



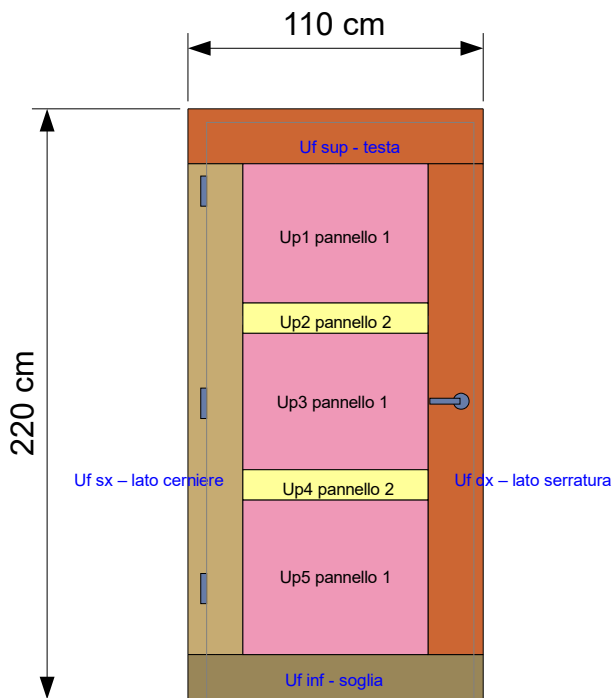
## Validazione di porte d'ingresso per edifici passivi e NZEB

La valutazione di una porta d'ingresso per edifici passivi viene eseguito da tre punti di vista diversi:

- valutazione energetica tramite  $U_D$  e  $\Psi_{\text{attacco}}$
- valutazione comfort tramite ( $T_{\text{simed}} \geq 17^\circ\text{C}$ )
- valutazione di legge tramite
  - controllo condensa superficiale  $T_{\text{simin}} \geq 10,7^\circ\text{C}$
  - controllo di muffa  $T_{\text{simin}} \geq 14,1^\circ\text{C}$

### Valutazione energetica

La valutazione energetica si basa sull'inserimento del valore  $U_D$  di norma della porta, che comprende la dispersione termica del pannello e dei 4 lati dei telai con la misura standard di 1,1 m x 2,2 m:



$$U_D = \frac{U_{p1} \cdot S_{p1+p2+p3+p4+p5} + U_{p2} \cdot S_{p2+p4} + U_{f_{dx}} \cdot S_{f_{dx}} + U_{f_{sx}} \cdot S_{f_{sx}} + U_{f_{sup}} \cdot S_{f_{sup}} + U_{f_{inf}} \cdot S_{f_{inf}}}{1,1 \cdot 2,2}$$

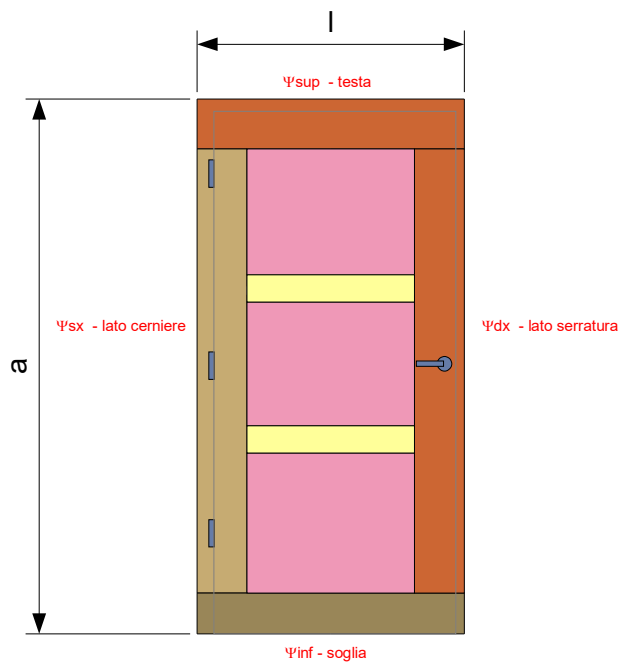
Ovviamente nel pannello possono essere inseriti anche vetrate che vanno messe con i rispettivi valori  $U_g$  e  $\Psi_g$ . In alternativa può essere ricavato con la misura hot box (UNI EN ISO 12567) che da con le medesime misure il valore  $U_D$  finale, ma non ricava i valori  $U_f$ . Per questo motivo, anche se dimostra il valore più reale, serve comunque anche il calcolo. Anche per poter procedere con la valutazione delle temperature.

