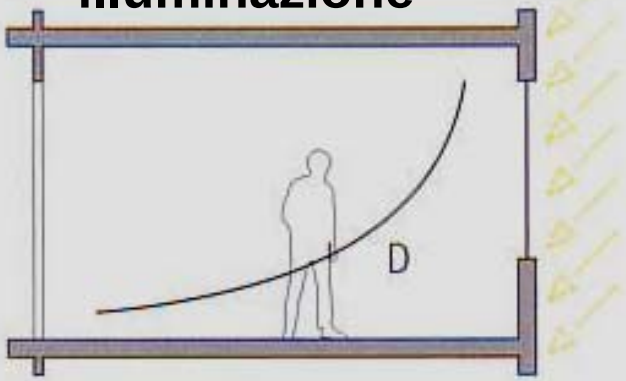
La forma e la costruzione di una facciata ha una grande influenza sui costi di un edificio ma allo stesso tempo è un elemento cruciale per il confort degli utilizzatori.
Una facciata condiziona la luce interna, la ventilazione, la temperatura e il livello acustico percepito.
Una attenta progettazione può inoltre favorire un comportamento energetico dell'edificio più efficiente.
L'obiettivo è di ottimizzare il funzionamento di una facciata per migliorare il confort degli utenti riducendo i costi energetici e di costruzione. Ma anche la facciata assume un valore di comunicazione e di immagine preminente rispetto all'intero edificio.
La tendenza alla smaterializzazione dell'involucro ha creato degli edifici completamente vetrati che vogliono apparire leggeri e aperti e allo stesso tempo rappresentano l'emblema dell'esattezza e della precisione della tecnologia costruttiva. Ma le conseguenze di possibili disconfort interni devono essere gestite, il rischio di un surriscaldamento estivo o di fenomeni di abbagliamento o di aumentare enormemente le superfici disperdenti esiste.
Anche il modello dell'edificio sigillato e completamente climatizzato meccanicamente è superato in molti casi da edifici in cui i sistemi sono misti ed i bisogni degli utenti sono presi in maggior considerazione. In luoghi dove la qualità dell'aria è accettabile il beneficio che si ha da una ventilazione naturale è maggiore rispetto a sistemi di ventilazione forzata.
Ulteriori sviluppi si hanno verso delle facciate "attive" e energeticamente produttive. Facciate ben esposte che ricevono radiazione solare possono ospitare sistemi di produzione dell'energia e se tali sistemi sono integrati in schermi solari si possono creare dei sistemi sinergici di notevole interesse.
L'integrazione di impianti nella facciata è un altro tema di sviluppo che ha come obiettivo di aumentare la flessibilità interna degli spazi.



Luce:

Una facciata trasparente ha lo scopo primario di gestire il passaggio della luce all'interno dell'edificio.

illuminazione



Daylight factor

$D = E_p / E_a \cdot 100$ [%]

E_p Illuminance in the room [lx]
E_a Illuminance in the open [lx]

Illuminance depth in the room

Illuminance depth $= 1.5 \cdot h_{Windowlintel}$ [m]

