

Pubblicazione chiusa il 21 settembre 2011

1° Revisione del 4 novembre 2011

Con l'avvio della fase operativa nel 2007, la Regione Lombardia è stata tra le prime regioni italiane a credere nella certificazione energetica degli edifici come strumento di miglioramento della qualità del patrimonio edilizio e di crescita sia per i professionisti del settore che per ciò che concerne i comportamenti virtuosi di cittadini e imprese.

L'obiettivo in questi anni è sempre stato quello di fornire un continuo supporto e un'assistenza puntuale ai cittadini, ai tecnici certificatori e alle imprese. In tale contesto si inserisce il lavoro di collaborazione istituzionale tra CESTEC SPA - in rappresentanza di Regione Lombardia - ANCE Lombardia e il Politecnico di Milano, che ha portato alla realizzazione dell'Abaco dei ponti termici.

Promuovere una buona progettazione degli edifici mirata ad evitare la presenza di ponti termici è di fondamentale importanza per favorire il risparmio energetico e la diminuzione delle emissioni climalteranti, ma anche per garantire chi quegli edifici li occupa.

La valutazione quantitativa dei ponti termici costituisce una fase delicata della certificazione energetica degli edifici, nella quale anche il certificatore più esperto si scontra con calcoli complessi ed elaborati senza poter usufruire di un supporto adeguato nella letteratura scientifica, italiana e internazionale.

Il lavoro si propone dunque l'obiettivo di fornire uno strumento semplice e flessibile per la determinazione delle dispersioni termiche causate dai ponti termici, adattabile alle diverse tipologie di costruzioni e di materiali edili.

Si tratta di un importante strumento operativo per agevolare il lavoro di migliaia di operatori del settore edilizio, e, di conseguenza, per migliorare la vita e l'abitare di ciascuno di noi.

Marcello Raimondi

Assessore Ambiente, Energia e Reti di Regione Lombardia

Nel settembre di quattro anni fa la Regione dava avvio alla disciplina regionale in materia di efficienza energetica degli edifici. Una scelta coraggiosa, dal momento che la Lombardia anticipava di due anni i limiti imposti dalla normativa nazionale. Una sfida che gli imprenditori edili lombardi hanno raccolto e che, in seguito, si è rivelata essere uno dei fattori di traino dell'intera industria delle costruzioni.

Rispetto al 2007 lo scenario è, oggi, molto cambiato: gli indici sull'andamento del settore, allora, segnavano crescita in tutti i comparti; la congiuntura nella quale ci troviamo in questi giorni ci consegna, invece, un andamento nettamente opposto e ciò che si profila all'orizzonte è tutt'altro che chiaro.

In questo quadro economico di incertezza, in cui il settore soffre, l'ambito dell'efficienza energetica si è rivelato e si rivela tuttora una leva per qualificare i propri prodotti sul mercato.

La disciplina regionale in materia di efficienza energetica degli edifici dopo la prima fase di applicazione ha raggiunto, oggi, una formulazione stabile.

In quest'ambito, l'Associazione regionale dei costruttori edili lombardi ha collaborato con la Regione sia in fase di definizione della disciplina, che, successivamente, durante l'applicazione della stessa, allo scopo di concorrere al raggiungimento di una normativa che fosse il più possibile chiara e applicabile per gli operatori.

In questa attività si inserisce il lavoro svolto per l'elaborazione della presente pubblicazione, frutto dell'impegno condiviso di Politecnico di Milano, Cestec S.p.A. e Associazione regionale dei costruttori edili lombardi: riteniamo che l'Abaco dei ponti termici possa costituire uno strumento di supporto all'attività delle imprese, dei progettisti e dei soggetti certificatori, affinché si possano raggiungere risultati sempre più significativi in materia di risparmio energetico.

Luigi Colombo

Presidente di ANCE Lombardia

Promuovere una particolare attenzione all'innovazione delle imprese, dei loro processi e dei loro prodotti, coniugando in questa azione l'attenzione per la sostenibilità ambientale e l'uso intelligente delle risorse naturali. Questo è il principale obiettivo di Cestec Spa, CEntro per lo Sviluppo Tecnologico, l'Energia e la Competitività, la Società in house di Regione Lombardia, che opera in piena sintonia con l'azione di governo regionale, per sostenere con diversi servizi e progetti, il lavoro dei professionisti e delle piccole e medie imprese lombarde.

La cooperazione e il confronto con i diversi attori del processo edilizio è inoltre base delle funzioni che Cestec, fin dal 2007, svolge in qualità di Organismo di accreditamento regionale per la certificazione energetica e nella funzione di primo promotore del tema del green building sul territorio della nostra Regione.

L'Abaco dei ponti termici, frutto della collaborazione tecnica con ANCE Lombardia e Politecnico di Milano, nasce dall'esigenza di offrire un supporto concreto al lavoro dei certificatori e dei professionisti e rientra nel programma di formazione e aggiornamento continuo ai fini di una più efficace ed omogenea attuazione delle norme sul rendimento energetico in edilizia.

Giampaolo Chirichelli

Presidente del Consiglio di Gestione, Cestec S.p.A.

INDICE

1) Presentazione del progetto	11
2) Procedura di analisi adottata	12
2.1 Identificazione delle tipologie di ponte termico	12
2.2 Approccio adottato per il calcolo	14
2.3 Definizione e calcolo dei parametri.....	16
2.3.1 La trasmittanza termica delle pareti (U)	16
2.3.2 La trasmittanza termica del serramento (U_{TEL}).....	21
2.3.3 La conduttività termica equivalente della parete (λ_{eq})	22
2.3.4 La trasmittanza adimensionale (U^*)	22
2.3.5 La lunghezza adimensionale (L^*).....	22
2.3.6 Dimensioni utilizzate nelle simulazioni.....	23
2.4 Strumento di calcolo.....	28
2.5 Dominio di calcolo	31
2.6 Calcolo della trasmittanza termica lineare	35
2.7 Derivazione delle correlazioni.....	36
2.8 Intervallo di confidenza.....	38
2.9 Esempio numerico	39
3) Abaco dei ponti termici.....	43
3.1 Parete – pilastro	44
3.2 Angoli sporgenti senza pilastro	52
3.3 Angoli rientranti senza pilastro	56
3.4 Angoli sporgenti con pilastro	60
3.5 Angoli rientranti con pilastro	67
3.6 Parete - tetto piano.....	74
3.7 Parete – solaio	92
3.8 Parete interna – parete esterna.....	99
3.9 Parete – balcone.....	103
3.10 Parete – serramento	110
3.11 Compluvio / Displuvio	128
Scheda commenti	134

1) Presentazione del progetto

Il presente lavoro si configura come uno strumento semplificato che consente, a progettisti e tecnici certificatori, di valutare correttamente l'influenza dei ponti termici sulle strutture edilizie.

Alla base dell'abaco vi è un processo metodologico e sistematico che, partendo dal calcolo e dall'analisi dei ponti termici più ricorrenti e rilevanti, consente di produrre delle correlazioni che quantificano con sufficiente accuratezza l'effetto dell'extraflusso dovuto al campo bi-tri dimensionale.

In particolare, la metodica messa in atto ha previsto, in una prima fase, l'individuazione e la schematizzazione delle tipologie di ponte termico più frequenti; successivamente, mediante l'uso di un programma di calcolo sono stati valutati i valori di trasmittanza termica lineare per ciascuna delle tipologie suddette.

Sulla base dei risultati ottenuti, sono state, quindi, ricavate delle correlazioni per la determinazione della trasmittanza termica lineare in funzione di parametri caratteristici della geometria di ciascuna tipologia e dei materiali usati.

I risultati sono stati raccolti in un abaco in forma di schede, all'interno delle quali, oltre ad una rappresentazione schematica della tipologia di ponte termico, sono riportate le correlazioni per il calcolo della trasmittanza termica lineare e le indicazioni per il loro impiego.

L'analisi è stata svolta facendo riferimento alle norme UNI EN ISO 10211:2008, UNI EN ISO 6946:2008, UNI EN ISO 14683:2008.

Questa versione dell'abaco costituisce un primo documento di riferimento, costantemente aggiornabile e migliorabile; a tal fine, in coda al testo, si riporta una scheda informativa da compilare ed inviare, all'indirizzo indicato, qualora si volessero segnalare discrepanze nei risultati ottenuti tramite l'utilizzo di programmi di calcolo agli elementi finiti.

2) Procedura di analisi adottata

Poiché la realtà del panorama edilizio offre innumerevoli tipologie di ponte termico, la prima fase del lavoro si è focalizzata sull'individuazione dei ponti termici che più di frequente possono essere rinvenuti negli edifici italiani, ed in particolare in Regione Lombardia; successivamente, le tipologie individuate sono state raggruppate in categorie e schematizzate, in modo da poter essere inserite in un abaco di validità generale.

Per ciascuna categoria è stato calcolato il valore di trasmittanza termica lineare come funzione di alcuni parametri caratteristici, in modo da avere risultati adattabili a materiali e dimensioni diversi da quelli usati nel calcolo.

2.1 *Identificazione delle tipologie di ponte termico*

La fase iniziale del lavoro è consistita nell'identificazione delle tipologie di ponte termico che possono essere rinvenute in edifici realizzati secondo le tecnologie edilizie più comuni.

Le 125 tipologie di ponte termico inizialmente identificate durante questa fase riguardano diversi nodi strutturali e tecnologici di un edificio, ciascuno dei quali trattato secondo diverse tecnologie costruttive.

Vista l'ampia gamma di soluzioni identificate con il passo successivo è stata operata una riduzione, così da ricomprendere nello studio solo quelle tipologie che vengono usate con una certa frequenza nella pratica costruttiva.

La riduzione è stata eseguita in collaborazione con un campione di Imprese del sistema ANCE Lombardia, cui è stato chiesto di assegnare a ciascuna delle 125 tipologie di ponte termico identificate un'indicazione di frequenza, sulla base delle pratiche costruttive normalmente impiegate. In pratica, ciascun "intervistato" ha segnalato per ogni tipologia se si trattasse di un ponte termico "frequente", "poco frequente" o "non frequente".

In Tabella 2.1, riportata di seguito, sono riassunti i principali risultati ottenuti. In particolare, dallo studio è emerso che solo 8 tipologie di ponte termico non sono state considerate frequenti, 37 sono invece considerate frequenti da una sola impresa, mentre 33 sono ritenute frequenti da due imprese.

Analizzando in dettaglio le tipologie più frequenti, 22 sono le tipologie giudicate frequenti da tre imprese, 13 da quattro imprese e 12 sono state definite frequenti dall'intero campione di imprese intervistate. Si è quindi deciso di basare lo sviluppo della metodologia e la costruzione dell'abaco di riferimento su un insieme totale di 47 tipologie di ponte termico, costituito dalla somma delle tre classi di frequenza suddette e che rappresenta il 37.6% delle tipologie di ponte termico sottoposte ad inchiesta.

Classe di frequenza della tipologia di ponte termico	Numero di tipologie nella classe	Frazione sul totale delle tipologie identificate
0	8	6.4%
1	37	29.6%
2	33	26.4%
3	22	17.6%
4	13	10.4%
5	12	9.6%

Tabella 2.1– Classe di frequenza del ponte termico

Partendo dal suddetto insieme di 47 elementi, sono state scelte le famiglie tipologiche di ponte termico alla base dello sviluppo dell’abaco, di seguito elencate e nel prosieguo indicate semplicemente come **archetipo di ponte termico**:

- Parete con pilastro
- Angolo sporgente
- Angolo rientrante
- Angolo sporgente con pilastro
- Angolo rientrante con pilastro
- Parete solaio
- Parete esterna con parete interna
- Balcone
- Parete con copertura piana
- Parete con serramento.
- Compluvi e displuvi

La tabella seguente mostra la codifica assegnata agli archetipi individuati.

Archetipo	Codifica	Numero
Parete con pilastro	PIL	001-008
Angolo sporgente con e senza pilastro	ASP	001-011
Angolo rientrante con e senza pilastro	ARI	001-011
Parete verticale con solaio	SOL	001-007
Parete esterna con parete interna	PIN	001-004
Parete verticale con balcone	BAL	001-007
Parete verticale con copertura piana	COP	001-018
Parete esterna con serramento	SER	001-018
Compluvi di copertura	COM	001-003
Displuvi di copertura	DIS	001-003

Tabella 2.2: Codifica degli archetipi di ponte termico sviluppati nell’abaco

2.2 *Approccio adottato per il calcolo*

La simulazione di tutti gli archetipi di ponti termici è basata sulla selezione delle tipologie di pareti, solai e coperture usuali nella pratica costruttiva attuale e rappresentative delle diverse tecnologie presenti sul mercato.

Sono state formulate diverse ipotesi, prendendo in considerazione le caratteristiche di densità e conduttività termica di differenti materiali, con riferimento alle norme UNI 10351:1994/EC:1997 e UNI 10355: 1994.

Grazie ad un'indagine sulle diverse stratigrafie possibili, e dopo aver verificato, attraverso opportune simulazioni con il codice di calcolo prescelto, l'irrelevanza di alcuni parametri sul risultato finale, sono state scelte le tipologie più frequenti, semplificando notevolmente il dettaglio tecnico. È stata infatti verificata la possibilità di eliminare alcuni strati della parete (quelli non costituiti da materiale isolante), omogeneizzandoli con altri materiali tramite l'introduzione di una conduttività termica equivalente rappresentativa della stratigrafia in questione, sulla base di quanto riportato nella norma UNI EN ISO 10211:2008.

Sono state quindi calcolate la resistenza e la trasmittanza termica delle pareti oggetto di studio, considerando stratigrafie con e senza isolamento.

Nel caso di pareti isolate, lo spessore del materiale isolante è stato variato principalmente nella misura di 5, 10 e 15 cm. In taluni casi però, come ad esempio nei dettagli tecnici riguardanti gli spigoli, sono stati effettuati ulteriori abbinamenti di spessori, considerando anche 20 cm di isolante.

Nel calcolo della trasmittanza termica la posizione dell'isolante è ininfluente, mentre questo parametro risulta fondamentale nel calcolo del flusso termico bidimensionale e quindi nell'analisi del ponte termico; per questo motivo, tutti i dettagli tecnologici sono stati esaminati considerando diverse posizioni dell'isolante.

Per quanto riguarda la parete, l'isolante è stato considerato esterno, interno o posto in mezzo alla parete stessa. I pilastri o le travi in cemento armato sono stati considerati non isolati o isolati dall'interno o dall'esterno. È stato seguito lo stesso procedimento anche nel caso dei solai e delle coperture.

Partendo dalle tipologie costruttive maggiormente realizzate, sono stati scelti tre materiali base per la realizzazione di tali pareti: laterizio con densità pari a 1200 kg/m^3 , laterizio con densità pari a 1800 kg/m^3 , blocchi in laterizio porizzato con densità di 760 kg/m^3 .