Usando poi il valore della trasmittanza  $U_D$  standardizzato,

dobbiamo essere consci che al solito non corrisponde esattamente alla nostra porta ma usiamo valori generalizzati.

Nei software di progettazione passiva come WUFI Passive possiamo usare direttamente il valore  $U_D$  o costruircelo con una stratigrafia equivalente.

O usiamo valori  $U_D$ -total che integrano già  $\Psi$  di attacco, o aggiungiamo i valori dei ponti termici di attacco nella sezione dedicata ai ponti termici, usando le lunghezze reali del nostro cantiere.



$$H_{D-tot} = U_D \cdot l \cdot a + \Psi_{inf} \cdot l + \Psi_{sup} \cdot l + \Psi_{dx} \cdot a_{dx} + \Psi_{sx} \cdot a_{sx}$$

Per il calcolo degli  $U_f$  e dei pannelli usiamo valori della conducibilità  $\lambda$  non peggiorati in cantiere come in altri casi, ma quelli di laboratorio o di prova del produttore o in alternativa i nuovi valori della UNI EN ISO 10077, specialmente per materiali legnosi. In tutti questi casi del calcolo energetico usiamo  $R_{si} = 0,13$  (con la correzione su  $R_{si} = 0,20$  nei lati in ombra radiante/convettiva),  $R_{se} = 0,04$ .

Riassumiamo i documenti richiesti ai produttori/progettisti:

Serramentista	<ul style="list-style-type: none"> <li>• certificato ufficiale di <math>U_D</math> con misura hot-box secondo EN 12567 o certificato con metodo ad elementi finiti secondo EN 10077-2</li> <li>• disegno dettagliato della porta</li> </ul>
Vetreria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dichiarazione scritta ufficiale di <math>U_g</math> secondo</li> </ul>

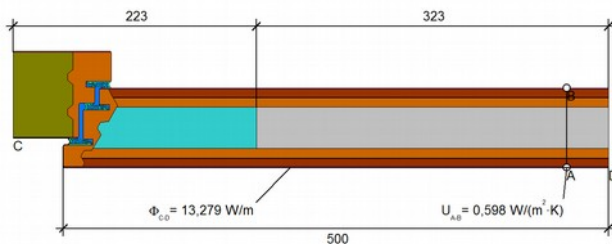
(se presente)	do EN 673, a due decimali <ul style="list-style-type: none"> <li>dichiarazione scritta ufficiale di g secondo EN 410</li> </ul>
Progettista	<ul style="list-style-type: none"> <li>disegno dei 4 nodi serramento-parete, soffitto e pavimento con le misure e indicazione dei materiali usati</li> </ul>

### Il calcolo $U_f$

Nel calcolo  $U_f$  usiamo un metodo molto simile ai serramenti, sostituendo il vetro del serramento con il nostro pannello opaco confinante.

Nella sezione usiamo la larghezza dell'anta apribile dallo spigolo interno fino al pannello di 50 cm. Non teniamo conto di un effetto ponte termico tra telaio e pannello, che viene invece inserito in automatico al valore  $U_f$  tramite il flusso di calore totale:

$$L_{2D} = \frac{q_{tot}}{\Delta T} = U_p \cdot l_p + U_f \cdot l_f \quad \rightarrow \quad U_f = \frac{\frac{q_{tot}}{\Delta T} - U_p \cdot l_p}{l_f}$$



Risultato dell'esempio:  $U_f = 1,119 \text{ W/m}^2\text{K}$

Nella soglia non inseriamo un cuscinetto d'aria poco ventilato all'interno:

In questa porta esemplare, i risultati dei vari  $U_f$  sono

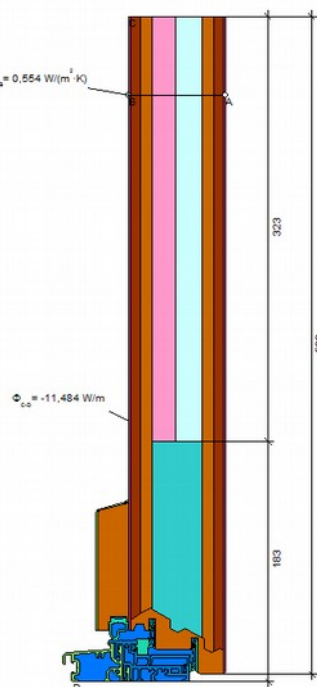
- $U_f$  lato cerniera  $1,119 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $U_f$  lato serratura  $1,123 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $U_f$  lato in alto  $1,123 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $U_f$  soglia  $1,114 \text{ W/m}^2\text{K}$

