

Scheda informativa finestre

La finestra nel calcolo energetico



Con il sostegno di

EnFK
Konferenz Kantonalener Energiefachstellen
Conférence des services cantonaux de l'énergie
Conferenza dei servizi cantonali dell'energia
Conferenza dals posts spezialisads chantunals d'energia

**svizzera energia**
Il nostro impegno: il nostro futuro.



Le finestre sono un importante elemento dell'involucro dell'edificio. Significativo è il loro influsso sul fabbisogno energetico, il comfort e la protezione termica durante il periodo estivo. In questa scheda informativa sono riassunti i requisiti posti ai serramenti, che incidono sul fabbisogno termico per il riscaldamento. Questa scheda aiuta i progettisti nell'elaborazione di verifiche energetiche, incarti Minergie, nella valutazione di edifici esistenti e nella consulenza energetica, compreso l'elaborazione di un certificato energetico cantonale degli edifici (CECE).

Tema	Pagina
■ Principi per determinare il valore U della finestra (U_w)	3
■ Verifica esigenze puntuali	4
■ Verifica esigenze globali	5
■ Posa finestra	8
■ Valori U_w	9
■ Calcolo dei valori U_w	10
■ Ulteriori informazioni	12
■ La finestra come parte dell'involucro dell'edificio	14

Principi per determinare il valore U della finestra (U_w)

La finestra presenta una costruzione disomogenea composta da parti con differenti proprietà termoisolanti. I valori U di telaio e vetro sono inclusi nel calcolo in funzione della loro superficie, mentre l'effetto di ponte termico del distanziatore del vetro viene considerato come un coefficiente di trasmissione termica lineare.

Valore U vetro (U_g)

Il coefficiente di trasmissione termica viene rappresentato con il simbolo U_g come dichiarato secondo DIN EN 673. Per un vetro a triplo strato con riempimento di gas si può raggiungere un valore fino a 0,4 W/m²K.

Valore U telaio (U_f)

Il coefficiente di trasmissione termica medio per il telaio viene indicato con U_f . Il valore dipende dal materiale e dalla forma del profilo. Il valore medio U_f del telaio è determinato secondo la norma SIA 331.

Sigillatura del bordo del vetro (Ψ_g)

Il coefficiente di trasmissione termica lineare del collegamento vetro-telaio è indicato con il simbolo Ψ_g . I distanziatori possono essere in acciaio inossidabile, in materiale sintetico o in alluminio e, a dipendenza dal materiale del telaio e del vetro, hanno valori diversi.

Superficie della finestra (A_w)

Come misura determinante per il calcolo di A_w vale la luce dell'apertura nella parete oppure nel tetto. Questa superficie è anche chiamata luce netta della finestra. Questa superficie è decisiva per la determinazione del valore U del serramento.

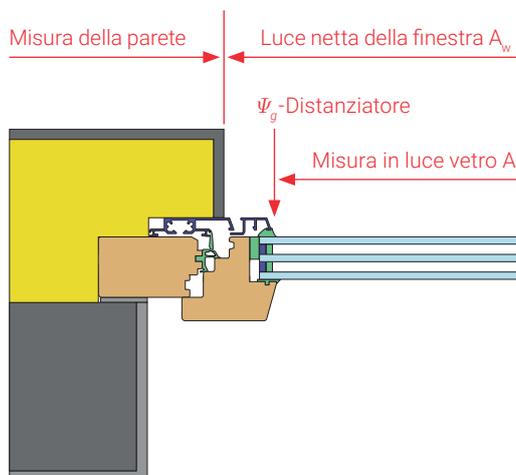


Figura 1: Battuta della finestra

Procedura di verifica

Secondo la norma SIA 380/1 sono possibili due metodi per la verifica delle misure relative all'energia:

- Verifica esigenza puntuale – metodo semplificato: Rispetto dei requisiti sul singolo elemento della costruzione.
- Verifica esigenza globale: Rispetto dei requisiti sul fabbisogno termico per il riscaldamento $Q_{H,li}$ per l'intero edificio.

Coefficiente di trasmissione termica globale (g)

Il valore g definisce la quota di irraggiamento solare che viene lasciato passare dal vetro. Come parametro di riferimento per il vetro si utilizza il coefficiente di trasmissione termica globale relativo all'irraggiamento verticale g_{\perp} . Esso è decisivo per la valutazione di un vetro in relazione al bilancio termico complessivo. Sono disponibili una molteplicità di prodotti con differenti valori g .

Nel calcolo del valore U_w vengono sommati i coefficienti di trasmissione termica di tutte le parti della finestra (telaio, vetro, distanziatori) con le loro relative superfici o lunghezze.

$U_w = \frac{U_f \cdot A_f + U_g \cdot A_g + \Psi_g \cdot l}{A_w}$			
U, Ψ	= Coefficiente di trasmissione termica		
A_f	= Superficie telaio		
Dimensione	A = Superficie	l = Lunghezza	
Indice	w = Finestra	f = Telaio	g = Vetro

Strumento di calcolo

Il calcolo del valore U della finestra può essere eseguito gratuitamente grazie allo strumento di calcolo messo a disposizione dalla Conferenza dei servizi cantonali dell'energia (EnFK). Lo strumento è scaricabile direttamente dal sito www.endk.ch

Tabella 1: Calcolo valore U_w

Verifica esigenze puntuali

Per la verifica sono percorribili due vie
– verifica esigenze puntuali o verifica esigenze globali (pagina 5).

Campi d'impiego

La verifica delle esigenze puntuali non può essere applicata in caso di:

- facciata continua
- impiego di vetro con protezione solare integrata con $g < 0,3$

Facciata continua: La misura in luce, e quindi la superficie della finestra, nelle facciate continue non è definita. Per questo la verifica delle esigenze puntuali non è ammessa.

Calcolo del valore U puntuale della finestra (U_w)

Nella verifica delle esigenze puntuali viene considerata una finestra a due ante standard di 1,55/1.15 m. Per il calcolo della quota vetrata vanno considerate le dimensioni specifiche di posa.

Semplificazione: Senza verifica con le dimensioni specifiche del serramento, si considera una finestra standard con una quota vetrata del 75 %.

Esempio

Un valore $U_w \leq 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ è possibile con:

- Serramento con quota vetrata del 75 %:
 $U_g \leq 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$; $U_f \leq 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$;
 $\Psi_g \leq 0,045 \text{ W/mK}$

Nel determinare il valore U della finestra con la verifica delle esigenze puntuali, oltre alla quota vetrata si può considerare un telaio con dimensione massima di 15 cm su tutti i lati della finestra (Figura 2). Elementi della costruzione più larghi come estensioni del telaio e tamponamenti devono, anche se si trovano all'interno della dimensione della finestra, rispettare le esigenze degli elementi della costruzione opachi o dei cassonetti delle tapparelle.