Tale scelta è stata dettata dalla necessità di avere un ampio campo di conduttività termica all'interno del quale condurre l'analisi. Il laterizio con densità di 1800 kg/m^3 corrisponde ad un materiale con conduttività elevata (0.81 W/mK), che definisce il limite superiore dell'intervallo; il blocco in laterizio porizzato con densità di 760 kg/m^3 costituisce il limite inferiore dell'intervallo di conduttività considerato (0.23 W/mK). All'interno di tale intervallo è stato considerato un materiale di conduttività termica intermedia (0.54 W/mK), rappresentato dal laterizio con densità di 1200 kg/m^3 .

Se da una parte l'uso delle correlazioni ricavate sulla base di tali materiali fornisce risultati consistenti sui valori di trasmittanza termica lineare per le stratigrafie che abbiano una conduttività termica equivalente compresa in tale intervallo, dall'altra può solo fornire un'indicazione di

massima per stratigrafie non rientranti nell'intervallo di conduttività precedentemente definito. In tal caso non si assicura che tali valori siano compresi entro le tolleranze indicate.

Per ciascuno dei tre materiali base considerati, sono state scelte tre tipologie di parete, caratterizzate da spessori e, quindi, da trasmittanza termica, diversi: una prima tipologia, rappresentativa della trasmittanza termica massima ($U_{\max}$), una seconda, con un valore di trasmittanza termica media (U_m), e, infine, una terza per individuare la trasmittanza termica minima ($U_{\min}$).

Per alcuni archetipi di ponte termico, per ampliare il campo di studio, sono stati considerati valori aggiuntivi di trasmittanza termica, variando ulteriormente lo spessore dell'isolante.

L'analisi del generico archetipo di ponte termico è stata riportata in forma grafica, mettendo in relazione i valori della trasmittanza termica lineare con parametri dimensionali come la trasmittanza termica delle tipologie costruttive (U), e la rispettiva conduttività termica (λ), oppure in funzione di parametri adimensionali come la trasmittanza adimensionale (U^*) e il rapporto di lunghezze o spessori (L^*). Oltre alla rappresentazione grafica, sono state ricavate delle correlazioni che consentano di esprimere la trasmittanza termica lineare in funzione dei parametri dimensionali e adimensionali individuati.

2.3 Definizione e calcolo dei parametri

Come anticipato, sono quattro i parametri usati per determinare le correlazioni che permettono il calcolo della trasmittanza termica lineare in funzione delle caratteristiche delle strutture e dei materiali usati.

Per ogni archetipo di ponte termico sono stati individuati i parametri di volta in volta più rappresentativi. Di seguito sono definiti i quattro parametri impiegati ed è descritta la procedura per il loro calcolo.

2.3.1 La trasmittanza termica delle pareti (U)

La trasmittanza della parete di riferimento viene calcolata facendo riferimento alla norma UNI EN ISO 6946:2008, ed è data dall'inverso della resistenza termica areica totale R_T :

$$U = \frac{1}{R_T}$$

La resistenza termica areica totale, R_T , di un componente piano per edilizia costituito da strati termicamente omogenei perpendicolari al flusso termico, viene calcolata attraverso la seguente equazione:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots R_n + R_{se}$$

dove:

- R_{si} è la resistenza superficiale interna (UNI EN ISO 6946:2008);
- $R_1, R_2 \dots R_n$ sono le n resistenze termiche di ciascuno strato, calcolate come rapporto tra lo spessore del rispettivo strato di materiale e la sua conduttività termica; i valori di progetto delle conduttività termiche dei materiali da costruzione, sono stati calcolati in conformità alla UNI EN ISO 10456:2008 o ricavati da valori tabulati nella UNI EN ISO 10456:2008, nella UNI 10351:1994/EC:1997, nella UNI 10355:1994;
- R_{se} è la resistenza superficiale esterna (UNI EN ISO 6946:2008).

Nel caso di calcolo della resistenza di componenti interni o di componenti situati tra l'ambiente interno ed un ambiente non riscaldato, R_{si} si applica su entrambi i lati.

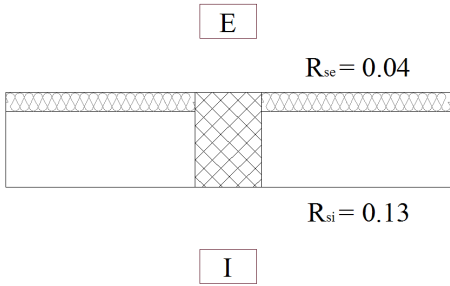
Le resistenze superficiali devono essere conformi alla UNI EN ISO 6946:2008 in funzione della direzione del flusso termico. Tuttavia si può utilizzare il valore di R_{si} corrispondente al flusso termico orizzontale per tutte le superfici quando:

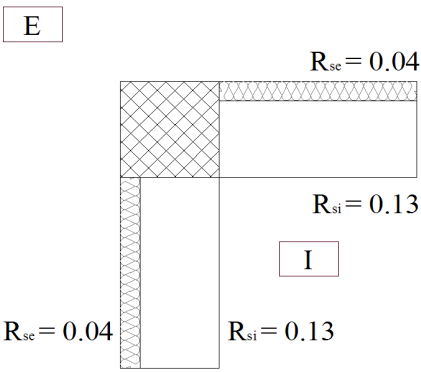
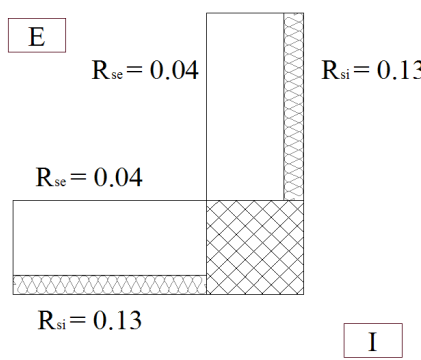
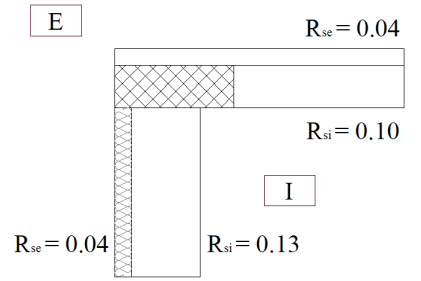
- a) la direzione del flusso termico è incerta o con possibilità di variazioni, o
- b) l'intero edificio è stato modellato con un singolo calcolo.

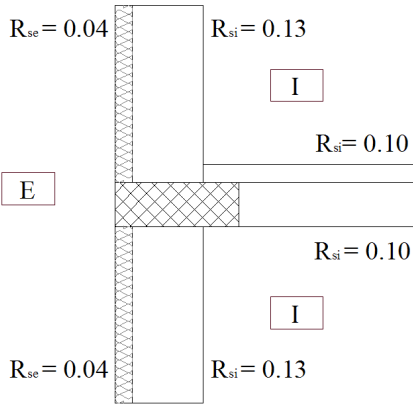
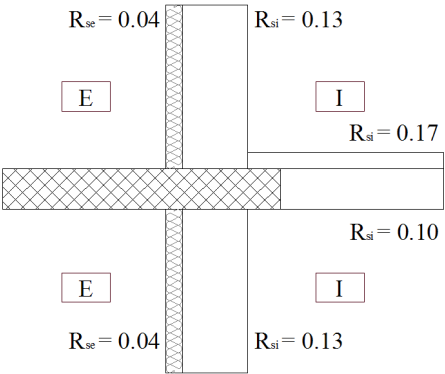
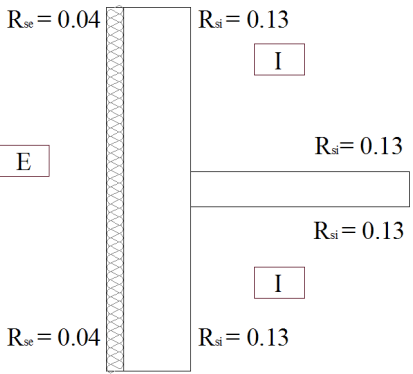
Resistenza superficiale convenzionale			
Resistenza superficiale (m ² K)/W	Direzione del flusso termico		
	ascendente	orizzontale	discendente
R _{si}	0.10	0.13	0.17
R _{se}	0.04	0.04	0.04
Nota1 I valori indicati sono valori di progetto. Per la dichiarazione della trasmittanza termica di componenti e negli altri casi in cui sono richiesti valori indipendenti dalla direzione del flusso termico, o quando questo ultimo è noto possa variare, si raccomanda di utilizzare i valori corrispondenti al flusso termico orizzontale. Nota 2 Le resistenze termiche superficiali si applicano a superfici a contatto con l'aria. Le resistenze termiche superficiali non si applicano a superfici a contatto con altri materiali.			

Figura 2.1 – Prospetto 1 della norma UNI EN ISO 6946: 2008

Di seguito vengono riportati in forma tabellare i valori di resistenza superficiale interna ed esterna adottati per ogni specifico ponte termico.

PT	SUPERFICIE ORIZZONTALE		SUPERIFICIE VERTICALE	
	R _{si}	R _{se}	R _{si}	R _{se}
Da PIL.001 a PIL.008	0.13	0.04		
<u>Parete con pilastro</u>	SEZIONE ORIZZONTALE  E R_{se} = 0.04 I R_{si} = 0.13			
PT	SUPERFICIE ORIZZONTALE		SUPERIFICIE VERTICALE	
	R _{si}	R _{se}	R _{si}	R _{se}
Da ASP.001 a ASP.011	0.13	0.04		

<u>Angoli sporgenti, con e senza pilastro</u>	SEZIONE ORIZZONTALE 			
PT	SUPERFICIE ORIZZONTALE		SUPERFICIE VERTICALE	
	R_{si}	R_{se}	R_{si}	R_{se}
Da ARI.001 a ARI.011	0.13	0.04		
<u>Angoli rientranti con e senza pilastro</u>	SEZIONE ORIZZONTALE 			
PT	SUPERFICIE ORIZZONTALE		SUPERFICIE VERTICALE	
	R_{si}	R_{se}	R_{si}	R_{se}
Da COP.001 a COP.018	0.13	0.04	0.10	0.04
<u>Parete verticale con tetto piano</u>	SEZIONE VERTICALE 			
PT	SUPERFICIE ORIZZONTALE		SUPERFICIE VERTICALE	
	R_{si}	R_{se}	R_{si}	R_{se}
Da SOL.001 a SOL.007	0.13	0.04	0.10	0.04

<u>Parete verticale con solaio</u>	SEZIONE VERTICALE 			
PT	SUPERFICIE ORIZZONTALE		SUPERFICIE VERTICALE	
	R_{si}	R_{se}	R_{si}	R_{se}
BAL.001 a BAL.007	0.13	0.04	0.10	0.04
<u>Parete verticale con balcone</u>	SEZIONE VERTICALE 			
PT	SUPERFICIE ORIZZONTALE		SUPERFICIE VERTICALE	
	R_{si}	R_{se}	R_{si}	R_{se}
Da PIN.001 a PIN.004	0.13	0.04		
<u>Parete esterna con parete interna</u>	SEZIONE ORIZZONTALE 			
PT	SUPERFICIE ORIZZONTALE		SUPERFICIE VERTICALE	
	R_{si}	R_{se}	R_{si}	R_{se}

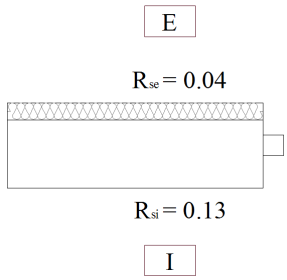
Da SER.001 a SER.018	0.13	0.04		
<u>Parete esterna con serramento</u>	<u>SEZIONE ORIZZONTALE</u>  E $R_{se} = 0.04$ $R_{si} = 0.13$ I			

Figura 2.2 – Tabella riassuntiva Resistenze superficiali interne ed esterne utilizzate.

2.3.2 La trasmittanza termica del serramento (U_{TEL})

L'intervallo di trasmittanza entro cui effettuare le simulazioni è stato scelto facendo riferimento alla UNI EN ISO 10077-1:2007/ EC 1:2010 e alla UNI EN ISO 10077-2:2004.

Sono state considerate due tipologie di telaio: un telaio in legno tenero avente una trasmittanza U_{TEL} di 1.9 W/m²K ed un profilo metallico con trasmittanza pari a 5.5 W/m²K.

A partire da questi valori di trasmittanza, dalla formula inversa usata per il calcolo della resistenza, sono stati ricavati i rispettivi valori di conduttività termica equivalente da usare per il calcolo bidimensionale.

Si è quindi assunto che il serramento è costituito da un materiale pieno, senza cavità, di conduttività termica pari al valore di conduttività termica equivalente ricavata. Questa assunzione non costituisce un'ipotesi semplificativa nel caso di serramenti in legno, realizzato con un blocco pieno anche nella pratica corrente, mentre semplifica l'approccio nel caso di serramento in metallo, generalmente costituito da un profilo cavo con geometrie complesse e molto diverse a seconda del costruttore.

È importante sottolineare come questa semplificazione non introduce errori significativi nel calcolo effettuato, in quanto non vi è la necessità di analizzare nel dettaglio i profili di temperatura all'interno del serramento, quanto piuttosto di valutare l'effetto che il serramento provoca, nel suo complesso, sulla parete con la quale è accoppiato.

Sotto queste ipotesi, nota la trasmittanza del telaio (U_{TEL}) ed il suo spessore (L_{TEL}), è possibile calcolare la sua conduttività equivalente a partire da:

$$U_{TEL} = \frac{1}{R_{TEL}} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{TEL}}{\lambda_{eq,TEL}} + R_{se}}$$

Da questa espressione si ricava il valore della conduttività equivalente:

$$\lambda_{eq,TEL} = \frac{L_{TEL}}{\left(\frac{1}{U_{TEL}} - R_{si} - R_{se} \right)}$$

I valori ottenuti sono:

- $\lambda_{eq,TEL} = 0.168 \frac{W}{m \cdot K}$ per il serramento in legno tenero;
- $\lambda_{eq,TEL} = 5.077 \frac{W}{m \cdot K}$ per il serramento in profilo metallico.

2.3.3 La conduttività termica equivalente della parete (λ_{eq})

La conduttività termica equivalente della parete è calcolata attraverso la seguente relazione:

$$\lambda_{eq} = C \cdot L$$

dove:

- C è la conduttanza della parete **escludendo lo strato di isolante**, ottenibile come l'inverso della somma delle resistenze conduttive degli strati della parete ad esclusione dello strato di isolante:

$$C = \frac{1}{\sum \frac{L_i}{\lambda_i}}$$

- L è lo spessore della parete escludendo lo strato di isolante:

$$L = \sum L_i$$

2.3.4 La trasmittanza adimensionale (U^*)

La trasmittanza termica adimensionale è definita come il rapporto tra due valori di trasmittanza, tipicamente tra quello del pilastro o trave in cemento armato e quella della parete di riferimento:

$$U^* = \frac{U_{PIL}}{U_{PAR}}$$

La trasmittanza del pilastro o della trave in cemento armato, come nel caso della parete, viene calcolata come l'inverso della resistenza termica totale, ma il calcolo di quest'ultima cambia di caso in caso.