Assieme ai valori  $U$  dei pannelli seguenti:

- $U_{p1} 0,554 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $U_{p2} 0,598 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $U_{p3} 1,011 \text{ W/m}^2\text{K}$

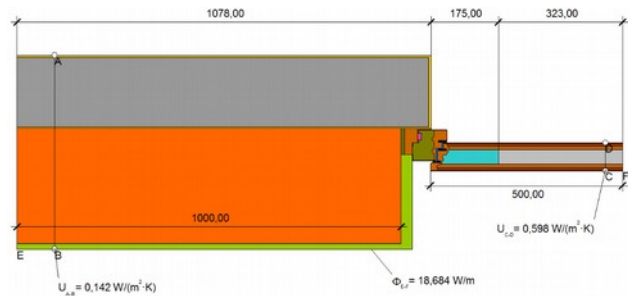
e le rispettive superfici si arriva al risultato  $U_D$  complessivo di

$$U_D = 0,861 \text{ W/m}^2\text{K}$$



### Il calcolo $\Psi_{attacco}$

Nel calcolo del ponte termico di attacco usiamo la convenzione di disegno usando anche qui i 50 cm dell'anta apribile dallo spigolo interno e 100 cm della parete, misurato dallo spigolo interno senza intonaco:



Dalla formula generale

$$L_{2D} = \frac{q_{tot}}{\Delta T} = U_{par} \cdot l_{par} + U_f \cdot l_f + U_p \cdot l_p + \Psi_{attacco}$$

si arriva a quella del ponte termico:

$$\Psi_{attacco} = \frac{q_{tot}}{\Delta T} - U_{par} \cdot l_{par} - U_f \cdot l_f - U_p \cdot l_p$$

Le misure da utilizzare per il calcolo sono quelle a vista dall'esterno, perciò con una sovraoibentazione del telaio, la larghezza del telaio si riduce.

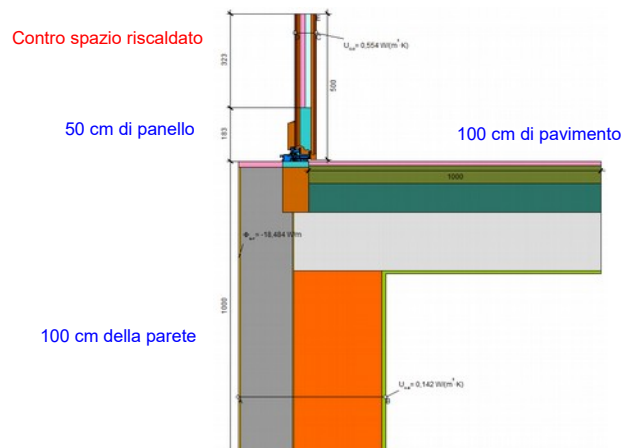
Nel nostro esempio il risultato del calcolo è

$$\Psi_{attacco} = 0,081 \text{ W/mK}$$

L'attacco superiore deve tener conto anche della situazione particolare con architrave, ...

Nella soglia troviamo due situazioni abbastanza diverse per il calcolo dello  $\Psi_{attacco}$ :

- cantina non riscaldata:  
il nostro involucro termico prosegue all'esterno e per un calcolo individuale specifico della zona termica, dove è installato la porta, si usa la metà del valore ricavato
- cantina riscaldata  
L'involucro sotto il pavimento entra dentro e si fa un calcolo tipo angolo, aspettando valori anche negativi.