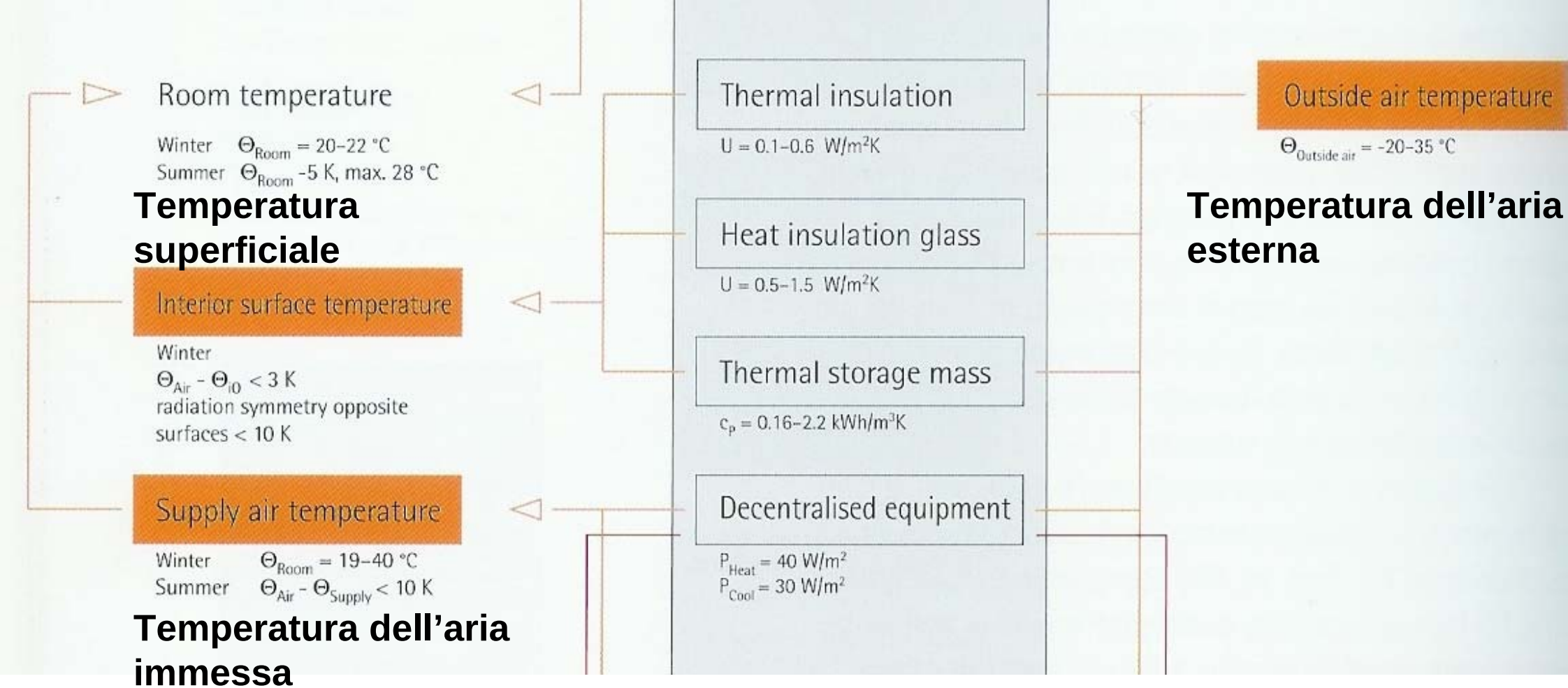
$h_{Windowlintel}$ Height from top of floor level to underside of lintel [m]

	D = 1%	D = 5%
Overcast sky (10,000 lx)	100 lx	500 lx
Clear sky (50,000 lx)	500 lx	2,500 lx

Fig. 3.1.31 **Daylight entry**

The daylight factor is the ratio of the internal illuminance on a horizontal plane in the room and the illuminance on a horizontal plane outside under a fully overcast sky. The value of 1.5 times the window lintel height is used to calculate the depth of room that could be illuminated with natural light from a sidelight window.

La quantità di luce che entra attraverso una facciata vetrata (fattore di luce diurna) è il rapporto tra l'illuminazione interna su un piano orizzontale e l'illuminazione su un piano orizzontale all'esterno. Il valore di 1.5 è usato per calcolare la profondità illuminata naturalmente in base all'altezza del vano finestra