Ad esempio, nel caso di angoli tra due pareti giunte da un pilastro, la trasmittanza termica viene calcolata sulla diagonale di tale pilastro, mentre nel caso di una trave in cemento armato di volta in volta viene scelta una sezione significativa sulla quale effettuare il calcolo della trasmittanza.

Essendo specifico per ogni ponte termico, tale calcolo verrà riportato nelle schede dettagliate dell'abaco dei ponti termici.

2.3.5 La lunghezza adimensionale (L^*)

La lunghezza adimensionale viene definita in presenza di una trave o un pilastro, come il rapporto tra una larghezza caratteristica di questo elemento (L_{PIL} o L_{TR}) e lo spessore della parete (L_{PAR}):

$$L^* = \frac{L_{PIL}}{L_{PAR}}$$

Nel disegno schematico che rappresenta gli archetipi di ponte termico in cui è richiesto il calcolo di L^* sono indicate le sezioni lungo cui misurare L_{PIL} o L_{TR} e L_{PAR} .

2.3.6 Dimensioni utilizzate nelle simulazioni

L'approccio utilizzato nella costituzione dell'abaco è stato quello di elaborare delle opportune correlazioni numeriche basate su dati ricavati attraverso un codice di calcolo per la conduzione termica bidimensionale, applicato a degli "archetipi" di ponti termici bidimensionali individuati su base statistica.

Nelle tabelle successive sono riportate le dimensioni utilizzate per il calcolo dell'effetto di ponte termico, relative agli archetipi individuati.

Il campo di validità è definito in termini di proprietà termofisiche globali e/o dimensionali, più che in termini di dimensioni puramente geometriche dell'elemento tecnico utilizzato per la generazione delle singole trasmittanze lineari Ψ (si veda per ciascuna tipologia di ponte termico il capitolo 3).

Se i ponti termici analizzati con l'ausilio delle correlazioni sviluppate hanno dimensioni diverse da quelle riportate nelle tabelle, le correlazioni sono comunque utilizzabili a patto di mantenersi entro i campi di validità specifici di ogni scheda, che sono generalmente di tipo termofisico (U , U^* , L^* , λ_{eq} , etc.).

In riferimento alle schede presenti nel capitolo 3, nelle tabelle presenti in questo paragrafo si identifica con:

- Spessore, le distanze L_{PAR} , L_{ISO} , L_{TR} , etc., cioè le dimensioni trasversali alle pareti riportate in figura;
- Larghezza, le dimensioni longitudinali (non identificate nelle figure).

Parete con pilastro

PT	SPESSORE PARETE	LARGHEZZA PARETE INTERNO	LARGHEZZA PARETE ESTERNO	SPESSORE ISOLANTE PARETE	SPESSORE PILASTRO	LARGHEZZA PILASTRO	SPESSORE ISOLANTE PILASTRO
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
PIL.001	0.3 - 0.6	1	1	0.05 - 0.15	0.3 - 0.6	0.3-0.5	-
PIL.002	0.3 - 0.6	1	1	0.05 - 0.15	0.3 - 0.6	0.3-0.5	-
PIL.003	0.3 - 0.6	1	1	0.05 - 0.15	0.3 - 0.6	0.3-0.5	-
PIL.004	0.25 - 0.45	1	1	-	0.25 - 0.45	0.3-0.5	-
PIL.005	0.3 - 0.6	1	1	0.05 - 0.15	0.25 - 0.45	0.3-0.5	0.05 - 0.15
PIL.006	0.3 - 0.6	1	1	0.05 - 0.15	0.25 - 0.45	0.3-0.5	0.05 - 0.15
PIL.007	0.3 - 0.6	1	1	0.05 - 0.15	0.25 - 0.45	0.3-0.5	0.05 - 0.15
PIL.008	0.3 - 0.6	1	1	0.05 - 0.15	0.25 - 0.45	0.3-0.5	0.05 - 0.15

Angoli rientranti e sporgenti, con e senza pilastro

PT	SPESSORE PARETE	LARGHEZZA PARETE INTERNO	LARGHEZZA PARETE ESTERNO	SPESSORE ISOLANTE PARETE	SPESSORE PILASTRO	LARGHEZZA PILASTRO	SPESSORE ISOLANTE PILASTRO
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
ANGOLI SPORGENTI CON PILASTRO							
ASP.001	0.3 - 0.6	1	1.3 - 1.6	0.05 - 0.15	0.3 - 0.6	0.3 - 0.6	-
ASP.002	0.3 - 0.6	1	1.3 - 1.6	0.05 - 0.15	0.3 - 0.6	0.3 - 0.6	-
ASP.003	0.3 - 0.6	1	1.3 - 1.6	0.05 - 0.15	0.3 - 0.6	0.3 - 0.6	-
ASP.004	0.25 - 0.45	1	1.25 - 1.45	-	0.25 - 0.45	0.25 - 0.45	-
ASP.005	0.3 - 0.6	1	1.3 - 1.6	0.05 - 0.15	0.25 - 0.45	0.25 - 0.45	0.05 - 0.15
ASP.006	0.3 - 0.6	1	1.3 - 1.6	0.05 - 0.15	0.25 - 0.45	0.25 - 0.45	0.05 - 0.15
ASP.007	0.3 - 0.6	1	1.3 - 1.6	0.05 - 0.15	0.25 - 0.45	0.25 - 0.45	0.05 - 0.15
ANGOLI SPORGENTI SENZA PILASTRO							
ASP.008	0.3 - 0.6	1	1.3 - 1.6	0.05 - 0.15	-	-	-
ASP.009	0.3 - 0.6	1	1.3 - 1.6	0.05 - 0.15	-	-	-
ASP.010	0.3 - 0.6	1	1.3 - 1.6	0.05 - 0.15	-	-	-
ASP.011	0.25 - 0.45	1	1.25 - 1.45	-	-	-	-
ANGOLI RIENTRANTI CON PILASTRO							
ARI.001	0.3 - 0.6	1.3 - 1.6	1	0.05 - 0.15	0.3 - 0.6	0.3 - 0.6	-
ARI.002	0.3 - 0.6	1.3 - 1.6	1	0.05 - 0.15	0.3 - 0.6	0.3 - 0.6	-
ARI.003	0.3 - 0.6	1.3 - 1.6	1	0.05 - 0.15	0.3 - 0.6	0.3 - 0.6	-
ARI.004	0.25 - 0.45	1.25 - 1.45	1	-	0.25 - 0.45	0.25 - 0.45	-
ARI.005	0.3 - 0.6	1.3 - 1.6	1	0.05 - 0.15	0.25 - 0.45	0.25 - 0.45	0.05 - 0.15
ARI.006	0.3 - 0.6	1.3 - 1.6	1	0.05 - 0.15	0.25 - 0.45	0.25 - 0.45	0.05 - 0.15
ARI.007	0.3 - 0.6	1.3 - 1.6	1	0.05 - 0.15	0.25 - 0.45	0.25 - 0.45	0.05 - 0.15
ANGOLI RIENTRANTI SENZA PILASTRO							
ARI.008	0.3 - 0.6	1.3 - 1.6	1	0.05 - 0.15	-	-	-
ARI.009	0.3 - 0.6	1.3 - 1.6	1	0.05 - 0.15	-	-	-
ARI.010	0.3 - 0.6	1.3 - 1.6	1	0.05 - 0.15	-	-	-
ARI.011	0.25 - 0.45	1.25 - 1.45	1	-	-	-	-

Parete verticale con tetto piano

PT	SPESORE PARETE	LARGHEZZA PARETE INTERNO	LARGHEZZA PARETE ESTERNO	SPESORE ISOLANTE PARETE	SPESORE TRAVE	LARGHEZZA TRAVE	SPESORE MASSETTO	SPESORE ISOLANTE SOLAIO	SPESORE TRAVE	SPESORE SOLAIO	LARGHEZZA TRAVE-SOLAIO INTERNO	LARGHEZZA TRAVE-SOLAIO ESTERNO	ALTEZZA PARAPETTO FILO TRAVE	SPESORE ISOLANTE PARAPETTO
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
COP.001	0.3 - 0.6	1	1.35	0.05 - 0.15	0.25	0.7	0.1	-	-	0.35	1.1 - 1.4	1.7	-	-
COP.002	0.3 - 0.6	1	1.35	0.05 - 0.15	0.25	0.7	0.1	-	-	0.35	1.1 - 1.4	1.7	-	-
COP.003	0.3 - 0.6	1	1.35	0.05 - 0.15	0.25	0.7	0.1	-	-	0.35	1.1 - 1.4	1.7	-	-
COP.004	0.25 - 0.45	1	1.35	-	0.25	0.7	0.1	-	-	0.35	1.25 - 1.45	1.7	-	-
COP.005	0.3 - 0.6	1	1.45	0.05 - 0.15	0.25	0.7	0.1	0.1	-	0.45	1.1 - 1.4	1.7	-	-
COP.006	0.3 - 0.6	1	1.45	0.05 - 0.15	0.25	0.7	0.1	0.1	-	0.45	1.1 - 1.4	1.7	-	-
COP.007	0.3 - 0.6	1	1.45	0.05 - 0.15	0.25	0.7	0.1	0.1	-	0.45	1.1 - 1.4	1.7	-	-
COP.008	0.25 - 0.45	1	1.45	-	0.25	0.7	0.1	0.1	-	0.45	1.25 - 1.45	1.7	-	-
COP.009	0.3 - 0.6	1	1.45	0.05 - 0.15	0.25	0.7	0.1	0.1	0.05 - 0.15	0.45	1.25 - 1.45	1.75 - 1.85	-	-
COP.010	0.3 - 0.6	1	1.75	0.05 - 0.15	0.25	0.7	0.1	-	0.05 - 0.15	0.35	1.25 - 1.45	1.75 - 1.85	0.5	0.05 - 0.15
COP.011	0.3 - 0.6	1	1.75	0.05 - 0.15	0.25	0.7	0.1	0.1	0.05 - 0.15	0.45	1.25 - 1.45	1.75 - 1.85	0.5	0.05 - 0.15
COP.012	0.3 - 0.6	1	1.75	0.05 - 0.15	0.25	0.7	0.1	-	-	0.35	1.1 - 1.4	1.7	0.5	0.05 - 0.15
COP.013	0.3 - 0.6	1	1.75	0.05 - 0.15	0.25	0.7	0.1	0.1	-	0.45	1.1 - 1.4	1.7	0.5	0.05 - 0.15
COP.014	0.3 - 0.6	1	1.75	0.05 - 0.15	0.25	0.7	0.1	-	0.05 - 0.15	0.35	1.475 - 1.575	1.875 - 2.075	0.5	0.05 - 0.15
COP.015	0.3 - 0.6	1	1.75	0.05 - 0.15	0.25	0.7	0.1	0.1	0.05 - 0.15	0.45	1.475 - 1.575	1.875 - 2.075	0.5	0.05 - 0.15
COP.016	0.25 - 0.45	1	1.75	-	0.25	0.7	0.1	-	-	0.35	1.25 - 1.45	1.7	0.5	-
COP.017	0.3 - 0.6	1	1.75	0.05 - 0.15	0.25	0.7	0.1	-	-	0.35	1.1 - 1.4	1.7	0.5	0.05 - 0.15
COP.018	0.3 - 0.6	1	1.75	0.05 - 0.15	0.25	0.7	0.1	0.1	-	0.45	1.1 - 1.4	1.7	0.5	0.05 - 0.15

Parete verticale con solaio

PT	SPESORE PARETE	LARGHEZZA PARETE INTERNO	LARGHEZZA PARETE ESTERNO	SPESORE ISOLANTE PARETE	SPESORE TRAVE	LARGHEZZA TRAVE	SPESORE MASSETTO	SPESORE SOLAIO	SPESORE ISOLANTE TRAVE	SPESORE SOLAIO	LARGHEZZA TRAVE- SOLAIO INTERNO	LARGHEZZA TRAVE- SOLAIO ESTERNO	ALTEZZA PARAPETTO FILO TRAVE	SPESORE ISOLANTE PARAPETTO
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
SOL.001	0.3 - 0.6	1	2.25	0.05 - 0.15	0.25	0.7	0.1	0.35	-	0.35	1.1 - 1.4	1.7		
SOL.002	0.3 - 0.6	1	2.25	0.05 - 0.15	0.25	0.7	0.1	0.35	-	0.35	1.1 - 1.4	1.7		
SOL.003	0.3 - 0.6	1	2.25	0.05 - 0.15	0.25	0.7	0.1	0.35	-	0.35	1.1 - 1.4	1.7		
SOL.004	0.25 - 0.45	1	2.25	-	0.25	0.7	0.1	0.35	-	0.35	1.25 - 1.45	1.7		
SOL.005	0.3 - 0.6	1	2.25	0.05 - 0.15	0.25	0.7	0.1	0.35	0.05 - 0.15	0.35	1.25 - 1.45	1.75 - 1.85		
SOL.006	0.3 - 0.6	1	2.25	0.05 - 0.15	0.25	0.7	0.1	0.35	0.05 - 0.15	0.35	1.25 - 1.45	1.75 - 1.85		
SOL.007	0.3 - 0.6	1	2.25	0.05 - 0.15	0.25	0.7	0.1	0.35	0.05 - 0.15	0.35	1.25 - 1.45	1.75 - 1.85		

Parete verticale con balcone

PT	SPESORE PARETE	LARGHEZZA PARETE INTERNO	LARGHEZZA PARETE ESTERNO	SPESORE ISOLANTE PARETE	SPESORE TRAVE	LARGHEZZA TRAVE	SPESORE MASSETTO	SPESORE SOLAIO	LARGHEZZA TRAVE- SOLAIO INTERNO	LARGHEZZA TRAVE- SOLAIO ESTERNO	SPESORE BALCONE	LARGHEZZA BALCONE	SPESORE ISOLANTE BALCONE
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
BAL.001	0.3 - 0.6	1	2.25	0.05 - 0.15	0.25	0.7	0.1	0.35	1.1 - 1.4	1.7	0.25	1	-
BAL.002	0.3 - 0.6	1	2.25	0.05 - 0.15	0.25	0.7	0.1	0.35	1.1 - 1.4	1.7	0.25	1	-
BAL.003	0.3 - 0.6	1	2.25	0.05 - 0.15	0.25	0.7	0.1	0.35	1.1 - 1.4	1.7	0.25	1	-
BAL.004	0.25 - 0.45	1	2.25	-	0.25	0.7	0.1	0.35	1.25 - 1.45	1.7	0.25	1	-
BAL.005	0.3 - 0.6	1	2.25	0.05 - 0.15	0.25	0.7	0.1	0.35	1.1 - 1.4	1.7	0.25	1	0.05
BAL.006	0.3 - 0.6	1	2.25	0.05 - 0.15	0.25	0.7	0.1	0.35	1.1 - 1.4	1.7	0.25	1	0.05
BAL.007	0.3 - 0.6	1	2.25	0.05 - 0.15	0.25	0.7	0.1	0.35	1.1 - 1.4	1.7	0.25	1	0.05