Tabella 2: Valori limite U_{fi} per finestre secondo la norma SIA 380/1:2016

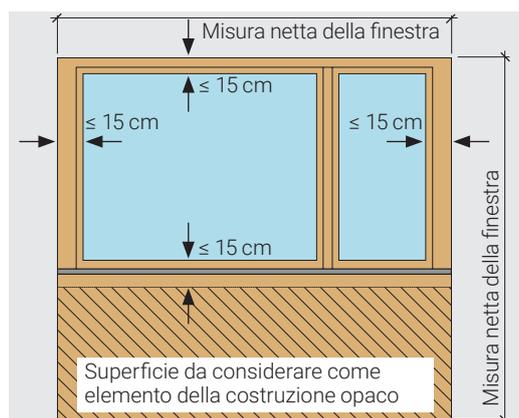


Figura 2: Finestra con elemento della costruzione adiacente

Valore limite U_{fi}

Nella norma SIA 380/1 sono definiti i requisiti energetici degli elementi della costruzione dell'involucro dell'edificio. Il valore limite U_{fi} vale per le categorie d'edificio con una temperatura ambiente standard (θ_i) di 20 °C. Per gli edifici o parti di edificio che si discostano dalla temperatura ambiente standard di 20 °C, il valore limite U_{fi} viene adeguato. Per ogni grado Kelvin di differenza, il valore limite viene ridotto o aumentato del 5 %. I valori limite vengono tuttavia corretti fino al massimo al valore mirato della finestra, pari a 0.80 W/m²K. I valori limite valgono allo stesso modo per superfici di posa orizzontali, oblique e verticali.

Esempio per la correzione del valore U_{fi}

- Categoria d'edificio industria ($\theta_i = 18 \text{ °C}$):
 U_{fi} di 1,0 W/m²K viene maggiorato del 10 %, U_{fi} industria = 1,1 W/m²K
- Categoria d'edificio piscina coperta ($\theta_i = 28 \text{ °C}$):
 U_{fi} di 1,0 W/m²K viene ridotto fino al valore mirato, U_{fi} piscina coperta = 0,8 W/m²K

Cassonetto delle tapparelle

Il cassonetto delle tapparelle non viene integrato nel valore U_w della finestra, ma verificato come elemento della costruzione separato. Il valore limite U_{fi} da raggiungere è di 0,50 W/m²K.

Finestre, porte finestre	
Verso l'ambiente esterno	1,0 W/m ² K
Verso i locali non riscaldati	1,3 W/m ² K
Cassonetto delle tapparelle	0,50 W/m ² K
Porte	
Verso l'ambiente esterno	1,2 W/m ² K
Verso i locali non riscaldati	1,5 W/m ² K

Verifica della copertura del fabbisogno termico per nuovi edifici

Quando nella verifica della «Copertura del fabbisogno termico per nuovi edifici» si opta per una delle soluzioni standard con esigenze accresciute per i serramenti, va rispettato un valore U_w per la finestra pari a 0,8 W/m²K.

Verifica esigenze globali

Nel calcolo del bilancio termico per l'elemento finestra viene considerato sia l'apporto solare che le proprietà termoisolanti (perdite termiche per trasmissione). Nella norma SIA 380/1 sono stabiliti una serie di valori di calcolo e i relativi requisiti.

Valori di calcolo per gli apporti solari

I valori di calcolo sono valori tipici per determinati dati d'inserimento, che semplificano il calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento. I seguenti valori di calcolo sono rilevanti per determinare gli apporti solari:

- Coefficiente di trasmissione termica globale del vetro
- Quota parte vetrata della superficie della finestra
- Fattori d'ombreggiamento

Coefficiente di trasmissione termica globale g_{\perp}

Secondo la norma SIA 380/1:2016, 3.5.4.11 si applicano i valori di calcolo presenti nella Tabella 3. L'impiego di valori migliori va dimostrato. Particolare attenzione va riservata a valori g_{\perp} inferiori per vetri di maggior spessore e relativi rivestimenti. Nella verifica delle esigenze globali il valore g_{\perp} viene ridotto con un fattore di 0,9 (compensazione dovuta all'angolo di incidenza e alla sporcizia).

Tipo di vetro		Valore g_{\perp}
2-IV-IR	Vetro termoisolante	0,55
3-IV-IR	Vetro termoisolante	0,50

Per superfici vetrate verso locali adiacenti, incluse terrazze vetrate e atri o verso pozzi luce, il valore g corrisponde a zero.

Vetri speciali

Nel caso di requisiti aggiuntivi di isolamento acustico, protezione antieffrazioni, protezione anticaduta e altro, va tenuto conto dell'influsso sui valori U_g e g .

Quota parte vetrata della finestra f_r

Per il calcolo dei guadagni solari è determinante la superficie del vetro A_g (superficie trasparente) della finestra. La quota «superficie del vetro A_g sulla superficie totale della finestra A_w » è ottenuta con la quota parte vetrata f_r . Quale semplificazione è possibile considerare un valore di quota parte vetrata pari a 0.75. Quando viene utilizzato un valore $f_r \geq 0,75$, esso va dimostrato mediante una documentazione dettagliata (vedere norma SIA 380/1:2016, 3.5.4.12).

Fattore d'ombreggiamento f_s

Il fattore d'ombreggiamento tiene conto della riduzione dell'irraggiamento solare in base agli altri edifici, alla topografia e agli elementi strutturali sulla facciata del proprio edificio come balconi o simili. Il fattore d'ombreggiamento f_s si compone in totale di tre sotto-fattori (Tabella 4). I valori di calcolo per f_{s1} , f_{s2} e f_{s3} sono da riprendere dalla norma SIA 380/1:2016, Tabella 20 fino a Tabella 22.

f_{s1}	Fattore d'ombreggiamento orizzontale
f_{s2}	Fattore d'ombreggiamento sporgenza superiore
$f_{s3,l}$	Fattore d'ombreggiamento sporgenza laterale a sinistra
$f_{s3,r}$	Fattore d'ombreggiamento sporgenza laterale a destra

$$f_s = f_{s1} \cdot f_{s2} \cdot f_{s3,l} \cdot f_{s3,r}$$

Tabella 4: Fattore di ombreggiamento

Tabella 3: Coefficiente di trasmissione termica globale del vetro (valore g_{\perp})

Superfici orizzontali

Per le finestre con superficie orizzontale (fino a un'inclinazione di 60 °) viene utilizzato solo il fattore d'ombreggiamento orizzontale f_{s1} secondo la norma SIA 380/1:2016, 3.5.4.13.4. L'angolo dell'orizzonte viene determinato per tutti i 4 punti cardinali, considerando anche l'ombra prodotta dall'edificio stesso. Il fattore d'ombreggiamento f_s risulta dal prodotto dei valori riferiti ai 4 punti cardinali.