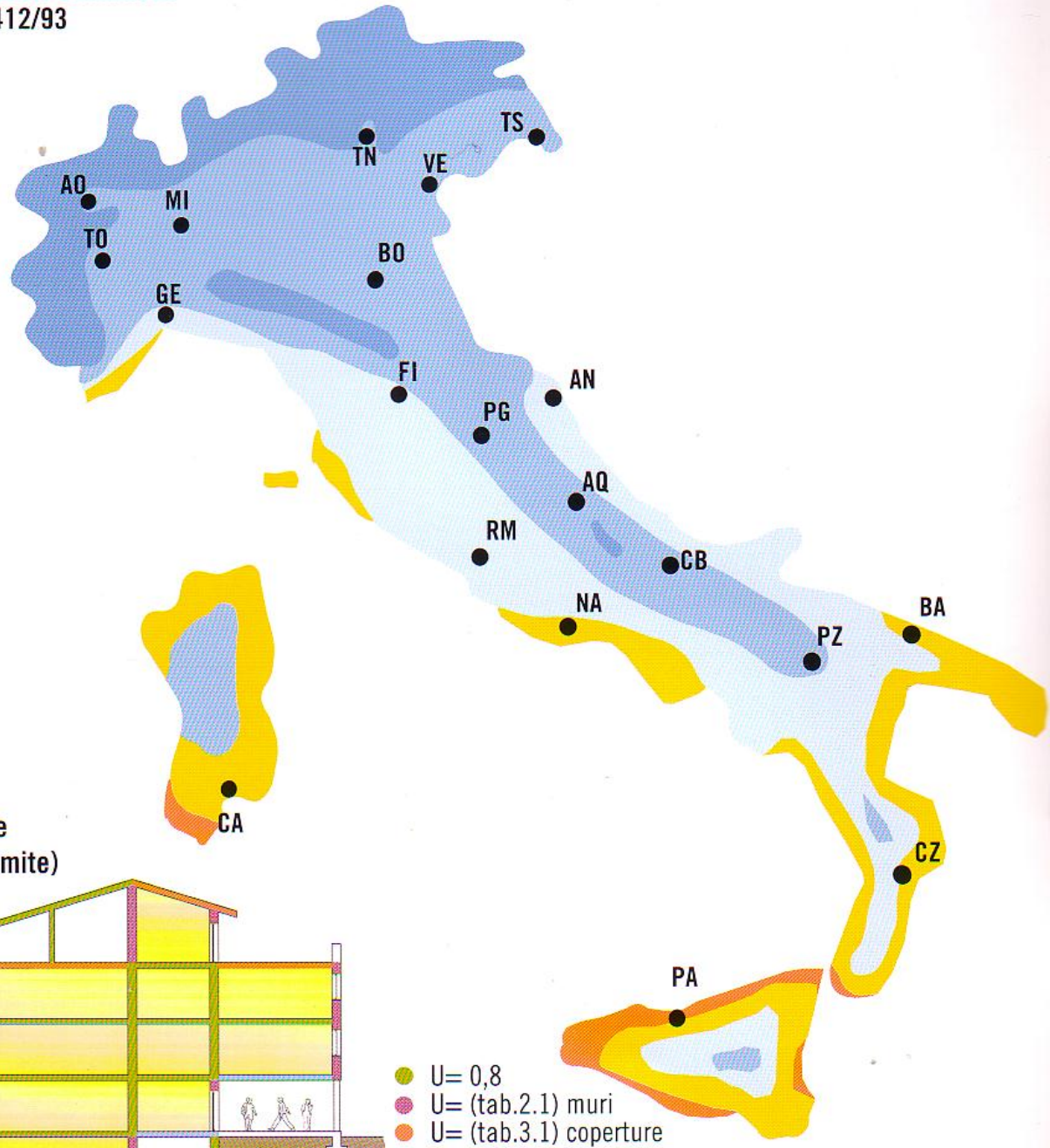
Temperatura superficiale

Temperatura dell’aria esterna

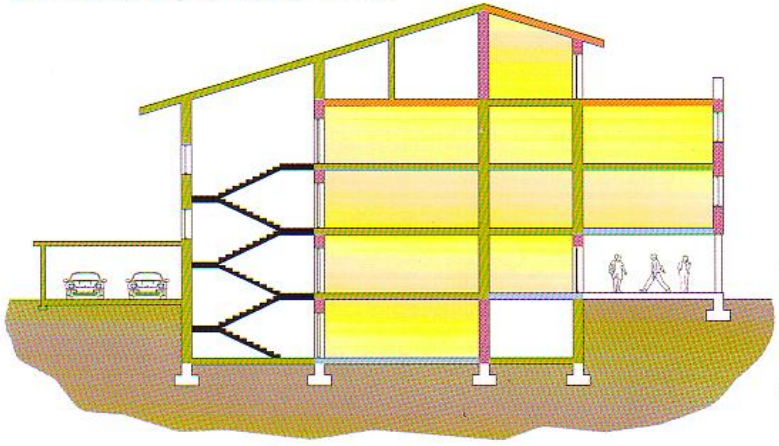
Temperatura dell’aria immessa

temperatura

Schema indicativo delle zone climatiche italiane secondo il DPR 412/93



Le trasmittanze termiche dell'edificio (metodo U limite)



- U= 0,8
- U= (tab.2.1) muri
- U= (tab.3.1) coperture
- U= (tab.3.2) pavimenti

- locale non riscaldato
- locale riscaldato

Tab. 13.14 - Valori limite della trasmittanza termica "U" delle chiusure trasparenti comprensive degli infissi, espressa in W/m² K

ZONA CLIMATICA	DALL' 1 GENNAIO 2006	DALL' 1 GENNAIO 2009
	U (W/m² K)	U (W/m² K)
A	5.5	5.0
B	4.0	3.6
C	3.3	3.0
D	3.1	2.8
E	2.8	2.5
F	2.4	2.2