Parete esterna con parete interna

PT	SPESSORE PARETE	LARGHEZZA PARETE INTERNO	LARGHEZZA PARETE ESTERNO	SPESSORE ISOLANTE PARETE	SPESSORE PARETE INTERNA	LARGHEZZA PARETE INTERNA
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
PIN.001	0.3 - 0.6	1	2.1	0.05 - 0.15	0.1	1
PIN.002	0.3 - 0.6	1	2.1	0.05 - 0.15	0.1	1
PIN.003	0.3 - 0.6	1	2.1	0.05 - 0.15	0.1	1
PIN.004	0.25 - 0.45	1	2.1	-	0.1	1

Parete esterna con serramento

PT	SPESSORE PARETE	LARGHEZZA PARETE INTERNO	LARGHEZZA PARETE ESTERNO	SPESSORE ISOLANTE PARETE	SPESSORE TELAIO	LARGHEZZA TELAIO	SPESSORE MAZZETTA	LARGHEZZA MAZZETTA
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
SER.001	0.3 - 0.6	1	1	0.05 - 0.15	0.06	0.06	-	-
SER.002	0.3 - 0.6	1	1	0.05 - 0.15	0.06	0.06	-	-
SER.003	0.3 - 0.6	1	1	0.05 - 0.15	0.06	0.06	-	-
SER.004	0.3 - 0.6	1	1	0.05 - 0.15	0.06	0.06	-	-
SER.005	0.3 - 0.6	1	1	0.05 - 0.15	0.06	0.06	0.3 - 0.6	0.2
SER.006	0.25 - 0.45	1	1	-	0.06	0.06	-	-
SER.007	0.3 - 0.6	1	1	0.05 - 0.15	0.06	0.06	-	-
SER.008	0.3 - 0.6	1	1	0.05 - 0.15	0.06	0.06	-	-
SER.009	0.3 - 0.6	1	1	0.05 - 0.15	0.06	0.06	-	-
SER.010	0.3 - 0.6	1	1	0.05 - 0.15	0.06	0.06	-	-
SER.011	0.3 - 0.6	1	1	0.05 - 0.15	0.06	0.06	0.3 - 0.6	0.2
SER.012	0.25 - 0.45	1	1	-	0.06	0.06	-	-
SER.013	0.3 - 0.6	1	1	0.05 - 0.15	0.06	0.06	-	-
SER.014	0.3 - 0.6	1	1	0.05 - 0.15	0.06	0.06	-	-
SER.015	0.3 - 0.6	1	1	0.05 - 0.15	0.06	0.06	-	-
SER.016	0.3 - 0.6	1	1	0.05 - 0.15	0.06	0.06	-	-
SER.017	0.3 - 0.6	1	1	0.05 - 0.15	0.06	0.06	0.3 - 0.6	0.2
SER.018	0.25 - 0.45	1	1	-	0.06	0.06	-	-

Compluvi e displuvi

PT	SPESSORE PARETE	LARGHEZZA PARETE INTERNO	LARGHEZZA PARETE ESTERNO	SPESSORE ISOLANTE PARETE	ANGOLO D'INCLINAZIONE COPERTURA RISPETTO ALL'ORIZZONTALE
DIS.001	tutti	tutti	tutti	tutti	$\leq 30^\circ$
DIS.002	tutti	tutti	tutti	tutti	$\leq 30^\circ$
DIS.003	tutti	tutti	tutti	tutti	$\leq 30^\circ$
COM.001	tutti	tutti	tutti	tutti	$\leq 30^\circ$
COM.002	tutti	tutti	tutti	tutti	$\leq 30^\circ$
COM.003	tutti	tutti	tutti	tutti	$\leq 30^\circ$

2.4 Strumento di calcolo

I calcoli della trasmittanza termica lineare per le diverse configurazioni sono stati realizzati mediante l'utilizzo di codice di calcolo per la simulazione termo fluidodinamica ai volumi finiti.

In accordo con la UNI EN ISO 10211:2008 uno strumento di calcolo dello scambio termico in regime stazionario per domini bidimensionali può essere considerato di elevata precisione se è in grado di fornire risultati corrispondenti a quelli dei casi di riferimento di prova.

Quindi, per verificare la validità dei risultati, si è fatto riferimento all'appendice A della norma UNI EN ISO 10211:2008 ed in particolare al secondo caso di studio proposto nella normativa.

La geometria del caso adottato è quella riportata nella Figura 2.3, mentre le dimensioni, le proprietà dei materiali e le condizioni al contorno usate, sono quelle descritte in Tabella 2.3, in aderenza con quanto riportato dalla norma.

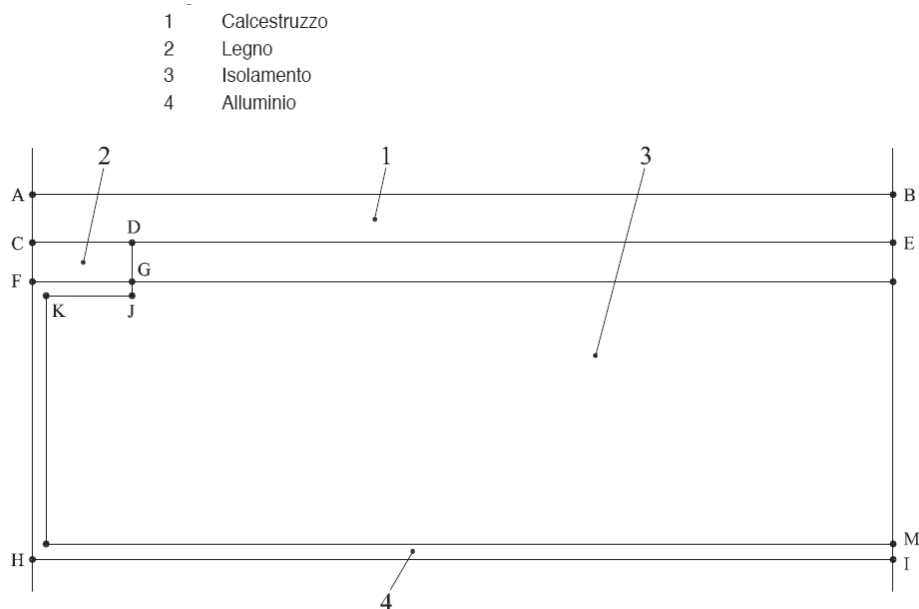


Figura 2.3 – Caso 2 - Appendice A norma UNI EN ISO 10211

Dimensioni mm	Conduttività termica W/(mK)	Condizioni al contorno
AB = 500	1: 1.15	AB: 0 °C con $R_{se} = 0.06 \text{ (m}^2\text{K)/W}$
AC = 6	2: 0.12	HI: 20 °C con $R_{si} = 0.11 \text{ (m}^2\text{K)/W}$
CD = 15	3: 0.029	
CF = 5	4: 230	
EM = 40		
GJ = 1,5		
IM = 1,5		
FG - KJ = 1,5		

Tabella 2.3 - Descrizione caso 2 - Appendice A norma UNI EN ISO 10211

Per poter definire “corrispondenti” i risultati ottenuti con il codice di calcolo impiegato, la norma definisce dei parametri che devono essere rispettati sia in termini di temperature in determinati punti, sia di flusso termico:

- le temperature ottenute per i punti nodali della geometria in esame non devono discostarsi per più di 0.1°C da quelli riportati in Tabella 2.4;
- il flusso termico non deve differire da quello riportato nella norma che, per il caso in esame, è 9.5 W/m.

Temperatura °C		
A: 7.1		B: 0.8
C: 7.9	D: 6.3	E: 0.8
F: 16.4	G: 16.3	
H: 16.8		I: 18.3

Tabella 2.4- Soluzione numerica caso 2 - Appendice A norma UNI EN ISO 10211

Dai calcoli effettuati con il programma di calcolo impiegato, sono stati ricavati i seguenti valori di temperatura, tutti coincidenti con i valori proposti dalla norma:

	Valore Calcolato	Valore di riferimento (UNI EN ISO 10211)	Differenza di temperatura
A:	7.14	7.1	< 0.1 °C
B:	0.77	0.8	< 0.1 °C
H:	16.75	16.8	< 0.1 °C
I:	18.33	18.3	< 0.1 °C

In Figura 2.4 invece, è riportata una rappresentazione della distribuzione di temperatura ricavata dai calcoli effettuati con il codice di calcolo impiegato.

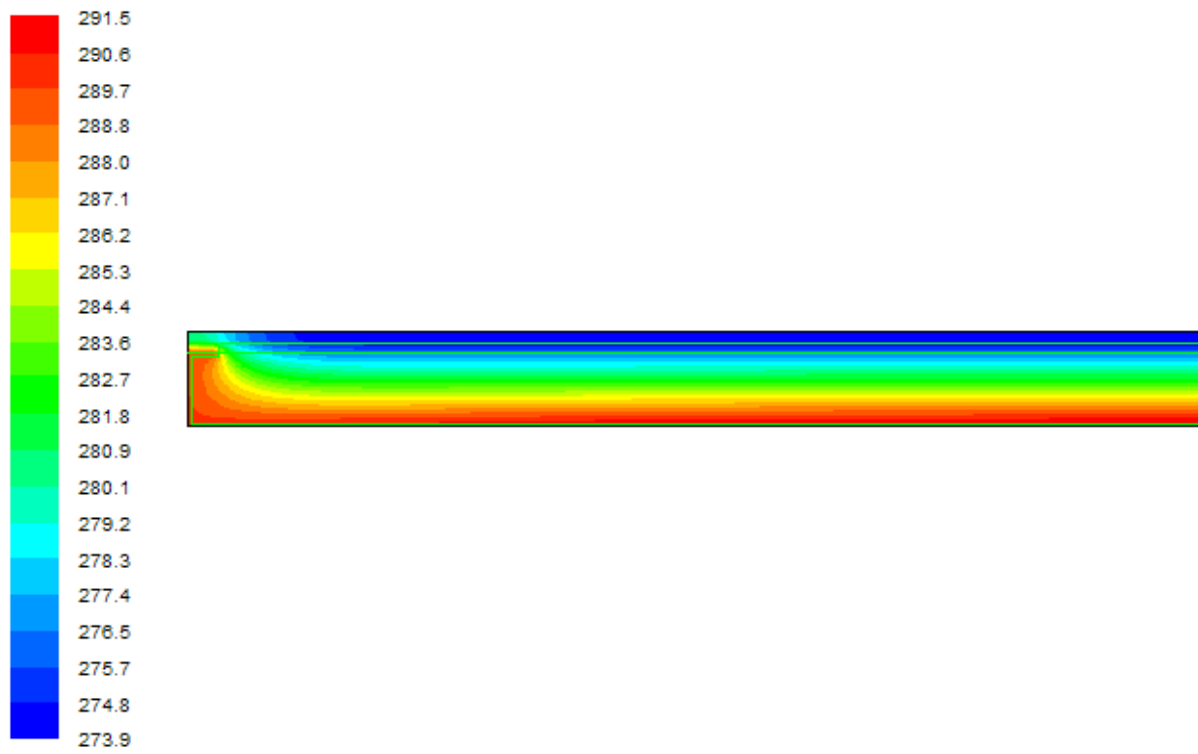


Figura 2.4 – Profilo di temperatura ricavato dal calcolo

Per quanto riguarda il flusso termico, il valore ottenuto mediante i calcoli è pari a 9.508 W/m, valore che rispetta il vincolo di non discostarsi per più di 0.1 W/m dai 9.5 W/m della norma.

2.5 Dominio di calcolo

La simulazione di calcolo è stata condotta considerando, per ogni caso esaminato, 1 metro di parete in direzione orizzontale e verticale a partire dal pilastro o dalla trave in cemento armato (punto di discontinuità tra i diversi materiali).

Il valore di un metro è stato scelto in base a quanto indicato nella UNI EN ISO 10211:2008 sui modelli geometrici da utilizzare nei software per il calcolo in 2D. La validità di tale misura è stata verificata tramite simulazioni: è stato infatti verificato che per distanze maggiori di un metro a partire dal punto di discontinuità l'effetto del ponte termico è trascurabile.

Sono state svolte diverse simulazioni adoperando sia lunghezze pari a 1 m, sia lunghezze di 2 m. Dalla Figura 2.5 in cui è rappresentato il profilo di temperatura bidimensionale nel caso di calcolo eseguito con pareti di 2 metri su entrambi i lati del pilastro che genera il ponte termico, si può osservare che, ad una distanza di circa un metro dal pilastro stesso le isoterme diventano parallele; questo significa che, per distanza dal pilastro superiore a un metro, l'effetto di ponte termico non è più percepito dalla parete e il flusso termico è monodimensionale e perpendicolare alla parete stessa.

Questo significa che, per includere nel calcolo tutta la regione interessata da un flusso bidimensionale, accorgimento necessario per una corretta valutazione del ponte termico, non è necessario allontanarsi per più di un metro dalla discontinuità che genera il ponte termico.

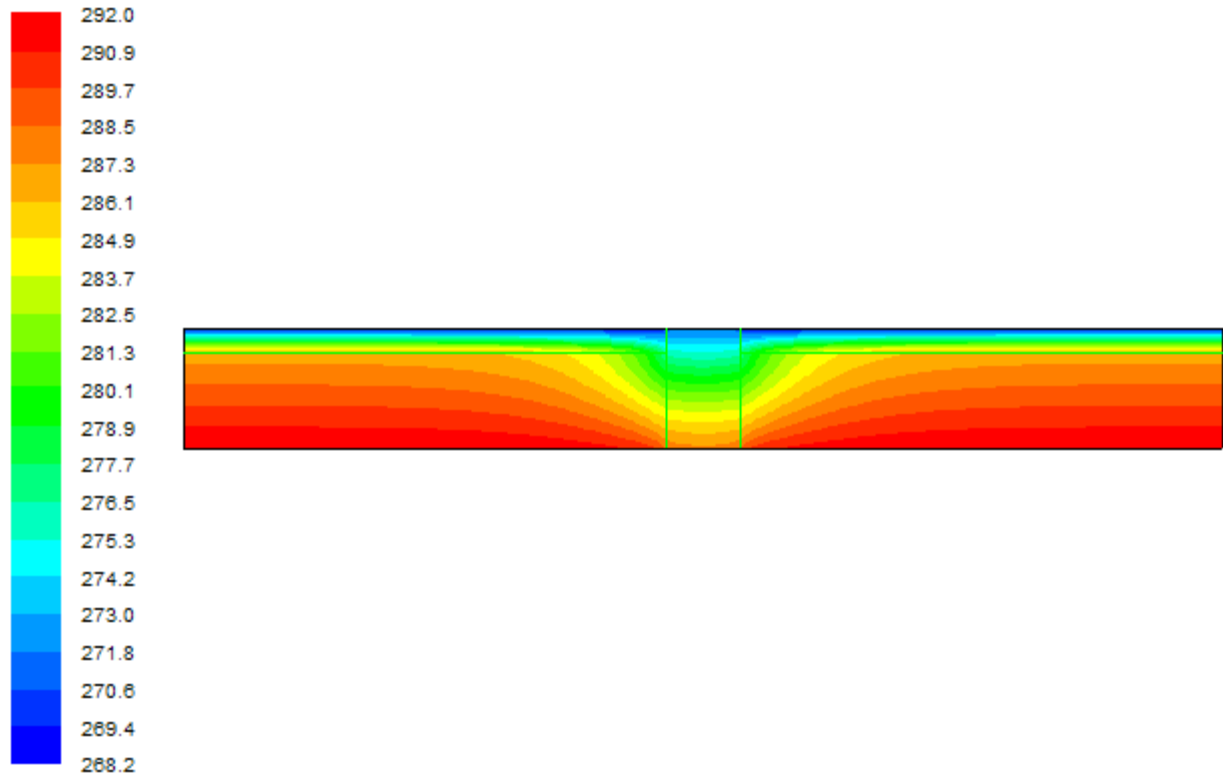


Figura 2.5 – Profilo di temperature PT-Parete Pilastro, Um, l = 2m.