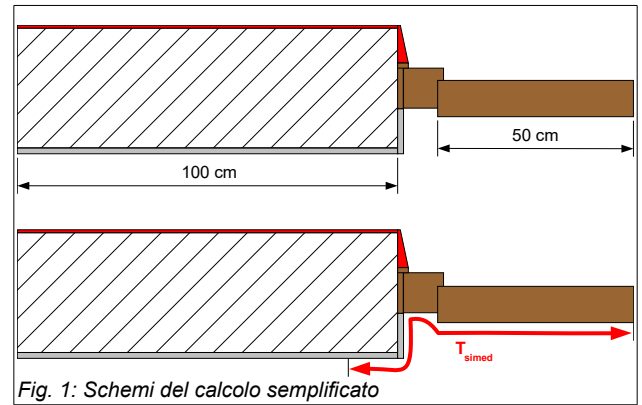
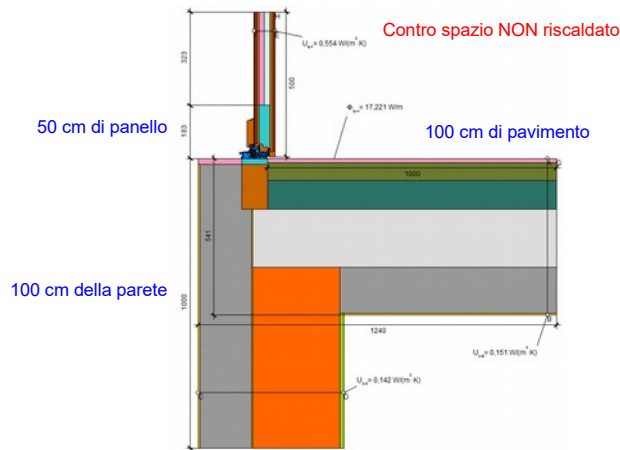


Fig. 1: Schemi del calcolo semplificato

Altezza del pannello 50 cm; altezza della parete esterna dal pavimento finito 100 cm in giù e dalla soglia 100 di pavimento interno.

Nel nostro esempio i risultati del calcolo sono

- $\Psi_{\text{attacco}}$  lato cerniera = 0,081 W/mK
- $\Psi_{\text{attacco}}$  lato serratura = 0,081 W/mK
- $\Psi_{\text{attacco}}$  lato superiore = 0,089 W/mK
- $\Psi_{\text{attacco}}$  soglia cantina riscaldata = 0,015 W/mK
- $\Psi_{\text{attacco}}$  soglia cantina non riscaldata = -0,073 W/mK

## Valutazione di comfort

Il criterio di comfort garantisce una temperatura superficiale tale, da non sentire il freddo radiante del serramento (vetro+telaio) e rientrare nella Classe A di comfort di ASH-RAE/ISO 7730 (< 6% di insoddisfatti). Il criterio è composto da varie richieste che per il serramento possono essere riassunte in maniera pragmatica alla richiesta di avere una temperatura superficiale minima di 17°C. Poiché questo criterio non è raggiungibile vicino al distanziatore, ricordiamo, che la temperatura in oggetto è quella operante percepita, perciò in realtà corrisponde a un criterio di temperatura superficiale media di una zona larga ca. 50-100 cm. Questo permette di avere su piccoli parti una temperatura superficiale inferiore ai 17°C (vicino alla soglia), se le restanti parti hanno una temperatura superficiale superiore ai 17°C. La richiesta minima deve comunque essere superiore alle temperature di rugiada e pericolo muffa (con clima standard 10,7°C e 14,1°C).

Per valutare una porta d'ingresso rispetto all'uso in un edificio passivo, si controlla, se la temperatura superficiale minima sia superiore a 17°C. Anche se sul primo pavimento si dovrebbe garantire una temperatura superficiale di 18,5°C, nel caso della striscia vicino ai lati, il requisito si riduce ai 17°C. Inoltre per porte d'ingresso usiamo un modello che usa una temperatura media e non quella minima.

Pertanto il criterio di comfort rimane uguale a quello dei serramenti, facendo col software di elementi finiti del calcolo ponti termici il calcolo della temperatura superficiale interna media dei 50 cm dell'anta di porta e 30 cm della parete, misurato dal nodo telaio-parete:

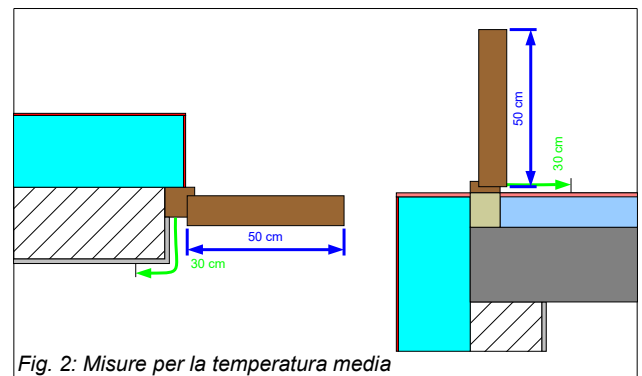


Fig. 2: Misure per la temperatura media

Sulla soglia usiamo la temperatura media tra 50 cm dell'anta apribile della porta e 30 cm del pavimento dal filo dell'anta apribile.