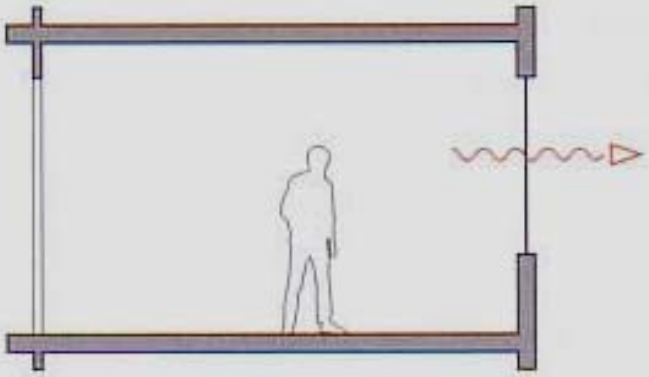
Fonte: D.Lgs. 192/2005.

Tab. 13.15 - Valori limite della trasmittanza centrale termica "U" dei vetri, espressa in W/m² K

ZONA CLIMATICA	DALL' 1 GENNAIO 2006	DALL' 1 GENNAIO 2009
	U (W/m² K)	U (W/m² K)
A	5.0	5.0
B	4.0	3.0
C	3.0	2.3
D	2.6	2.1
E	2.4	1.9
F	2.3	1.6

Fonte: D.Lgs. 192/2005.

temperatura



Transmission heat loss $Q_{Component}$

$$Q_{Component} = A_{Component} \cdot U_{Component} \cdot \Delta\Theta \cdot t \quad [Wh]$$

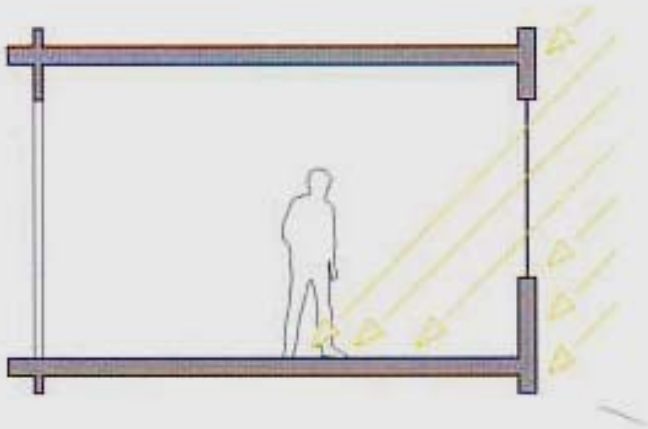
$A_{Component}$	Area of componentl [m²]
$U_{Component}$	U-value of component [W/m²K]
$\Delta\Theta$	Temperature difference inside-outside [K]
t	time [h]

	U [W/m²K]
2-pane heat insulation glass	1.4
3-pane heat insulation glass	0.6
New build to EnEV (wall)	< 0.35
Low energy house (wall)	< 0.25
Passive house (wall)	< 0.15

Fig. 3.1.28 **Transmission heat loss**
Transmission heat loss is the energy loss caused by heat conduction through the outer surface of the building. It is mainly determined by the thermal transmittance (U-value) of the individual exterior components and the temperature difference between the inside and outside. The U-value of the whole unit (e.g. the frame and glazing) is the relevant figure for transparent components.

Dispersioni termiche:
Sono i passaggi di calore attraverso l'involucro dell'edificio, sono principalmente in funzione del valore U (trasmittanza dell'involucro) e della differenza di temperatura.
Per gli involucri vetrati i valori di U sono molto superiori ai valori di involucri opachi. Un ottimo valore di U per una facciata vetrata 1,5 è un pessimo valore per una parete opaca.
Il valore di U delle facciate vetrate è dato dalla media tra i vetri e i serramenti. questi ultimi hanno generalmente un valore di U superiore a quello dei vetri.

Guadagno termico



Total solar energy transmittance g_{tot}

$$g_{tot} = g \cdot F_c \cdot f \qquad [-]$$

g	Energy transmittance of the glazing [-]
F_c	Reduction factor of shading [-]
f	Glazing fraction facade [-]

	g [-]
2-pane heat insulation glass	0.6
3-pane heat insulation glass	0.4
2-pane solar control glass	0.3
	F_c [-]
Shading lifted	1
External shading	0.1
Internal shading	0.5

Fig. 3.1.30 **Total solar energy transmittance**
The total solar energy transmittance for the facade is a function of the energy transmittance of the glazing, the glazing fraction and the reduction factor of the shading. The latter has to be specially calculated for internal systems as the energy transmittance is influenced by the reflectivity of the shading and glazing and the absorption properties of the glazing.