In Figura 2.6 è riportato il profilo di temperatura nel caso in cui il dominio di calcolo includa le pareti solo la lunghezza di un metro dal pilastro, da entrambi i lati.

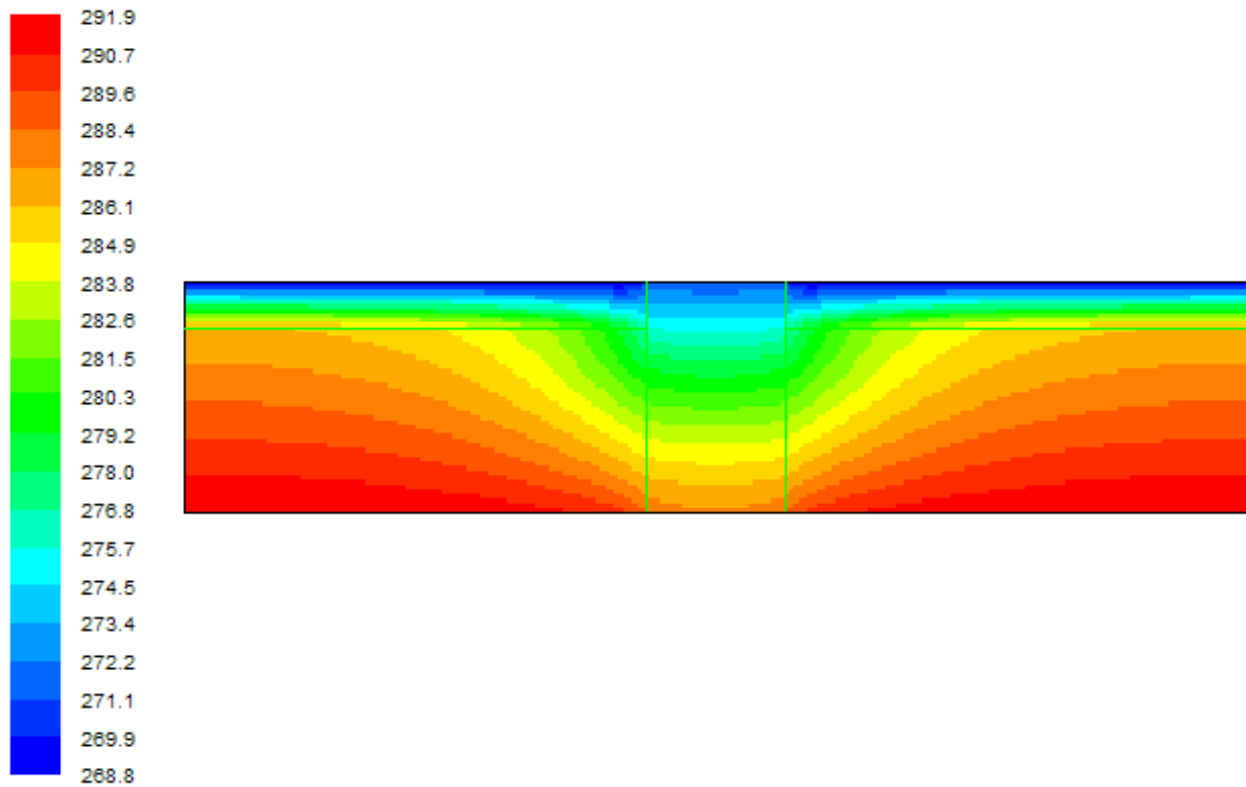


Figura 2.6 – Profilo di temperature PT-Parete Pilastro, Um, l = 1m.

In Figura 2.7 si riportano i profili di temperatura in diverse sezioni della parete e precisamente:

- sul bordo adiabatico a distanza di 2 m dall'inizio del pilastro;
- a 1,5 m dal pilastro;
- a 1 m dal pilastro;
- a distanza di 10 cm dal pilastro.

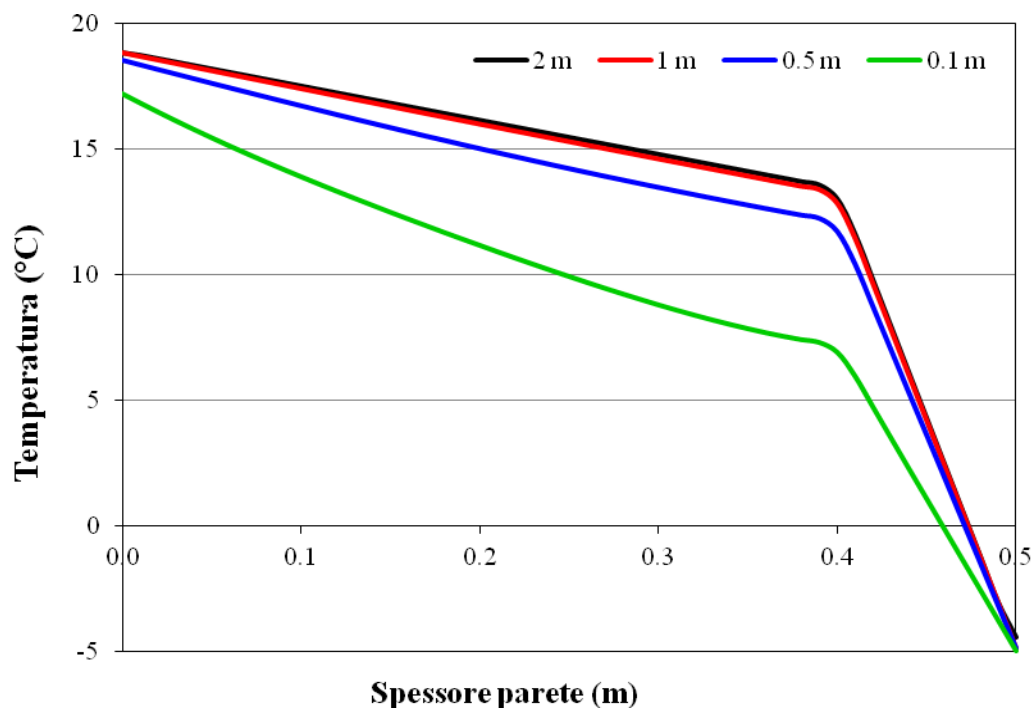


Figura 2.7 – Profilo di temperature in diverse sezioni della parete

Come si può notare, a distanza di 1 metro non c'è differenza rilevante con il profilo di temperatura che si ottiene sulla sezione posta a 2 m dal pilastro.

Ulteriore conferma si è avuta con il calcolo della trasmittanza termica lineare per il caso in esame: in entrambi i casi, con pareti lunghe 2 m da entrambi i lati del pilastro e con pareti lunghe 1 m, dai risultati, riportati in Tabella 2.4 e in Tabella 2.6, si può osservare che non vi sono differenze, entro la seconda cifra decimale, tra i valori di trasmittanza termica lineare calcolati per i due casi.

Um_isol. esterno	S _{isol} Par [m]	S _{isol} Pil [m]	L _{2D} [W/mK]	F [W]	U ₁ [W/m ² K]	U _p [W/m ² K]	U* [W/m ² K]	Ψ [W/mK]
Laterizio 1200	0.10	0	2.07	51.64	0.293	2.316	7.899	0.80
Laterizio 1800	0.10	0	2.24	56.05	0.316	2.316	7.327	0.88
Laterizio 760	0.10	0	1.68	42.09	0.227	2.316	10.212	0.71

Tabella 2.5 – Valori di flusso e di trasmittanza termica lineare per pareti con Um e l = 2 m

Um_isol. esterno	S _{isol} Par [m]	S _{isol} Pil [m]	L _{2D} [W/mK]	F [W]	U ₁ [W/m ² K]	U _p [W/m ² K]	U* [W/m ² K]	Ψ [W/mK]
Laterizio 1200	0.10	0	1.48	36.98	0.293	2.316	7.899	0.80
Laterizio 1800	0.10	0	1.61	40.24	0.316	2.316	7.327	0.88
Laterizio 760	0.10	0	1.23	30.75	0.227	2.316	10.212	0.71

Tabella 2.6 – Valori di flusso e di trasmittanza termica lineare per pareti con Um e l = 1 m

2.6 Calcolo della trasmittanza termica lineare

Come riportato nella norma UNI EN ISO 10211:2008, la trasmittanza termica lineare (Ψ) è pari all'incremento di flusso termico (rispetto al valore ottenuto con il calcolo monodimensionale) che si ha per lo sviluppo di un campo termico bi-tri dimensionale, in regime stazionario e diviso per una lunghezza caratteristica del ponte termico e per la differenza di temperatura tra gli ambienti posti a ciascun lato, cioè:

$$\Psi = \frac{\Phi^{2D} - \sum_i^N \Phi_i^{1D}}{L_{PT} \cdot \Delta\theta}$$

La trasmittanza termica lineare è quindi una grandezza che consente di calcolare il flusso termico addizionale dovuto al ponte termico rispetto al flusso termico monodimensionale calcolato per gli elementi edilizi piani concorrenti e/o costituenti tale ponte termico ed è operativamente calcolabile dalla sua definizione come:

$$\Psi = \frac{\Phi^{2D}}{L_{PT} \cdot \Delta\theta} - \sum_i^N \frac{\Phi_i^{1D}}{L_{PT} \cdot \Delta\theta} = L_{2D} - \sum_i^N U_i \cdot l_i$$

dove:

- U_i è la trasmittanza termica dell' i-esimo componente che separa i due ambienti considerati;
- l_i è la lunghezza del modello geometrico a cui si applica il valore U_i , e che risulta essere diversa se si considerano dimensioni misurate dall'interno o dall'esterno;
- N è il numero di componenti;
- L_{2D} è il coefficiente di accoppiamento termico ottenuto da un calcolo 2D del componente che separa i due ambienti considerati.

La trasmittanza termica, viene calcolata secondo quanto riportato nella norma UNI EN ISO 6946:2008, come descritto nel paragrafo 2.3.

Il coefficiente di accoppiamento termico, ottenuto da un calcolo bidimensionale (L_{2D}), è il flusso termico per differenza di temperatura tra i due ambienti (θ_i, θ_e), che sono termicamente collegati mediante la costruzione considerata, per unità di lunghezza caratteristica del ponte, L_{PT} .

Il flusso termico bidimensionale, Φ^{2D} , che attraversa il ponte termico dall'ambiente interno, indicato con il pedice "i" verso l'ambiente esterno, indicato con il dal pedice "e", è dato quindi da:

$$\Phi^{2D} = L_{2D} \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot L_{PT}$$

ed è questa la quantità che nella nostra analisi viene calcolata tramite il codice utilizzato per le simulazioni dei ponti termici, avendo assunto $L_{PT} = 1$ m .

Pertanto, essendo noto il flusso Φ^{2D} per ogni ponte termico, risulta:

$$L_{2D} = \frac{\Phi^{2D}}{(\theta_i - \theta_e) \cdot L_{PT}}$$

Quando si determina il valore della trasmittanza termica lineare, è necessario specificare quali dimensioni (per esempio interne o esterne) sono utilizzate, in quanto per diversi tipi di ponti termici il valore della trasmittanza termica lineare dipende da questa scelta (Ψ_I e Ψ_E).

2.7 Derivazione delle correlazioni

Per ogni tipologia di ponte termico è stata calcolata la trasmittanza termica lineare per configurazioni caratterizzate da diversi spessori dei vari elementi che costituiscono la stratigrafia e da diversi valori di conduttività del laterizio.

A partire dai risultati ottenuti sono state derivate le correlazioni più accurate che legano il valore di trasmittanza termica lineare ad alcuni parametri caratteristici della tipologia in esame.

A seconda della tipologia, sono stati usati sia parametri adimensionali, come la trasmittanza adimensionale, sia grandezze dimensionali, come la conduttività termica.

Di conseguenza, i coefficienti associati ai diversi parametri possono essere sia numeri adimensionali, sia numeri dotati di un'unità di misura appropriata, in modo che il prodotto restituisca l'unità di misura propria della trasmittanza termica lineare, ossia $\left(\frac{W}{m \cdot K}\right)$.

Nelle funzioni di correlazione non sono indicate in modo esplicito le unità di misura dei coefficienti, tuttavia possono essere ricavate facilmente a partire dall'unità di misura della grandezza ad essi associata.

Per chiarire meglio questo aspetto, si riportano di seguito due esempi, relativi, rispettivamente, alla parete esterna isolata all'esterno con pilastro non isolato (vedi scheda PIL.001) e all'angolo sporgente senza pilastro isolato in mezzeria (ASP.010).

Per la correlazione estratta dalla scheda PIL.001:

$$\psi_E = 1.234 - 0.050 \cdot U^* + 0.038 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right),$$

le unità di misura dei coefficienti sono:

- 1.234 $\rightarrow \left(\frac{W}{m \cdot K}\right)$;
- 0.050 $\rightarrow \left(\frac{W}{m \cdot K}\right)$, in modo che, moltiplicato per $U^*(-)$, dia $\left(\frac{W}{m \cdot K}\right)$;
- 0.038 $\rightarrow (-)$, in modo che, moltiplicato per $\lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K}\right)$, dia $\left(\frac{W}{m \cdot K}\right)$.

Per quanto riguarda, invece, la correlazione ASP.010:

$$\psi_E = -0.157 - 0.131 \cdot U_{PAR} - \frac{0.01}{\lambda_{eq}} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right),$$

le unità di misura dei coefficienti sono:

- $\psi_E = -0.157 \rightarrow \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$;
- $\psi_E = 0.131 \rightarrow (m)$, in modo che, moltiplicato per $U_{PAR} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$, dia $\left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$;
- $\psi_E = 0.01 \rightarrow \left(\frac{W^2}{m^2 \cdot K^2} \right)$, in modo che, moltiplicato per $\frac{1}{\lambda_{eq}} \left(\frac{m \cdot K}{W} \right)$, dia $\left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$.

2.8 Intervallo di confidenza

Le correlazioni per il calcolo della trasmittanza lineare sono corredate da un'indicazione sull'intervallo di confidenza entro il quale è possibile trovare con probabilità pari al 95% il valore reale, relativo alla schematizzazione adottata per la generazione della correlazione.