Come clima esterno si usa il clima del progetto reale, perché va calcolato per tale. Inoltre non è quello di progetto per il calcolo ufficiale della potenza caldaia, ma la media più bassa di 12 ore dell'anno ( $T_{em1,2h}$ ). Il valore può essere calcolato con Meteonorm dalla versione 7. In mancanza si può anche usare per cautela la temperatura di progetto (UNI 5364) La temperatura interna per usi normali è 20°C. Attenzione, per strutture opache con massa si usa invece la temperatura media mensile del mese più freddo, ma il serramento non avendo masse termiche, risponde quasi direttamente al clima esterno.

Come resistenze superficiali interne ed esterne, per il calcolo temperature vengono usati i seguenti valori:

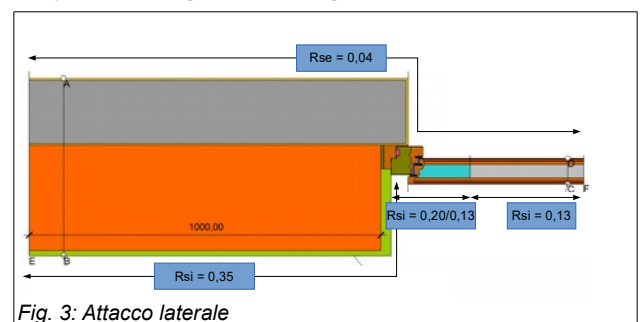


Fig. 3: Attacco laterale

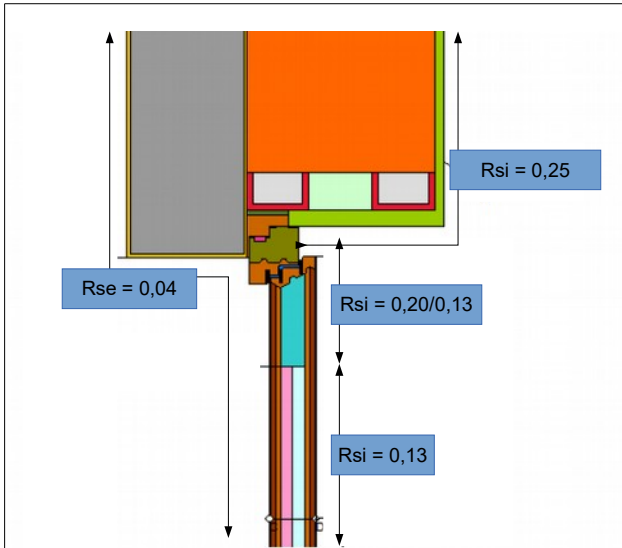


Fig. 4: Attacco superiore

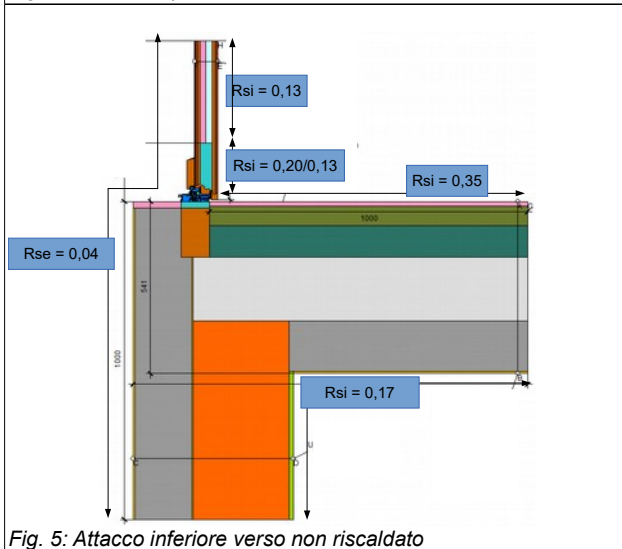


Fig. 5: Attacco inferiore verso non riscaldato

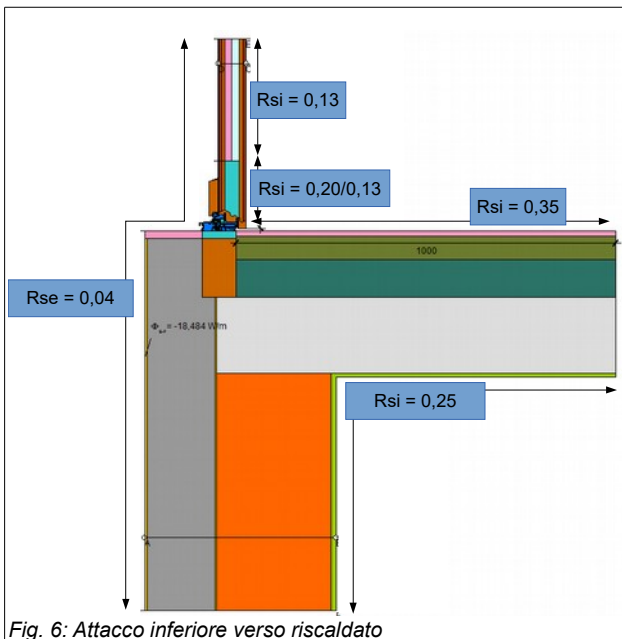


Fig. 6: Attacco inferiore verso riscaldato

Per agevolare l'uso dei valori calcolati, consigliamo di ricavare anche i valori fRsi oltre alla temperatura superficiale.

## Valutazione di legge

Per la valutazione di legge, serve il controllo delle temperature superficiali minimi da evitare condensa superficiale o il pericolo di muffa.

Le due situazioni sono quelle della temperatura minima sulla porta, che ha una superficie industriale verniciata sterile, dove la muffa non trova un fondo di crescita. Perciò in questo punto (di solito tra parte fissa e parte apribile della porta) si controlla il pericolo condensa superficiale (umidità relativa 100%) con l'umidità relativa dell'aria interna del 55% =  $T_{\text{simin1}}$  che porta alla temperatura minima del 10,7°C.