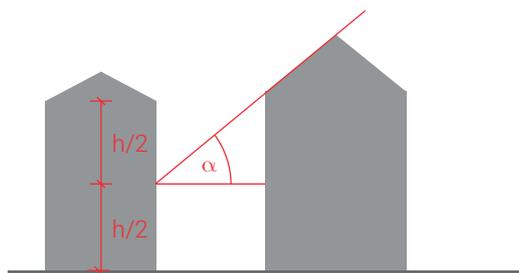
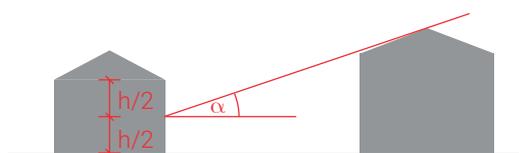


Figura 3: Sezione



■ Fattore d'ombreggiamento dell'orizzonte f_{s1}

Il fattore d'ombreggiamento dell'orizzonte viene determinato per facciata dell'edificio, in relazione agli edifici circostanti, all'edificio stesso e alla topografia. L'angolo dell'orizzonte α è riferito al centro della facciata.

Senza specifiche verifiche, per determinare f_{s1} si applicano i seguenti valori:

- Quando il piano regolatore permette la realizzazione di edifici vicini con tre o più piani, o quando gli edifici circostanti sono più alti di quello considerato: angolo dell'orizzonte $\alpha = 30^\circ$

- Altrimenti: angolo dell'orizzonte $\alpha = 20^\circ$

Questa regola pratica vale quando non ci si può riferire a nessun altro valore.

La Figura 3 mostra come nelle due situazioni impattino l'altezza e la distanza degli edifici sul fattore di ombreggiamento f_{s1} . Anche le ombre generate dall'edificio considerato sono da computare (Figura 4).

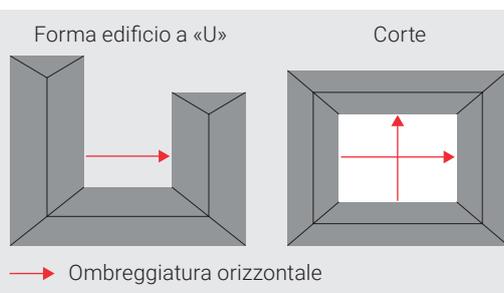


Figura 4:
Vista del tetto

→ Ombreggiatura orizzontale

■ Intradosso della finestra

Per stabilire l'ombreggiamento della finestra si deve considerare la sua posizione all'interno della parete esterna. Con una profondità dell'intradosso della finestra maggiore di 30 cm, questa deve essere inclusa nel calcolo del fattore d'ombreggiamento.

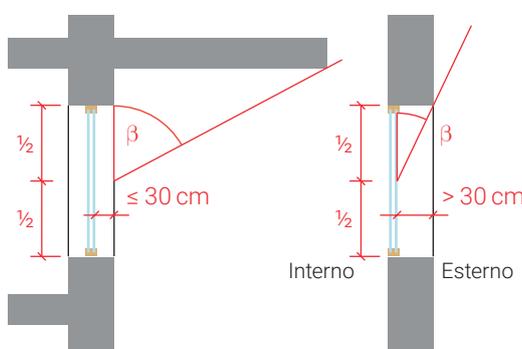


Figura 5: Sezione

■ Fattore d'ombreggiamento della sporgenza superiore f_{s2}

Il fattore d'ombreggiamento della sporgenza superiore considera gli elementi d'ombreggiamento in aggetto sulla facciata. Il fattore viene riferito al centro della finestra e per ogni finestra (Figura 5). Esempi tipici sono le solette dei balconi o le pensiline d'entrata.

■ Fattore d'ombreggiamento della sporgenza laterale f_{s3}

Con il fattore d'ombreggiamento della sporgenza laterale viene considerato l'ombreggiamento laterale. Il fattore viene riferito al centro della finestra e per ogni finestra, e determinato su entrambi i lati (Figura 6). Per le finestre orientate a est o ovest, il valore vale per sporgenze posizionate a sud della finestra. Per le finestre sulla facciata nord con sporgenze laterali, vale il fattore 1,0. Esempi tipici sono le nicchie dei balconi e le rientranze della facciata.

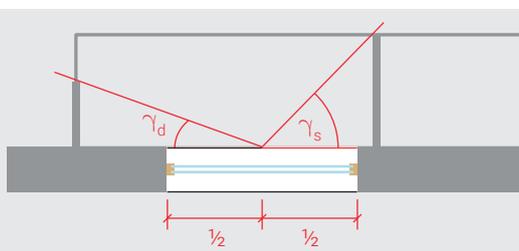


Figura 6: Pianta

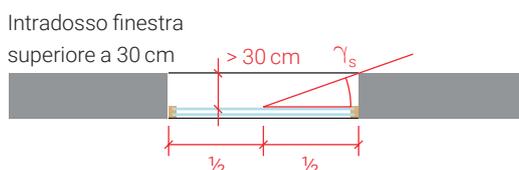
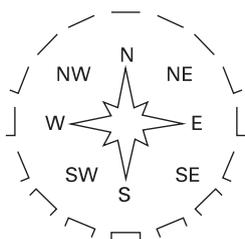


Figura 7: Pianta

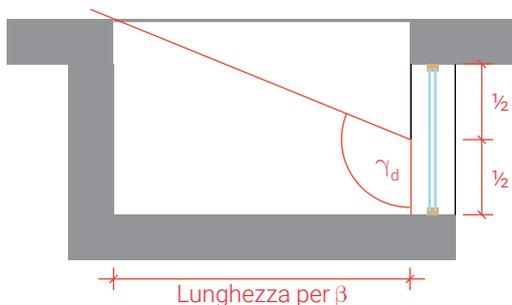
Fattore d'ombreggiamento su entrambi i lati: Il relativo angolo viene determinato tenendo come punto di riferimento il centro della finestra. Il valore di calcolo vale per un'unica sporgenza laterale. Per finestre orientate a sud-est o sud-ovest con sporgenze laterali su entrambi i lati, i valori di calcolo vanno moltiplicati tra loro (Figura 6).



Ombreggiamento della superficie vetrata da elementi posti davanti alla finestra: Quando l'irraggiamento solare viene limitato da elementi d'ombreggiamento fissi, il coefficiente di trasmissione termica globale della vetratura deve essere ridotto di conseguenza (parapetti anticaduta di porte balcone, lamelle in legno davanti alla superficie vetrata, ecc.).

Fattore d'ombreggiamento per finestre spostate verso l'interno: Nel caso di logge o balconi rientranti, per ogni finestra va considerata la chiusura superiore f_{s2} e la chiusura laterale f_{s3} (Figure 8 e 9).