L'intervallo di confidenza è calcolato a partire dall'errore standard della stima; infatti, chiamato $s_{x,y}$ l'errore standard della stima, l'intervallo di confidenza che contiene il valore vero con probabilità 95% è pari a:

$$IC^{95\%} = 2 \cdot s_{x,y}$$

A sua volta, l'errore standard della stima, è calcolato, per campioni piccoli quali quelli usati per la derivazione delle correlazioni, attraverso la seguente espressione:

$$s_{x,y} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\Psi_i - \Psi_{stim,i})^2}{N-2}}$$

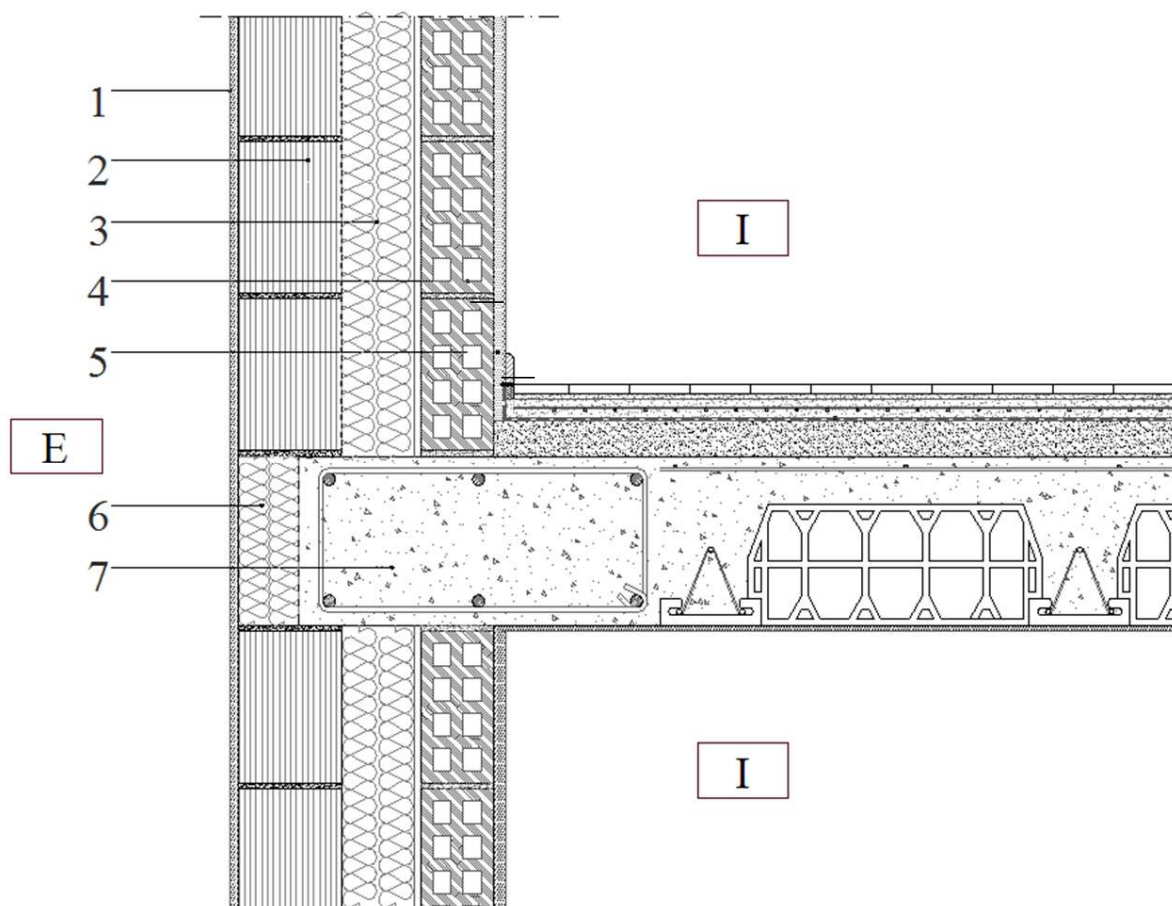
Dove:

- N è il numero di punti calcolati attraverso la simulazioni in due dimensioni e usati per la derivazione della correlazione;
- Ψ_i è il valore della trasmittanza lineare ottenuto dal calcolo attraverso la simulazione in due dimensioni, per la coppia di parametri i -esima;
- $\Psi_{stim,i}$ è la stima del valore di trasmittanza lineare ottenuto attraverso la correlazione, per la coppia di parametri i -esima.

L'intervallo di confidenza così ottenuto è relativo alla schematizzazione adottata per le diverse tipologie di ponte termico. Nel caso in cui le correlazioni vengano usate per un nodo tecnologico la cui schematizzazione risultasse non consistente con quelle definite per il calcolo, la probabilità che la stima della trasmittanza termica lineare ricada all'interno dell'intervallo di confidenza potrebbe risultare inferiore al 95% indicato.

2.9 Esempio numerico

Si prenda il seguente caso di studio, quale esempio di documentazione progettuale disponibile al progettista termotecnico:



La stratigrafia della parete esterna e la rispettiva trasmittanza sono riportate nella tabella seguente:

Parete esterna					
N	STRATIGRAFIA	Spessore [m]	Densità [kg/m³]	Conduttività termica [W/mK]	Resistenza termica [m²K/W]
E	R_{se}				0.040
1	Intonaco esterno	0.015	1800	0.900	0.017
2	Laterizio pieno	0.120	1800	0.810	0.148
3	Isolante	0.100	37	0.040	2.500
4	Laterizio forato	0.100	1200	0.540	0.185
5	Intonaco interno	0.015	1400	0.700	0.021
I	R_{si}				0.130
	Resistenza Termica Totale [m²K/W]				3.041
	Trasmittanza Termica Totale [W/m²K]				0.329

La scheda SOL.006 richiede poi il calcolo della trasmittanza della trave U_{TR} , considerando uno spessore pari a quello della parete. Si noti che rispetto allo schema della scheda SOL.006 la stratigrafia della trave comprende uno spessore di intonaco esterno. Considerando quindi questa stratigrafia della trave isolata, la rispettiva trasmittanza è calcolata nella tabella seguente (spessore equivalente alla parete, come indicato nella scheda):

TRAVE ISOLATA					
N	STRATIGRAFIA	Spessore [m]	Densità [kg/m³]	Conduttività termica [W/mK]	Resistenza termica [m²K/W]
E	Rse				0.040
1	Intonaco esterno	0.015	1800	0.900	0.017
6	Isolante trave	0.100	37	0.040	2.500
7	Trave ca	0.235	2400	1.910	0.123
I	Rsi				0.130
	Resistenza Termica Totale [m²K/W]				2.810
	Trasmittanza Termica Totale [W/m²K]				0.356

Si procede quindi con il calcolo della conduttività equivalente della trave (si ricorda che il calcolo non deve considerare l'isolante):

$$C_{TR} = \frac{1}{\sum \frac{L_i}{\lambda_i}} = \frac{1}{\frac{0.015}{0.9} + \frac{0.235}{1.91}} = 7.16 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

$$L'_{TR} = 0.015 + 0.235 = 0.25 \text{ m}$$

$$\lambda_{eq,TR} = C_{TR} \cdot L'_{TR} = 7.16 \cdot 0.25 = 1.79 \frac{W}{m \cdot K}$$

Il passo successivo consiste nel calcolo della trasmittanza della trave, considerando uno spessore pari alla parete, utilizzando la conduttività equivalente della trave:

$$\lambda_{ISO,TR} = 0.04 \frac{W}{m \cdot K}$$

$$U_{TR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO,TR}}{\lambda_{ISO,TR}} + \frac{L'_{TR}}{\lambda_{eq,TR}} + R_{se}} = \frac{1}{0.13 + \frac{0.10}{0.04} + \frac{0.25}{1.79} + 0.04} = \frac{1}{2.81} = 0.356 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

È quindi possibile procedere al calcolo della trasmittanza adimensionale U^* :

$$U^* = \frac{U_{TR}}{U_{PAR}} = \frac{0.356}{0.329} = 1.131$$

Infine si calcola la trasmittanza termica lineare riferita alle dimensioni esterne:

$$\psi_E = 0.112 + 0.428 \cdot U^* - \frac{0.127}{\lambda_{eq}} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$$

$$\psi_E = 0.112 + 0.428 \cdot 1.131 - \frac{0.127}{0.673} = 0.41 \frac{W}{m \cdot K}$$

Oppure si procede al calcolo della trasmittanza termica lineare riferita alle dimensioni interne:

$$\psi_I = -0.290 + 1.015 \cdot U^* - \frac{0.219}{\lambda_{eq}} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$$

$$\psi_I = -0.290 + 1.015 \cdot 1.131 - \frac{0.219}{0.673} = 0.53 \frac{W}{m \cdot K}$$

3) Abaco dei ponti termici

Una volta accertato che lo strumento di calcolo scelto garantisce risultati sufficientemente accurati rispetto ai requisiti minimi richiesti dalla norma, si è proceduto con il calcolo dei ponti termici per archetipi individuati secondo l'approccio illustrato.

Le schede proposte contengono una schematizzazione della tipologia di ponte termico, contenente anche le indicazioni sulle misure caratteristiche da usare per la valutazione della trasmittanza termica lineare, accompagnata da una descrizione sintetica della tipologia. Oltre all'immagine e alla descrizione, nella scheda è riportata una correlazione per il calcolo della trasmittanza termica lineare, accompagnata dalla descrizione dei parametri da usare per il calcolo, dagli intervalli di validità della correlazione e dall'incertezza associata alla stima.

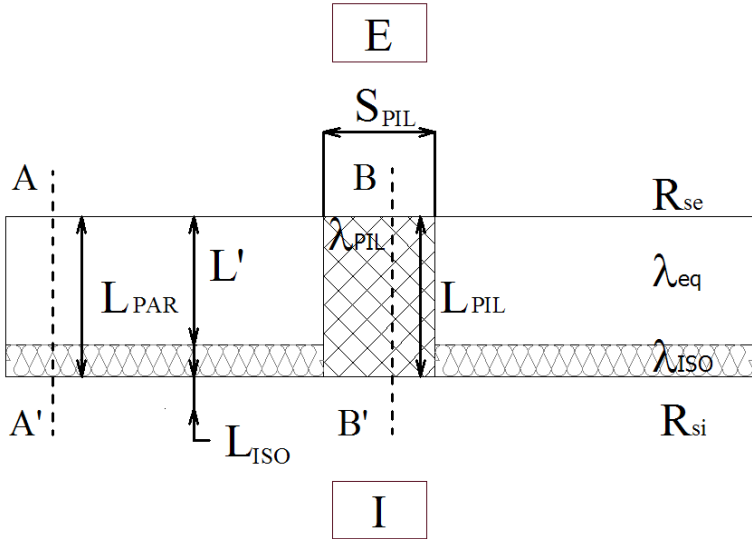
Nella tabella proposta di seguito vengono richiamati i parametri utilizzati nell'abaco dei ponti termici, con una breve descrizione di ciò che rappresentano.

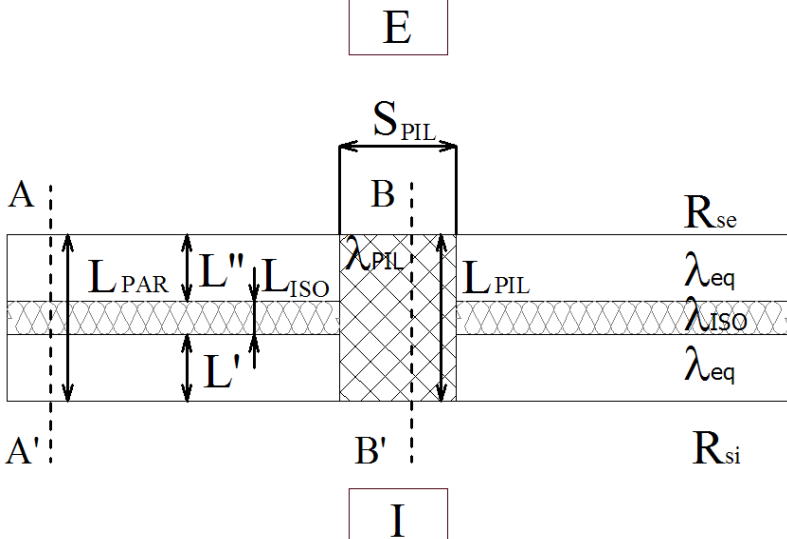
RESISTENZA TERMICA	$R_i = \frac{s}{\lambda}$	Resistenze termiche di ciascuno strato. Rapporto tra lo spessore del rispettivo strato di materiale e la sua conduttività termica
CONDUCIBILITA' TERMICA	λ	Rapporto, in condizioni stazionarie, fra il flusso di calore e il gradiente di temperatura che provoca il passaggio del calore. Attitudine di una sostanza a trasmettere il calore
CONDUCIBILITÀ TERMICA EQUIVALENTE DEL PACCHETTO TECNOLOGICO, ESCLUDENDO L'ISOLANTE	$\lambda_{eq} = C \cdot L$	Dove: $C = \frac{1}{\sum \frac{L_i}{\lambda_i}}$ Conduttanza del pacchetto tecnologico escluso l'ISOLANTE . $L = \sum L_i$ Spessore del pacchetto tecnologico escluso l'ISOLANTE
RESISTENZA TERMICA SUPERFICIALE INTERNA	$R_{si} = \frac{1}{h_i}$	Resistenza superficiale interna. Inverso del coefficiente di scambio termico interno
RESISTENZA TERMICA SUPERFICIALE ESTERNA	$R_{se} = \frac{1}{h_e}$	Resistenza superficiale esterna. Inverso del coefficiente di scambio termico esterno
RESISTENZA TERMICA TOTALE	$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots R_n + R_{se}$	Indica la difficoltà del calore nell'attraversare un mezzo solido
TRASMITTANZA TERMICA	$U = \frac{1}{R_T}$	Definisce la capacità isolante di un elemento ed è l'inverso della resistenza
TRASMITTANZE TERMICHE di progetto	$U_{PAR} \quad U_{PIL} \quad U_{TR} \quad U_{TEL} \quad U_{SOL}$	Trasmittanze termiche del relativo pacchetto tecnologico considerato (incluso l'ISOLANTE)