Il secondo punto  $T_{\text{simin2}}$  invece si trova nel punto della connessione tra porta e intonaco interno alla parete, dove invece troviamo al solito un fondo per la crescita muffa e perciò deve rispettare quello (umidità relativa 80%), usando i medesimi parametri climatici interni come prima (ISO 13788). La temperatura limite minima che dobbiamo superare è 14,1°C.

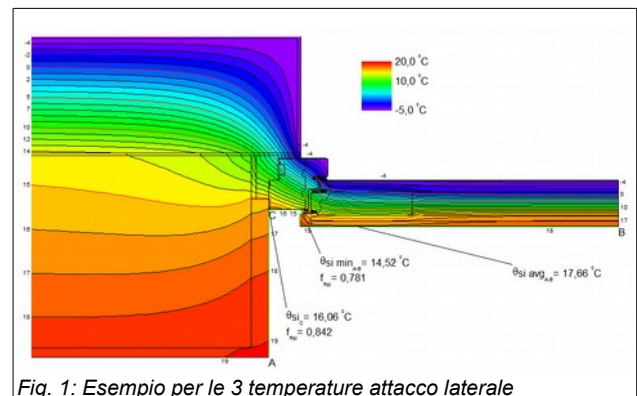
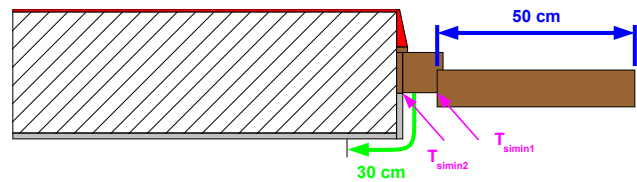


Fig. 1: Esempio per le 3 temperature attacco laterale

Il calcolo dei portoncini d'ingresso corrisponde a quello dei serramenti trasparenti con l'eccezione della soglia. In funzione della distanza tra pannello apribile e pavimento, si crea una cavità poco ventilata. In quel caso la temperatura interna minima è quella sull'interasse della proiezione e il pavimento e non al lato interno della soglia direttamente.

Nota:

Questi calcoli vanno ripetuti per ogni variante di porte, parete e nodi. Per ridurre il lavoro invitiamo i produttori di redigere degli abachi di attacchi standard, e ai progettisti/committenti, di sceglierne tra questi.

Copyright TBZ by Günther Gantioler, Oberdorf | |

39040 Barbiano

Email: [info@tbz.bz](mailto:info@tbz.bz) | Web: [www.tbz.bz](http://www.tbz.bz) | Download: [www.tbz.bz/tbzit/downloads/reports.html](http://www.tbz.bz/tbzit/downloads/reports.html)