Loggia; finestra laterale; pianta



Balcone; finestra laterale; pianta

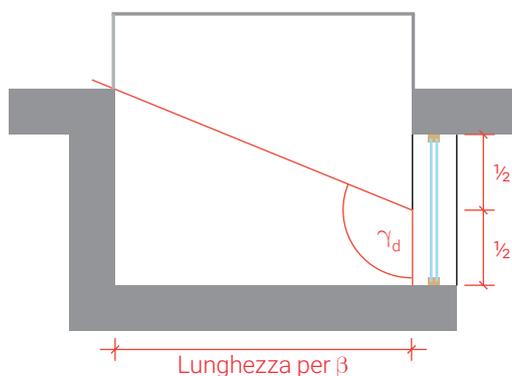
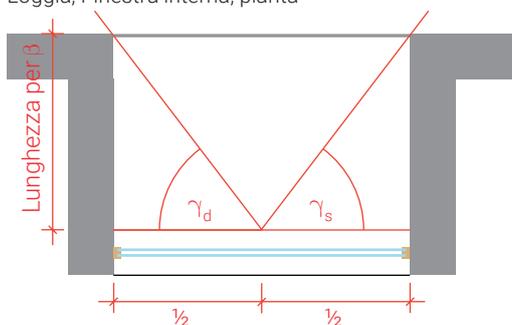


Figura 8: Sporgenza laterale su un lato

Loggia; Finestra interna; pianta



Loggia; Finestra interna; pianta

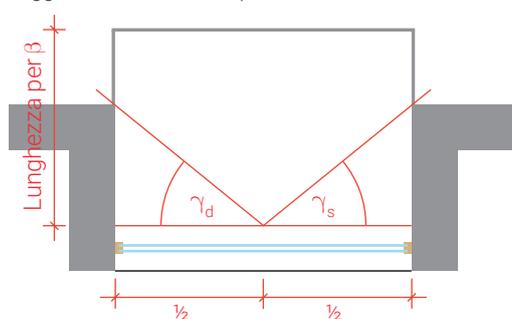


Figura 9: Sporgenza laterale su due lati

Posa della finestra

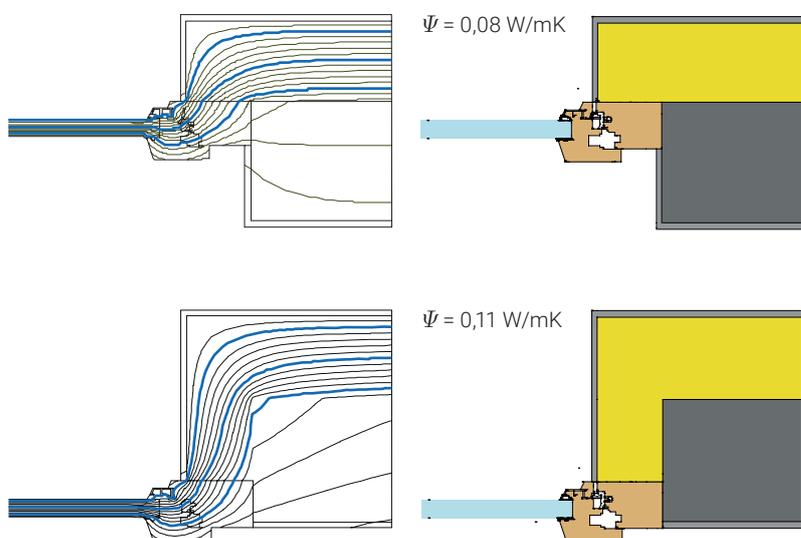


Figura 10:
Posa finestra

Sopra è rappresentato l'influsso del ponte termico sulla parete esterna in base alla posizione del telaio della finestra. I valori si riferiscono ai telai delle finestre; $U_f = 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$.

La migliore posizione del telaio della finestra riguardo una bassa perdita termica si trova al limite della costruzione della parete portante. Il telaio deve essere coperto e isolato il più possibile.

Posa ottimale delle finestre

- L'installazione della finestra richiede la piena attenzione per quanto riguarda la progettazione e la realizzazione costruttiva.
- La norma SIA 380/1:2016 esige la verifica dei ponti termici. Con una verifica delle esigenze puntuali il raccordo della finestra deve rispettare un valore limite di $0,15 \text{ W/mK}$.
- Con una scelta infelice della posizione del serramento, possono vanificarsi ampiamente gli sforzi volti a migliorare la qualità del vetro e del telaio della finestra.

I ponti termici

I ponti termici sono parti della costruzione con una bassa resistenza termica in confronto all'ininterrotta superficie della parete esterna. Normalmente, portano a un aumento delle perdite termiche per trasmissione e dovrebbero quando possibile essere evitati con delle misure costruttive. Nel raccordo della finestra (passaggio tra finestra e muro esterno) il ponte termico non può essere evitato, ma il suo influsso può essere ridotto.

L'influsso del raccordo della finestra nel valore Ψ_w

Le seguenti condizioni di posa influenzano il valore Ψ_w del raccordo della finestra:

- Il valore U della parete esterna adiacente e del telaio della finestra
- La qualità della costruzione adiacente
- La profondità e spessore dell'isolante nell'intradosso



Valore U_w

Vecchie finestre

Denominazione	Vetro	Valore U_g	Valore g	Valore U_f			
		[W/m ² K]	[%]	= 1,4 [W/m ² K]	= 1,9 [W/m ² K]	= 2,5 [W/m ² K]	= 3,3 [W/m ² K]
Finestre vecchio edificio	Doppio vetro con camera d'aria > 7 cm	2,7	75	2,5	2,6	2,6	3,5
Vetro doppio fino al 1980	Doppio vetro	2,7	75	2,5	2,6	2,6	3,5
2-IV fino al 1990	Vetro termoisolante con camera d'aria > 12 mm						
	a) riempimento con aria	2,9	75	2,7	2,8	3,0	3,5
	b) riempimento con gas (Argon)	2,7	75	2,6	2,7	2,8	3,0
3-IV fino al 1990	Vetro triplo termoisolante con camera d'aria > 9 mm						
	a) riempimento con aria	2,0	70	2,0	2,1	2,3	2,5
	b) riempimento con gas (Argon)	1,9	70	1,9	2,0	2,2	2,4
2-IV-IR dal 1990	Vetro termoisolante con una camera > 10 mm, uno strato selettivo e riempimento con gas (Argon)	1,8	62	1,9	2,0	2,2	2,4
		1,6	62	1,7	1,8	2,0	2,2
		1,4	62	1,6	1,7	1,9	2,1
		1,3	62	1,5	1,6	1,8	2,0
3-IV-IR dal 1990	Vetro termoisolante con doppia camera > 9 mm, uno strato selettivo e riempimento con gas (Argon)	1,5	60	1,7	1,8	1,9	2,1
		1,4	60	1,6	1,7	1,8	2,0
		1,2	60	1,4	1,6	1,7	1,9
		1,1	60	1,3	1,5	1,6	1,8
3-IV-IR-IR dal 1990	Vetro termoisolante con doppia camera > 9 mm, due strati selettivi e riempimento con gas (Argon)	1,2	45	1,5	1,6	1,7	1,9
		1,1	45	1,4	1,5	1,6	1,8
		0,9	45	1,2	1,4	1,5	1,7
		0,8	45	1,1	1,3	1,4	1,6

Tabella 5: Valore U_w per vecchie finestre

La Tabella 5 elenca i dati caratteristici delle finestre standard più vecchie. Senza informazioni dettagliate, vanno utilizzati questi valori per la valutazione degli edifici esistenti.