Il guadagno termico di una facciata vetrata esposta all'irraggiamento è funzione:

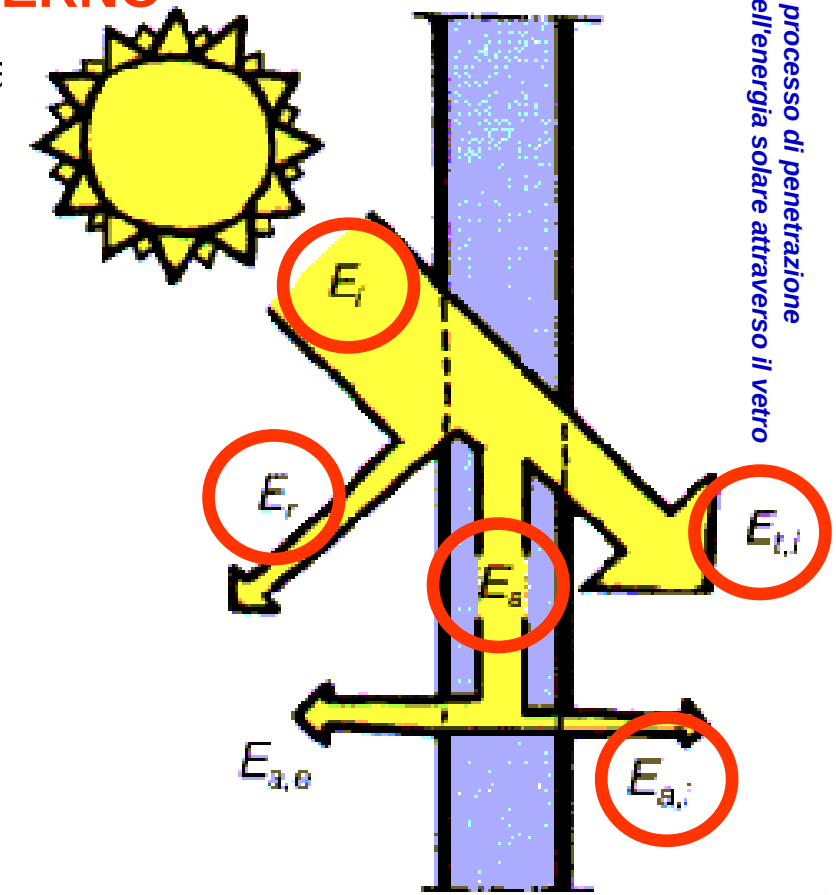
1. **del fattore solare del vetro,**
2. **del sistema di ombreggiamento previsto**
3. **della percentuale di superficie vetrata rispetto a quella opaca.**

APPORTO DI ENERGIA RADIANTE DALL'ESTERNO

L'irraggiamento solare che colpisce una superficie vetrata **(Ei)** determina un apporto di energia basato su scambi termici : l'energia viene in parte riflessa verso l'esterno **(Er)** e va perduta, in parte assorbita dal vetro **(Ea)** e in parte trasmessa all'interno **(Et,i).**

La quota di energia assorbita dal vetro viene poi parzialmente trasmessa all'interno **(Ea,i),** per effetto dell'innalzamento di temperatura subito dal materiale.

L'energia totale entrante **(Et)** nell'ambiente è quindi data dalla somma dell'energia trasmessa all'interno **(Et,i)** e dell'energia riemessa dal vetro all'interno dell'ambiente **(Ea,i).**