Tabella 3.1 – Parametri utilizzati nell'abaco

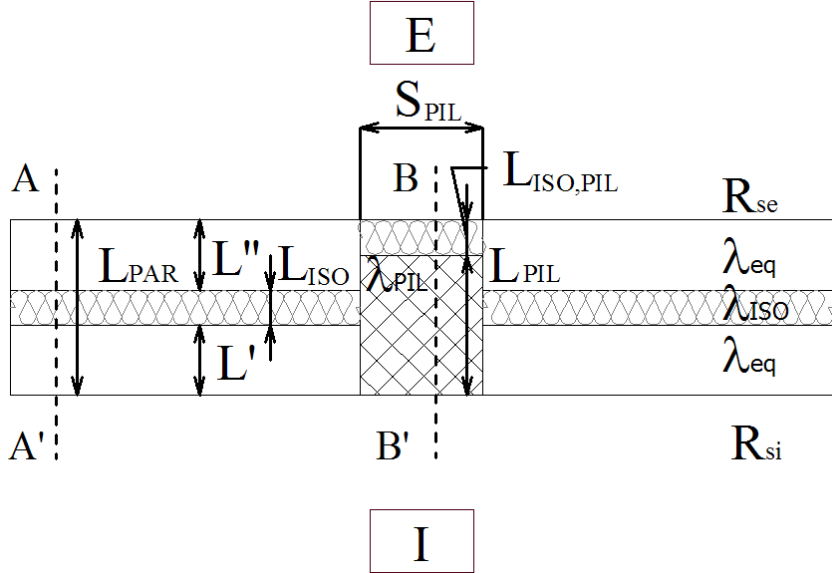
3.1 Parete – pilastro

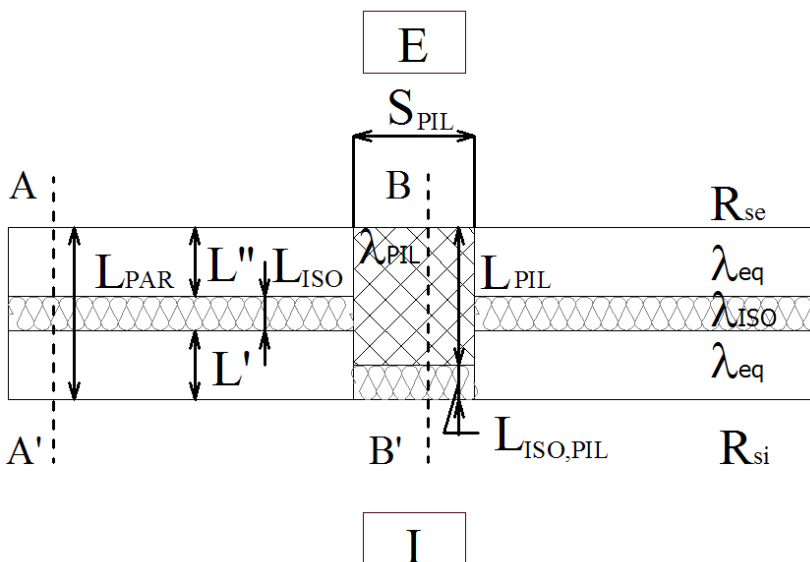
PIL.001	PARETE ESTERNA ISOLATA ALL'ESTERNO CON PILASTRO NON ISOLATO
Ponte termico formato dalla giunzione di due pareti uguali isolate dall'esterno, con presenza di pilastro non isolato nella giunzione.	
SEZIONE ORIZZONTALE	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = 0.695 - 0.0635 \cdot U^* + 2.231 \cdot S_{PIL} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = 0.695 - 0.0635 \cdot U^* + 2.231 \cdot S_{PIL} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con:	
Trasmittanza adimensionale	$U^* = \frac{U_{PIL}}{U_{PAR}}$
Trasmittanza del pilastro	$U_{PIL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{PIL}}{\lambda_{PIL}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Trasmittanza della parete	$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità	$5.29 \leq U^* \leq 12.14 \quad 0.30 \leq S_{PIL} \leq 0.50 \text{ (m)} \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.09 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.09 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$

PIL.002	PARETE ESTERNA ISOLATA ALL'INTERNO CON PILASTRO NON ISOLATO
Ponte termico formato dalla giunzione di due pareti uguali isolate dall'interno, con presenza di pilastro non isolato nella giunzione.	
SEZIONE ORIZZONTALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne $\psi_E = 0.455 - 0.047 \cdot U^* + 2.179 \cdot S_{PIL} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ Riferita alle dimensioni interne $\psi_I = 0.455 - 0.047 \cdot U^* + 2.179 \cdot S_{PIL} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: Trasmissanza adimensionale $U^* = \frac{U_{PIL}}{U_{PAR}}$ Trasmissanza del pilastro $U_{PIL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{PIL}}{\lambda_{PIL}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$ Trasmissanza della parete $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità $5.29 \leq U^* \leq 12.14 \quad 0.30 \leq S_{PIL} \leq 0.50 \text{ (m)} \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.08 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.08 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

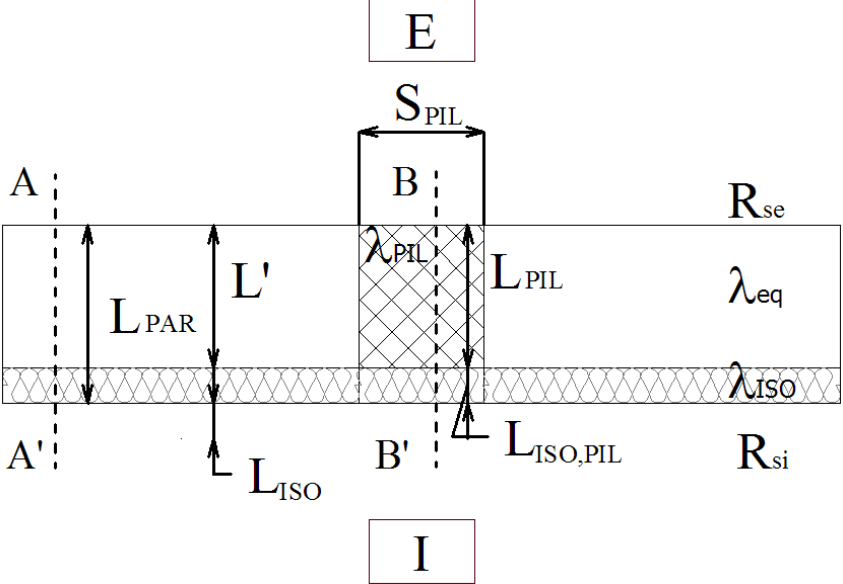
PIL.003	PARETE ESTERNA ISOLATA IN MEZZERIA CON PILASTRO NON ISOLATO
Ponte termico formato dalla giunzione di due pareti uguali isolate in mezzeria, con presenza di pilastro non isolato nella giunzione.	
SEZIONE ORIZZONTALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne $\psi_E = 0.650 - 0.060 \cdot U^* + 2.176 \cdot S_{PIL} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ Riferita alle dimensioni interne $\psi_I = 0.650 - 0.060 \cdot U^* + 2.176 \cdot S_{PIL} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: Trasmittanza adimensionale $U^* = \frac{U_{PIL}}{U_{PAR}}$ Trasmittanza del pilastro $U_{PIL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{PIL}}{\lambda_{PIL}} + \frac{L_{ISO,PIL}}{\lambda_{ISO}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$ Trasmittanza della parete $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L''}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità $5.29 \leq U^* \leq 12.14 \quad 0.30 \leq S_{PIL} \leq 0.50 \text{ (m)} \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.11 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.11 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

PIL.004	PARETE ESTERNA NON ISOLATA CON PILASTRO NON ISOLATO		
Ponte termico formato dalla giunzione di due pareti uguali non isolate, con presenza di pilastro non isolato nella giunzione.			
SEZIONE ORIZZONTALE			
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE			
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = 0.436 - 0.769 \cdot \lambda_{eq} + 1.656 \cdot S_{PIL} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$		
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = 0.436 - 0.769 \cdot \lambda_{eq} + 1.656 \cdot S_{PIL} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$		
Con:			
Trasmittanza adimensionale	$U^* = \frac{U_{PIL}}{U_{PAR}}$		
Trasmittanza del pilastro	$U_{PIL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{PIL}}{\lambda_{PIL}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$		
Trasmittanza della parete	$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{PAR}}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$		
Campo di validità	$1.59 \leq U^* \leq 5.24 \quad 0.30 \leq S_{PIL} \leq 0.50 \text{ (m)} \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$		
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.16 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.16 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$		

PIL.005	PARETE ESTERNA ISOLATA IN MEZZERIA CON PILASTRO ISOLATO ALL'ESTERNO
Ponte termico formato dalla giunzione di due pareti uguali isolate in mezzeria, con presenza di pilastro isolato dall'esterno nella giunzione.	
SEZIONE ORIZZONTALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = -0.006 + 0.088 \cdot U^* + 0.528 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = -0.006 + 0.088 \cdot U^* + 0.528 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con: Trasmissione adimensionale Trasmissione del pilastro Trasmissione della parete	$U^* = \frac{U_{PIL}}{U_{PAR}}$ $U_{PIL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{PIL}}{\lambda_{PIL}} + \frac{L_{ISO, PIL}}{\lambda_{ISO}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$ $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L''}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità $1.1 \leq U^* \leq 3.4$ $0.30 \leq S_{PIL} \leq 0.50 \text{ (m)}$ $0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.09 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.09 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$

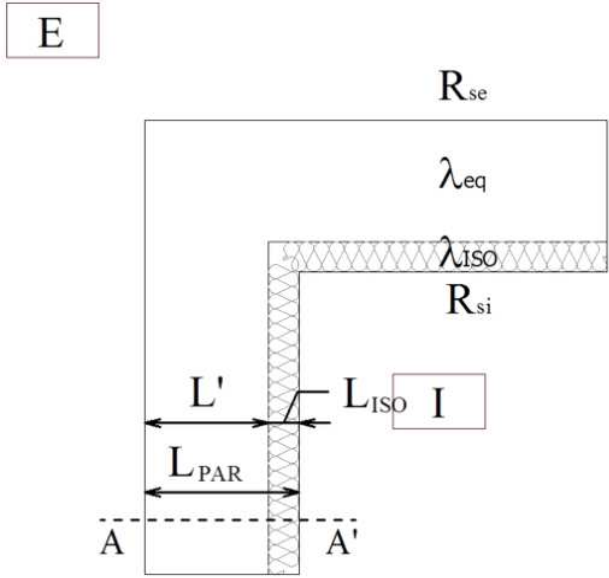
PIL.006	PARETE ESTERNA ISOLATA IN MEZZERIA CON PILASTRO ISOLATO ALL'INTERNO
Ponte termico formato dalla giunzione di due pareti uguali isolate in mezzeria, con presenza di pilastro isolato dall'interno nella giunzione.	
SEZIONE ORIZZONTALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne $\psi_E = -0.001 + 0.093 \cdot U^* + 0.510 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ Riferita alle dimensioni interne $\psi_I = -0.001 + 0.093 \cdot U^* + 0.510 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: Trasmissione adimensionale $U^* = \frac{U_{PIL}}{U_{PAR}}$ Trasmissione del pilastro $U_{PIL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{PIL}}{\lambda_{PIL}} + \frac{L_{ISO,PIL}}{\lambda_{ISO}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$ Trasmissione della parete $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L''}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità $1.1 \leq U^* \leq 3.4 \quad 0.30 \leq S_{PIL} \leq 0.50 \text{ (m)} \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.09 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.09 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

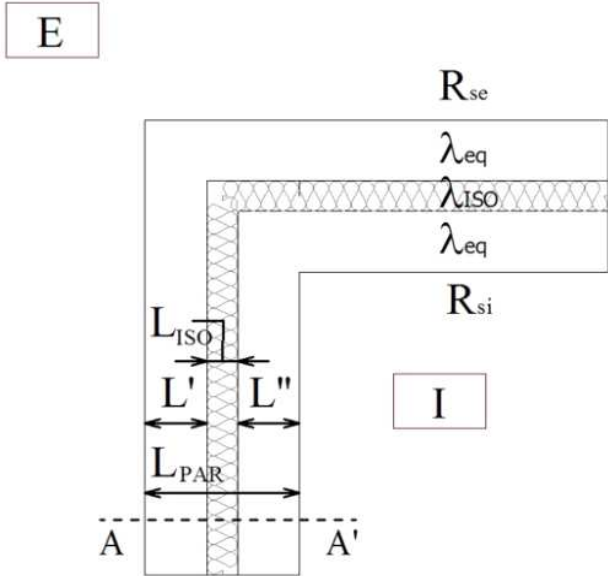
PIL.007	PARETE ESTERNA ISOLATA ALL'ESTERNO CON PILASTRO ISOLATO ALL'ESTERNO
Ponte termico formato dalla giunzione di due pareti uguali isolate all'esterno, con presenza di pilastro isolato dall'esterno nella giunzione.	
SEZIONE ORIZZONTALE	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = 0 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = 0 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con:	
Campo di validità	
Intervallo di confidenza	

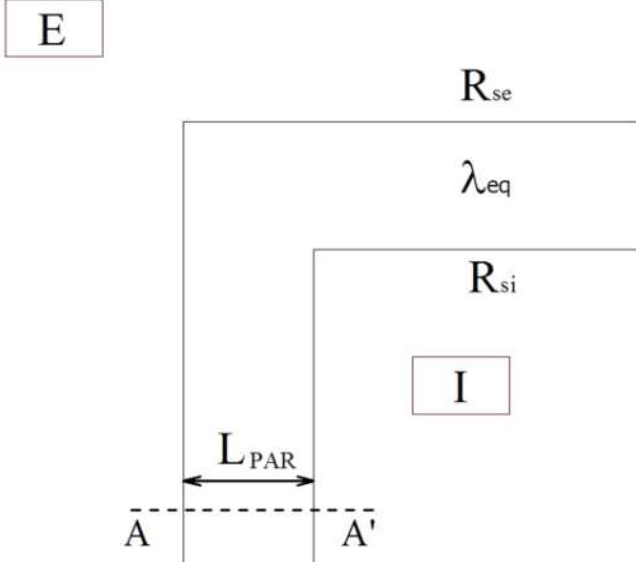
PIL.008	PARETE ESTERNA ISOLATA ALL'INTERNO CON PILASTRO ISOLATO ALL'INTERNO
Ponte termico formato dalla giunzione di due pareti uguali isolate all'interno, con presenza di pilastro isolato dall'interno nella giunzione.	
SEZIONE ORIZZONTALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne $\psi_E = 0 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ Riferita alle dimensioni interne $\psi_I = 0 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con:	
Campo di validità	
Intervallo di confidenza	

3.2 Angoli sporgenti senza pilastro

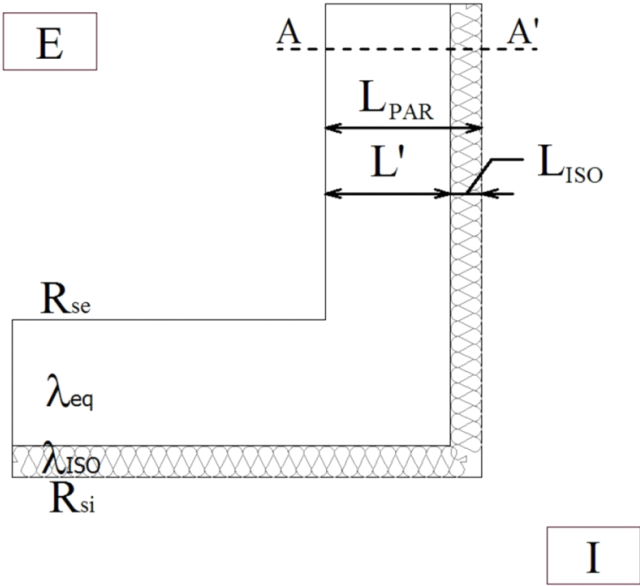
ASP.008	ANGOLO SPORGENTE ISOLATO DALL'ESTERNO SENZA PILASTRO
Ponte termico formato dalla giunzione ad angolo sporgente di due pareti uguali isolate dall'esterno, senza pilastro nella giunzione.	
SEZIONE ORIZZONTALE	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = -0.090 - 0.157 \cdot U_{PAR} + 0.032 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = 0.047 + 0.092 \cdot U_{PAR} + 0.127 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con: Trasmittanza della parete	$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità	$0.14 \leq U_{PAR} \leq 0.58 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.02 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.03 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$