Valori di calcolo per il valore U del telaio U_f	
Materiale del telaio	U_f [W/m ² K]
Legno / legno-metallo	1,4
Plastica	1,9
Profilo composito isolato termicamente	2,5
Profilo di metallo	3,3

Tabella 6: Valori di calcolo per il valore U del telaio U_f per vecchie finestre

Nuove finestre

Denominazione	Vetro	Valore U_g	Valore g	Valore U_f			
		[W/m ² K]	[%]	= 1,0 [W/m ² K]	= 1,2 [W/m ² K]	= 1,4 [W/m ² K]	= 1,7 [W/m ² K]
3-IV-IR-IR	Vetro termoisolante con doppia camera > 9 mm, due strati selettivi e riempimento con gas (Argon)	0,7	50	0,9	0,9	1,0	1,1
		0,5	50	0,7	0,8	0,8	0,9

Tabella 7: Valore U_w per le nuove finestre

Calcolo del valore U_w

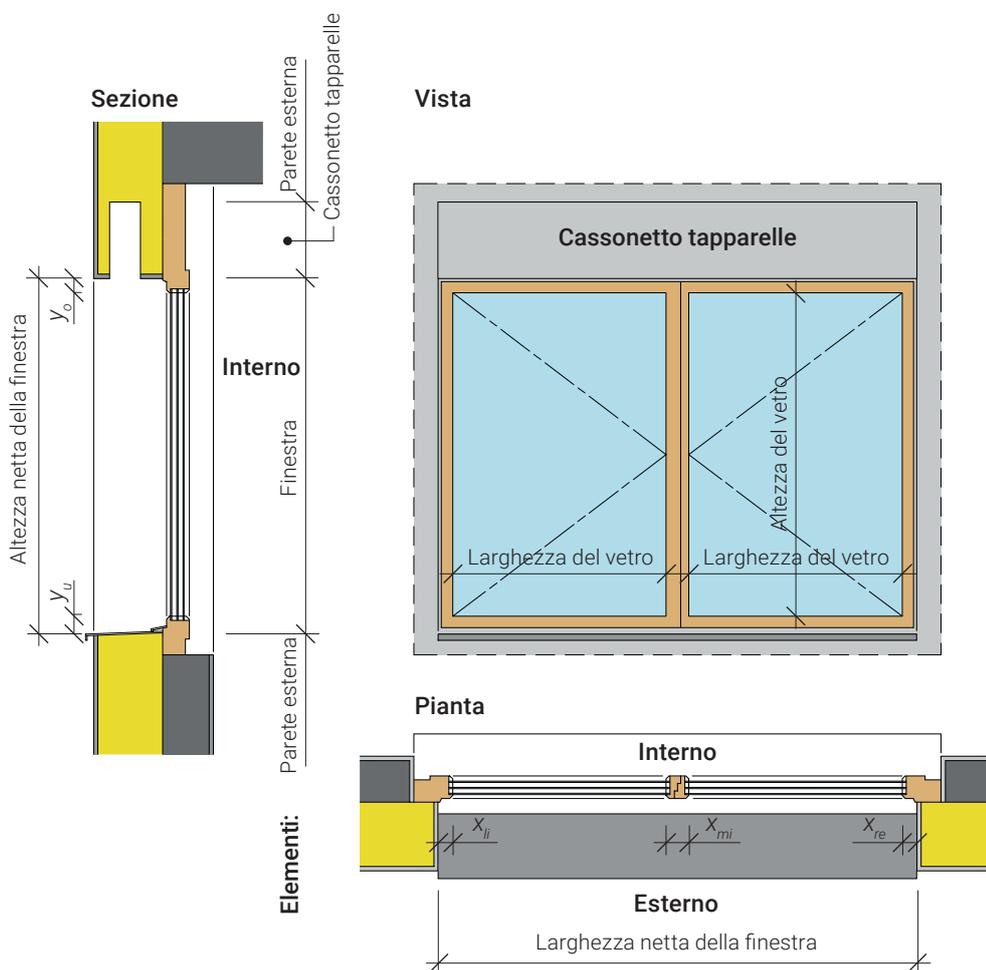
Valore Ψ_g del vetro con distanziatore termico migliorato (acciaio inossidabile, plastica)			Valore Ψ_g del vetro con distanziatore termico in alluminio		
Materiale del telaio	Valore Ψ_g in W/mK		Materiale del telaio	Valore Ψ_g in W/mK	
	doppio e triplo vetro senza strato selettivo $U_g = 1,9$ fino a $3,0$ W/m ² K	doppio e triplo vetro con schermatura solare $U_g = 0,5$ fino a $1,8$ W/m ² K		doppio e triplo vetro senza strato selettivo $U_g = 1,9$ fino a $3,0$ W/m ² K	doppio e triplo vetro con schermatura solare $U_g = 0,5$ fino a $1,8$ W/m ² K
Telaio in legno o plastica	0,05	0,06	Telaio in legno o plastica	0,06	0,08
Telaio in metallo con taglio termico	0,06	0,08	Telaio in metallo con taglio termico	0,08	0,11
Telaio in metallo senza taglio termico	0,01	0,04	Telaio in metallo senza taglio termico	0,02	0,05

Tabelle 8 e 9: Quando non sono disponibili valori verificati per il valore Ψ della guarnizione del bordo del vetro, vanno utilizzati i valori secondo queste tabelle. Fonte: EN ISO 10077-1:2017

■ Guarnizione del bordo vetro consigliata

Indicazione: Il termine «dimensione netta della finestra» è equivalente alle terminologie della norma SIA 380/1:2016 «superficie relativa ai vuoti nella muratura o nel tetto» e superficie delle finestre A_w .