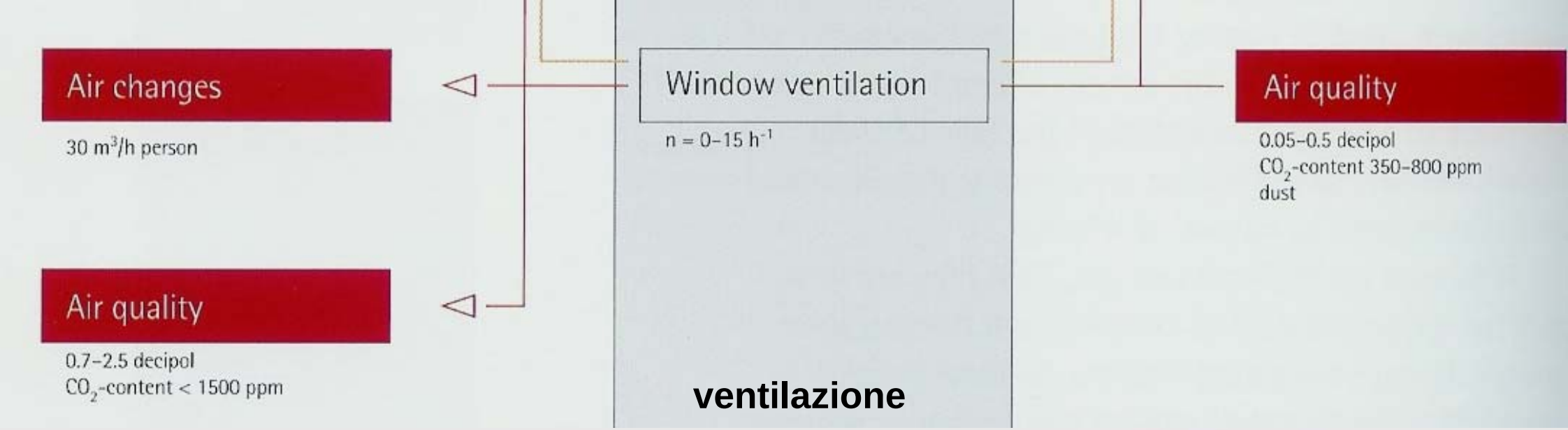


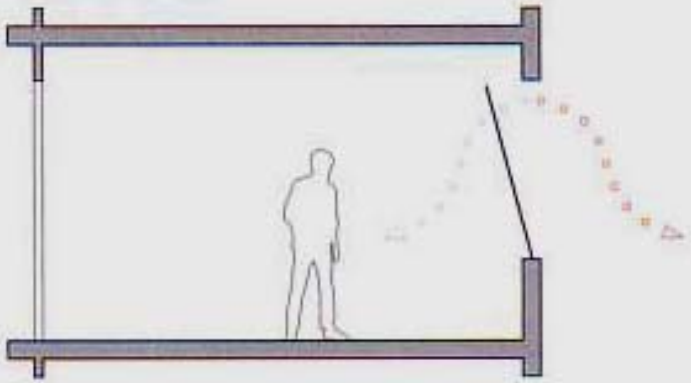
Il processo di penetrazione dell'energia solare attraverso il vetro

Et= Et,i+Ea,i

EFFETTO SERRA

Viene detto effetto serra un noto fenomeno di cui ci si avvale per utilizzare l'energia solare ai fini del riscaldamento invernale. L'energia radiante penetrata attraverso le superfici trasparenti di un locale chiuso si accumula negli oggetti presenti nell'ambiente, trasformandosi in energia termica. Tali oggetti la reirradiano poi con lunghezze d'onda più prossime all'infrarosso, che non riescono più ad attraversare nuovamente il vetro. L'energia resta così per la maggior parte intrappolata all'interno del locale, dal quale non può più uscire per irraggiamento, ma soltanto attraverso i normali processi di trasmissione.





Ventilation heat losses Q_{Air}

$$Q_{Air} = V_{Room} \cdot n \cdot c_{Air} \cdot \Delta\Theta \cdot t \quad [Wh]$$

V_{Room}	Room volume [m³]
c_{Air}	Heat capacity of air = 0.34 Wh/m³K
n	Air changes [h⁻¹]
$\Delta\Theta$	Temperature difference inside-outside [K]
t	Time [h]

	n [h⁻¹]
Window and door closed	0–0.5
Window tilted	0.3–1.5
Window half open	5–10
Window fully open	10–15
Windows and doors opposite open	> 40

Fig. 3.1.29 **Ventilation heat loss**
Ventilation heat loss determines the energy loss caused by ventilation in winter. It depends mainly on the number of air changes and the temperature difference between inside and outside. At high rates of air change, ventilation heat loss is the largest contributor to the total heat loss.

Ventilazione: molte perdite di energia sono causate dalla necessaria ventilazione degli ambienti. Quando la differenza di temperatura tra esterno ed interno è elevata è indispensabile controllare i ricambi d'aria.