Figura 11: Altezza e larghezza del vetro (superficie di vista A_g).
 x_{li} , x_{re} : Parte laterale del telaio (intradosso fino a superficie vetro)
 x_{mi} : Larghezza montante centrale
 y_o : Parte superiore del telaio (dal bordo inferiore della veletta alla superficie vetrata)
 y_u : Parte inferiore del telaio (dal bordo superiore del davanzale alla superficie vetrata)



Procedimento di calcolo del valore U_w della finestra per verifica esigenze globali		Passaggi del calcolo
Telaio		
Materiale	Legno-metallo	$A_f = 1,40 \times 0,05 \times 1 = 0,07 \text{ m}^2$ $1,40 \times 0,18 \times 1 = 0,252 \text{ m}^2$ $1,81 \times 0,05 \times 2 = 0,181 \text{ m}^2$ $1,81 \times 0,12 \times 1 = 0,217 \text{ m}^2$ 0,72 m²
Valore U del telaio	$U_f = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Superficie del telaio	$A_f = 0,72 \text{ m}^2$	
Vetro		
Denominazione del vetro	IV vetro triplo	$A_g = 0,59 \times 1,81 \times 2 = \mathbf{2,136 \text{ m}^2}$
Riempimento della camera	Argon	
Valore U del vetro	$U_g = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Superficie del vetro	$A_g = 2,14 \text{ m}^2$	
Guarnizione del bordo del vetro		
Materiale, denominazione	Termicamente migliorato	$l = 0,59 \times 4 = 2,36 \text{ m}$ $1,81 \times 4 = 7,24 \text{ m}$ 9,60 m
Coefficiente di trasmissione termica	$\Psi_g = 0,04 \text{ W/mK}$	
Lunghezza della guarnizione	$l = 9,6 \text{ m}$	
Superficie della finestra	$A_w = 2,86 \text{ m}^2$	
		$1,40 \times 2,04 = \mathbf{2,86 \text{ m}^2}$

Tabella 10:
Procedimento di calcolo

$$U_w = \frac{U_f \cdot A_f + U_g \cdot A_g + \Psi_g \cdot l}{A_w} = \frac{1,2 \cdot 0,72 + 0,7 \cdot 2,14 + 0,04 \cdot 9,6}{2,86} = \mathbf{0,96 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

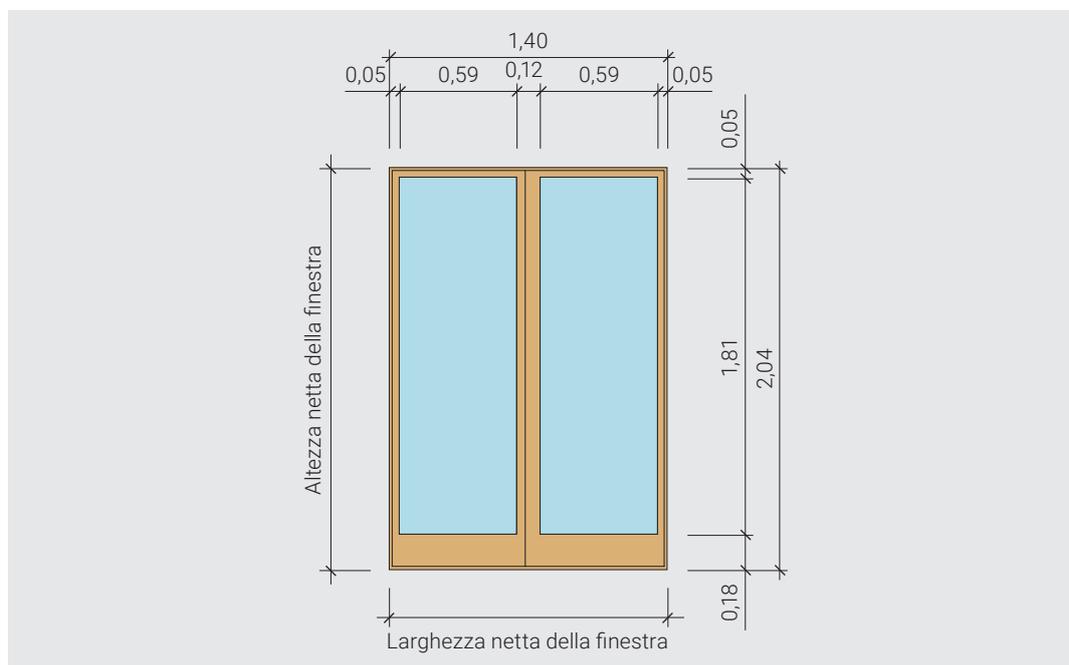


Figura 12:
Disegno quotato quale base per il procedimento di calcolo

Ulteriori informazioni

Elementi speciali

■ **Superficie del lucernario:** Le dimensioni della superficie di un lucernario nella verifica delle esigenze puntuali corrispondono a 1,14 per 1,40 m (dimensione d'ingombro); calcolando la finestra con un'anta singola. I dati del valore U_w forniti dai produttori di lucernari si basano su valori di calcolo ottenuti da questa dimensione standard di finestra. Con una superficie di tetto ben isolata, i lucernari sono considerati come dei punti deboli a livello termico. È importante se possibile impiegare modelli di finestre con un basso valore U ; i collegamenti alla struttura dell'edificio devono essere risolti accuratamente (isolamento, ermeticità all'aria).

■ **Cupole luminose:** Le cupole luminose sono disponibili in vari modelli, i valori U si attestano tra 0,8 e 2,5 W/m²K.

■ **Vetro profilato:** Il vetro profilato è disponibile in diverse qualità. Un elemento a doppia lastra ha un valore U di 1,8 W/m²K; questo con un coefficiente di trasmissione termica globale di 0,45. Il rivestimento con pellicola di una superficie migliora il valore U . Se lo spazio intermedio viene riempito con un isolamento termico trasparente, il valore U migliora mentre il valore g si abbassa notevolmente.

■ **Vetrocemento:** Il vetrocemento è un elemento della costruzione traslucido. Il valore g è di regola $\leq 0,3$, quindi la verifica delle esigenze puntuali non è permessa. Il valore U di questo elemento si attesta tra 1,0 e 3,5 W/m²K.

■ **Vetro intelligente:** Il vetro intelligente è un vetro di protezione solare, che modifica la sua trasparenza mediante l'elettricità (vetro elettro-cromatico) o l'irraggiamento solare (effetto termo-cromatico) e quindi anche il coefficiente di trasmissione termica globale e la trasmissione della luce. Il valore g del vetro elettro-cromatico viene regolato gradualmente e può in linea di massima raggiungere un valore g minimo di 0,02. Per le verifiche energetiche si consiglia di impiegare il valore g più alto. Mentre per il calcolo della protezione termica estiva va utilizzato il valore g più basso (protezione solare chiusa). I vetri intelligenti, a differenza di quelli convenzionali, hanno differenti proprietà, per cui l'applicazione è da valutare con attenzione.

■ **Facciata continua:** Sistema completo, composto da elementi verticali e orizzontali collegati fra di loro, ancorati alla costruzione portante e dotati di pannelli di tamponamento, che formano un involucro leggero, avvolgente e ininterrotto. Da sola o in combinazione con la struttura adempie a tutte le funzioni normalmente svolte dalla parete esterna, senza però contribuire alle esigenze portanti della costruzione. Normalmente viene realizzata in metallo, legno o materiale sintetico. Un sistema globale può anche comprendere dei provvedimenti per la protezione solare termica, l'uso attivo dell'energia solare, comando e regolazione.

Comfort in inverno

■ **Comfort termico in inverno:** Il comfort termico in inverno non dipende solo dalla temperatura dell'aria interna ma anche dalle temperature superficiali degli elementi che circoscrivono il locale e quindi dalla capacità d'isolamento termico dell'involucro che lo circonda. I requisiti sono elencati nella norma SIA 180.

■ **Caduta di aria fredda:** L'aria interna si raffredda sulla superficie di una finestra e cade. A dipendenza della temperatura superficiale e dell'altezza della finestra, la velocità dell'aria può assumere valori al di sopra di quelli limite, definiti per la sensazione di corrente d'aria a una determinata temperatura interna. La conseguenza è un effetto negativo sulla permanenza nelle vicinanze della finestra. La velocità dell'aria viene utilizzata come misura di valutazione; essa è notevolmente influenzata dall'altezza e dal valore U delle finestre. Decisiva è la velocità dell'aria nella zona di attività, cioè a circa 1,0 m dalla parete esterna. Per finestre alte o su più livelli è importante verificare attentamente la caduta di aria fredda. Si raccomanda di impiegare finestre con un valore U più basso possibile.

Comfort in estate

■ **Sistemi di protezione solare e contro l'abbagliamento:** Il compito primario di un sistema di protezione solare è la protezione degli spazi interni dal surriscaldamento dovuto all'irraggiamento solare. Per gli spazi di lavoro esistono inoltre altri requisiti come, per esempio, una protezione funzionale contro l'abbagliamento. È importante che in presenza d'irraggiamento solare diretto venga sfruttata l'elevata quantità di luce giornaliera per illuminare il locale. Per le facciate che sono fortemente ombreggiate, il controllo per piano è preferibile al controllo per facciata.

■ **Protezione solare:** Considerando il crescente aumento delle temperature esterne e il numero di giorni di canicola, è importante una buona protezione solare. Nei nuovi edifici e nelle trasformazioni sono previsti dei requisiti per il valore g della protezione solare. Nei locali raffreddati o nei locali dove è necessario o desiderato un raffreddamento, si devono rispettare i requisiti di controllo e di resistenza al vento della protezione solare. Questo aspetto deve essere tenuto in considerazione anche per le finestre del tetto. Il modulo Minergie per la protezione solare soddisfa queste esigenze.

Terminologia per la finestra

Telaio: Telaio della finestra che permette il collegamento con la struttura dell'edificio.

Anta della finestra: L'anta è la parte mobile della finestra che è collegata al telaio.

Tipo di finestra: Descrive la divisione della finestra e il tipo di apertura, per esempio a 2 ante (a 1 campo).

Allargamento del telaio: Allargamento del telaio della finestra solitamente nella zona del cassonetto delle tapparelle; può avvenire anche sotto o lateralmente.

Montante (tramezza): Parte del telaio che divide verticalmente la superficie della finestra.

Traversa: Parte del telaio che divide orizzontalmente la superficie della finestra.

■ **Vetri con schermatura solare:** I vetri con schermatura solare sono vetri isolanti che presentano una speciale pellicola con un basso valore g . Se il coefficiente di trasmissione termica globale è inferiore a 0,3, la verifica delle esigenze puntuali non è permessa.

Progettazione ed esecuzione

■ **Modulo Minergie finestre:** Con un valore U totale di $U_w \leq 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ e con un valore U del vetro di $U_g \leq 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$, le finestre Minergie garantiscono un elevato comfort termico oltre al risparmio energetico. Il modulo viene regolarmente adattato allo stato della tecnica.

Ulteriori informazioni:
www.minergie.ch/it/certificare/moduli

■ **Aziende specializzate:** Aziende specializzate come i produttori di finestre e le falegnamerie offrono anche buoni prodotti (vedere www.fensterverband.ch).

Importanti criteri per la scelta sono:

- Vetro triplo $U_g \leq 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Distanziatore in acciaio inossidabile o migliore
- La più elevata quota vetrata possibile
- Esecuzione a regola d'arte delle sigillature durante la posa
- Per i risanamenti: gli intradossi delle finestre devono essere isolati

■ **Esecuzione:** È importante impiegare correttamente i dati non solo nelle verifiche energetiche, ma anche controllare che i valori dichiarati siano presi in considerazione e controllati nella fase di appalto come durante l'esecuzione. Esempio: la norma SIA 331:2012 regola la definizione degli elementi in vetro isolante. Per questo vanno riportate le seguenti informazioni sul distanziatore:

- Produttore
- Data di fabbricazione e/o numero del prodotto
- Materiale del distanziatore, se migliorato dal punto di vista termico
- Etichettatura, da cui si può determinare il valore U_g e il valore g attraverso le informazioni sulla pellicola, la dimensione della camera e del gas contenuto.

La finestra come parte dell'involucro dell'edificio

Grazie alla finestra sono possibili lo sfruttamento della luce del giorno, il ricambio sporadico dell'aria interna e la relazione con l'ambiente esterno. Essa non possiede una posizione particolare solo per l'aspetto fisiologico nell'abitare, ma questo elemento trasparente è anche importante per quanto riguarda gli aspetti energetici e la fisica della costruzione.

Le finestre hanno un valore U circa cinque volte superiore agli elementi opachi. D'altra parte, questo svantaggio può essere più che compensato attraverso lo sfruttamento del calore dell'irraggiamento solare. Tuttavia, il presupposto è che la progettazione delle finestre sia ottimizzata secondo criteri energetici e che l'elemento stesso sia di alta qualità.

Concetto edificio

■ **Orientamento:** Gli edifici devono essere progettati in modo tale che le grandi superfici vetrate siano orientate possibilmente verso est, sud o ovest.

■ **Sfruttamento solare:** Con il maggior numero di finestre esposte a sud viene ridotto il fabbisogno termico per il riscaldamento e quindi anche il consumo di energia. Tuttavia, quando queste finestre sono ombreggiate in inverno, per quanto riguarda l'uso dell'energia solare un orientamento a est o a ovest non ombreggiato è preferibile a un orientamento a sud.

■ **Massa d'accumulo:** L'uso del calore dovuto all'irraggiamento solare è subordinato alla capacità dell'edificio di accumularlo. Superfici con una buona massa d'accumulo termico sono i pavimenti, i soffitti e le pareti massicci e senza rivestimenti.

■ **Sfruttamento della luce diurna:** Grandezza, disposizione e montaggio delle finestre, in particolare nella zona dell'architrave, influenzano notevolmente l'incidenza della luce diurna all'interno dell'edificio. L'uso della luce diurna è importante per motivi di salute come pure per il risparmio di energia elettrica per l'illuminazione. A tale scopo sono particolarmente efficaci architravi alti e aperture zenitali.

■ **Disposizione nella facciata:** Per motivi energetici, la finestra dovrebbe essere posizionata nel perimetro isolato, se possibile a filo con la superficie interna dell'isolante. La disposizione della finestra nel piano ha un effetto sul ponte termico dell'intradosso della finestra, sullo spessore dell'isolante nella zona del cassonetto delle tapparelle e sullo sfruttamento della luce diurna. Le finestre montate a filo della facciata esterna sono sfavorevoli sia dal punto di vista energetico che della fisica della costruzione, oltre che essere molto esposte alle intemperie.

■ **Isolamento acustico:** Una delle caratteristiche qualitative essenziali delle finestre è l'insonorizzazione. Il rispetto dell'ordinanza sulla protezione del rumore è valutato caso per caso per le finestre insonorizzate. Oltre all'elemento finestra vero e proprio, la qualità dell'installazione come pure gli elementi della costruzione adiacenti, ad esempio il cassonetto delle tapparelle, hanno un significativo influsso sulla protezione acustica.

■ **Tutela degli edifici protetti:** Oltre a prestare attenzione al fabbisogno termico, possono esserci anche requisiti per la tutela di edifici protetti o storici.

Criteri ecologici

Con gli Eco-Devis 371 «Fenster und Fenstertüren» (finestre e porte finestre) è a disposizione uno strumento di progettazione collaudato che può essere impiegato per le gare d'appalto. Al suo interno si trovano una serie di materiali da costruzione e di metodi di lavorazione a basso impatto ambientale. Per esempio, un capitolato inerente alle prestazioni ecologiche comprende:

■ **Telaio della finestra:** Legno da produzione sostenibile, certificato Minergie (1° priorità) o altri criteri

■ **Rivestimenti delle superfici in metallo:** Diluibili con acqua e senza alogeni

■ **Edificio rispettoso degli uccelli:** Vetri con riflessione esterna massima del 15 %

■ **Guarnizione del bordo del vetro:** Sintetico (1° priorità) o acciaio inossidabile (2° priorità)

■ **Ermeticità:** Pellicole e nastri per le guarnizioni senza alogeni ed elementi rilevanti dal punto di vista ecologico e tossicologico

■ **Schiuma di montaggio e di riempimento:** Rinunciare all'utilizzo durante il montaggio, le sigillature e l'isolamento delle cavità

I requisiti sono integrati nei programmi di stesura dei capitolati attualmente in uso.

Elemento finestra

■ **Quota del telaio:** Il valore U del telaio è di regola maggiore rispetto a quello del vetro: Perciò un profilo del telaio contenuto porta a un miglioramento energetico della finestra. Anche i montanti, le traverse e le liste ferma-vetro hanno un effetto negativo.

■ **Valore U della finestra:** L'effetto isolante della finestra influenza anche il comfort nella zona vicino alla finestra. Questo aspetto è ancora più importante in presenza di finestre a tutta altezza o finestre ad angolo. Per garantire un comfort abitativo e lavorativo è consigliabile l'impiego di tripli vetri in combinazione con telai di alta qualità.

■ **Valore g del vetro:** Per ottimizzare l'apporto di calore, sono naturalmente preferibili finestre con un valore g elevato. Il valore g dipende dal numero di lastre, dallo spessore e dalla qualità come pure dalla pellicola per la protezione solare e dal calore dei vetri.

■ **Distanziatore:** La guarnizione del bordo garantisce la distanza tra i singoli vetri, il collegamento meccanico e la tenuta (gas di riempimento, umidità). Il distanziatore rappresenta un ponte termico e perciò influenza il valore U della finestra. Con un distanziatore in alluminio vi è inoltre da attendersi la presenza di acqua di condensa.

■ **Superfici vetrate a vetro triplo:** I valori U del vetro triplo sono normalmente compresi tra 0,5 e 0,7 W/m²K. Fattori d'influenza sono oltre alle pellicole, la dimensione della camera tra i vetri come pure il tipo di gas di riempimento. Con il gas Krypton si possono raggiungere valori U_w inferiori all'Argon. Tuttavia, vanno segnalate le riserve riguardo all'ecologia del gas Krypton (disponibilità ed energia grigia per la produzione).

Installazione

■ **Posa:** Decisiva è la tenuta all'aria del collegamento fra l'intradosso della parete esterna e la finestra. Per garantire una sufficiente qualità di questo punto di congiunzione, le responsabilità devono essere stabilite con precisione. I collegamenti ermetici sono possibili mediante sigillatura delle fughe e nastrature.

■ **Posa del cassonetto delle tapparelle:** A seconda del concetto di protezione solare, nella zona dell'architrave sono possibili grandi ponti termici. Nel caso il fissaggio avvenga attraversando il livello dell'isolamento, è necessario impiegare dei fissaggi separati termicamente. La soluzione migliore è il fissaggio del cassonetto delle tapparelle mediante delle guide apposite.

■ **Realizzazioni speciali:** Per finestre scorrevoli-alzanti, lucernari e finestre nel tetto, sono constatabili grandi differenze nella qualità termica. Nella selezione e impiego di questi elementi si raccomanda un'attenta valutazione.

■ **Cassonetto delle tapparelle:** Il cassonetto delle tapparelle e l'estensione del telaio di regola costituiscono un punto debole dell'involucro dell'edificio. Per questo è importante un'adeguata progettazione e realizzazione.

■ **Comando della tenda:** Gli attraversamenti per l'azionamento della tenda devono essere realizzati in modo ermetico.

Aiuti all'esecuzione

I Cantoni mettono a disposizione per i progettisti, artigiani e gli organi di controllo strumenti dettagliati per la verifica energetica. www.endk.ch

Strumento di calcolo

Per il calcolo del valore U delle finestre è disponibile gratuitamente lo strumento di calcolo della Conferenza dei servizi cantonali dell'energia (EnFK). Può essere scaricato dal sito web della Conferenza dei direttori cantonali dell'energia. www.endk.ch

Norme di riferimento

- Norma SIA 180:2014; «Isolamento termico, protezione contro l'umidità e clima interno degli edifici»
- Norma SIA 331:2012; «Fenster und Fenstertüren» (Finestre e porte finestra)
- Norma SIA 380:2015; «Basi per il calcolo energetico di edifici»
- Norma SIA 380/1:2016; «Fabbisogno termico per il riscaldamento»

Conferenza dei direttori
cantonali dell'energia EnDK
Haus der Kantone
Speichergasse 6
3011 Berna
+41 31 320 30 25
www.endk.ch

Immagini:
Complesso Minergie
Furglerstrasse San Gallo
Peter Ruggle . Fotografo

Con il sostegno di



Konferenz Kantonaler Energiefachstellen
Conférence des services cantonaux de l'énergie
Conferenza dei servizi cantonali dell'energia
Conferenza dals posts spezialisads chantunals d'energia



Il nostro impegno: il nostro futuro.