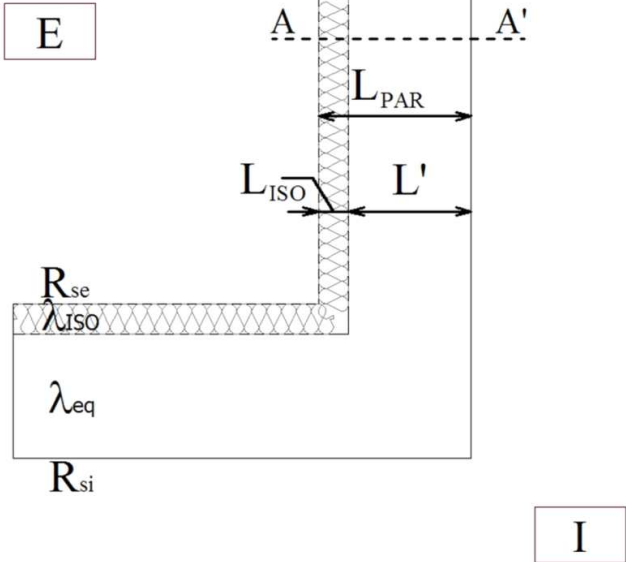
ASP.009	ANGOLO SPORGENTE ISOLATO ALL'INTERNO SENZA PILASTRO
Ponte termico formato dalla giunzione ad angolo sporgente di due pareti uguali isolate all'interno, senza pilastro nella giunzione.	
SEZIONE ORIZZONTALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = -0.421 + 0.057 \cdot U_{PAR} + \frac{0.037}{\lambda_{eq}} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = -0.154 + 0.239 \cdot U_{PAR} + \frac{0.016}{\lambda_{eq}} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con: Trasmittanza della parete	$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità	$0.17 \leq U_{PAR} \leq 0.58 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.04 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.01 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$

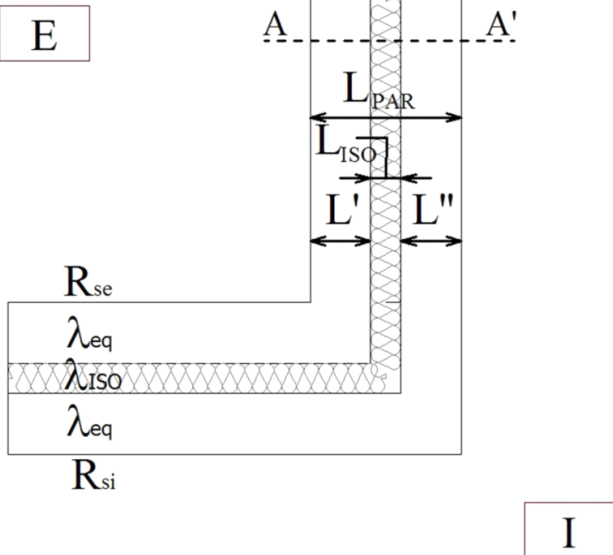
ASP.010	ANGOLO SPORGENTE ISOLATO IN MEZZERIA SENZA PILASTRO
Ponte termico formato dalla giunzione ad angolo sporgente di due pareti uguali isolate in mezzeria, senza pilastro nella giunzione.	
SEZIONE ORIZZONTALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = -0.157 - 0.131 \cdot U_{PAR} - \frac{0.01}{\lambda_{eq}} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = 0.110 + 0.051 \cdot U_{PAR} - \frac{0.012}{\lambda_{eq}} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con: Trasmittanza della parete	$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L''}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}}$
Campo di validità	$0.17 \leq U_{PAR} \leq 0.58 \frac{W}{m^2 \cdot K} \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \frac{W}{m \cdot K}$
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.02 \frac{W}{m \cdot K} \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.01 \frac{W}{m \cdot K}$

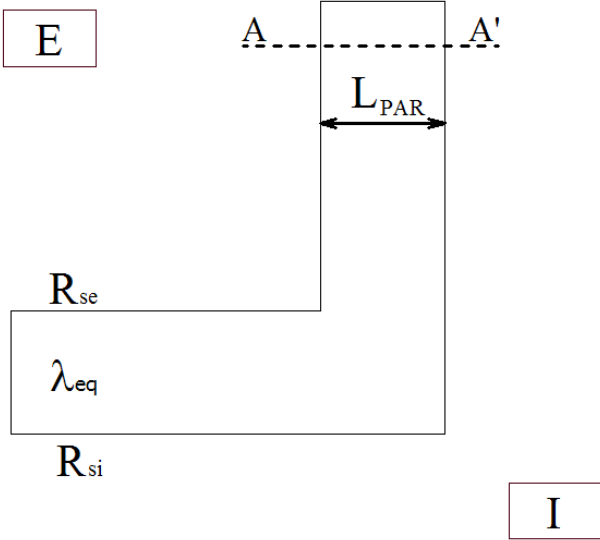
ASP.011	ANGOLO SPORGENTE NON ISOLATO SENZA PILASTRO
Ponte termico formato dalla giunzione ad angolo sporgente di due pareti uguali non isolate, senza pilastro nella giunzione.	
SEZIONE ORIZZONTALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = -0.179 + 0.353 \cdot U_{PAR} - 2.037 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = 0.064 - 0.073 \cdot U_{PAR} + 0.385 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con: Trasmittanza della parete	$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{PAR}}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità	$0.47 \leq U_{PAR} \leq 2.09 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.10 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.02 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$

3.3 Angoli rientranti senza pilastro

ARI.008	ANGOLO RIENTRANTE ISOLATO DALL'INTERNO SENZA PILASTRO
Ponte termico formato dalla giunzione ad angolo rientrante di due pareti uguali isolate dall'interno, senza pilastro nella giunzione.	
SEZIONE ORIZZONTALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne $\psi_E = -0.070 + 0.254 \cdot U_{PAR} - 0.085 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ Riferita alle dimensioni interne $\psi_I = -0.222 + 0.683 \cdot U_{PAR} - 0.202 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: Trasmittanza della parete	$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità	$0.17 \leq U_{PAR} \leq 0.58 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.02 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.05 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$

ARI.009	ANGOLO RIENTRANTE ISOLATO ALL'ESTERNO SENZA PILASTRO
Ponte termico formato dalla giunzione ad angolo rientrante di due pareti uguali isolate all'esterno, senza pilastro nella giunzione.	
SEZIONE ORIZZONTALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne $\psi_E = 0.043 + 0.129 \cdot U_{PAR} + 0.132 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ Riferita alle dimensioni interne $\psi_I = -0.094 - 0.121 \cdot U_{PAR} + 0.038 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: Trasmittanza della parete $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità $0.14 \leq U_{PAR} \leq 0.58 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.03 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.02 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

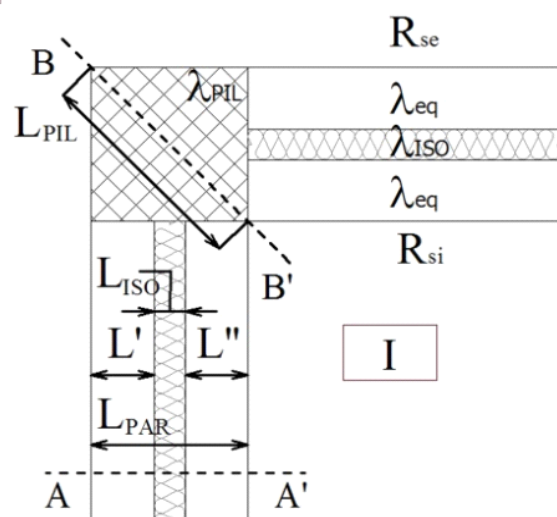
ARI.010	ANGOLO RIENTRANTE ISOLATO IN MEZZERIA SENZA PILASTRO
Ponte termico formato dalla giunzione ad angolo rientrante di due pareti uguali isolate in mezzeria, senza pilastro nella giunzione.	
SEZIONE ORIZZONTALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = 0.110 + 0.078 \cdot U_{PAR} - \frac{0.013}{\lambda_{eq}} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = -0.157 - 0.104 \cdot U_{PAR} - \frac{0.01}{\lambda_{eq}} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con: Trasmittanza della parete	$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L''}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità	$0.17 \leq U_{PAR} \leq 0.58 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.01 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.02 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$

ARI.011	ANGOLO RIENTRANTE NON ISOLATO SENZA PILASTRO
Ponte termico formato dalla giunzione ad angolo rientrante di due pareti uguali non isolate, senza pilastro nella giunzione.	
SEZIONE ORIZZONTALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne $\psi_E = 0.238 - 0.061 \cdot U_{PAR} + 0.260 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ Riferita alle dimensioni interne $\psi_I = -0.004 + 0.365 \cdot U_{PAR} - 2.163 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: Trasmittanza della parete $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{PAR}}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità $0.47 \leq U_{PAR} \leq 2.09 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.08 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.19 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

3.4 Angoli sporgenti con pilastro

ASP.001	ANGOLO SPORGENTE ISOLATO DALL'ESTERNO CON PILASTRO	
Ponte termico formato dalla giunzione ad angolo sporgente di due pareti uguali isolate dall'esterno, con presenza di pilastro non isolato nella giunzione.		
SEZIONE ORIZZONTALE		
E I		
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE		
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = -0.408 + 0.058 \cdot U^* + 0.944 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = -0.018 + 0.036 \cdot U^* + 0.996 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con:		
Trasmittanza adimensionale	$U^* = \frac{U_{PIL}}{U_{PAR}}$	
Trasmittanza del pilastro (Riferita alla diagonale)	$U_{PIL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{PIL}}{\lambda_{PIL}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Trasmittanza della parete	$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità	$4.4 \leq U^* \leq 10.9$	$0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.11 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	$IC_I^{95\%} = \pm 0.11 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$

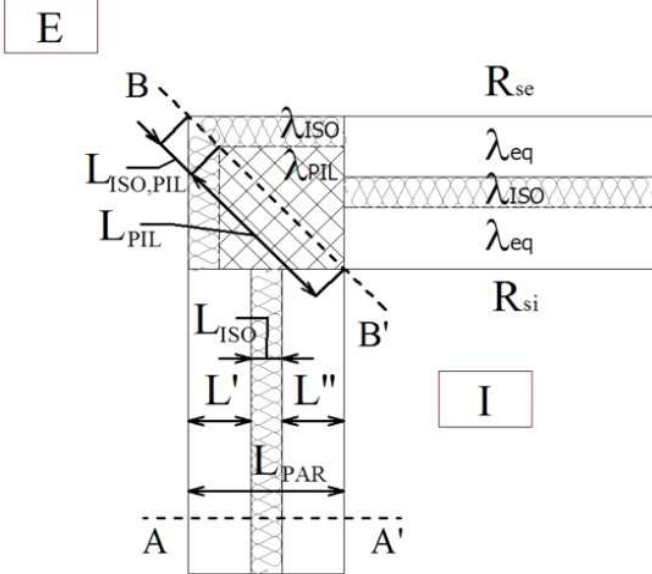
ASP.002	ANGOLO SPORGENTE ISOLATO ALL'INTERNO CON PILASTRO
Ponte termico formato dalla giunzione ad angolo sporgente di due pareti uguali isolate all'interno, con presenza di pilastro non isolato nella giunzione.	
SEZIONE ORIZZONTALE	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = -0.319 + 0.028 \cdot U^* - 0.068 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = 0.071 + 0.007 \cdot U^* - 0.017 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con: Trasmittanza adimensionale	$U^* = \frac{U_{PIL}}{U_{PAR}}$
Trasmittanza del pilastro (Riferita alla diagonale)	$U_{PIL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{PIL}}{\lambda_{PIL}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Trasmittanza della parete	$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità	$4.4 \leq U^* \leq 10.9 \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.03 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.01 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$

ASP.003	ANGOLO SPORGENTE ISOLATO IN MEZZERIA CON PILASTRO
Ponte termico formato dalla giunzione ad angolo sporgente di due pareti uguali isolate in mezzeria, con presenza di pilastro non isolato nella giunzione.	
SEZIONE ORIZZONTALE	
E  I	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne $\psi_E = -0.310 + 0.047 \cdot U^* + 0.612 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ Riferita alle dimensioni interne $\psi_I = 0.080 + 0.026 \cdot U^* + 0.664 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: Trasmittanza adimensionale $U^* = \frac{U_{PIL}}{U_{PAR}}$ Trasmittanza del pilastro (Riferita alla diagonale) $U_{PIL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{PIL}}{\lambda_{PIL}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$ Trasmittanza della parete $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L''}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità $4.4 \leq U^* \leq 10.9 \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.08 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.08 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

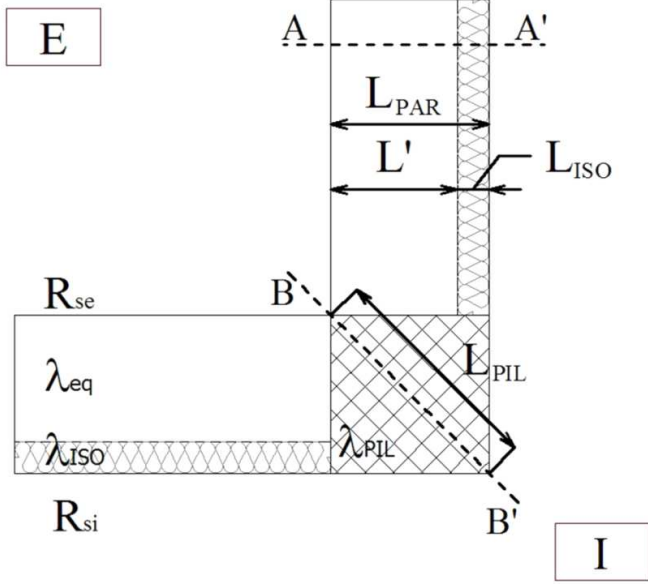
ASP.004	ANGOLO SPORGENTE NON ISOLATO CON PILASTRO
Ponte termico formato dalla giunzione ad angolo sporgente di due pareti uguali non isolate, con presenza di pilastro non isolato nella giunzione.	
SEZIONE ORIZZONTALE	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = 0.075 + 0.025 \cdot U^* - 1.056 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = 0.350 - 0.003 \cdot U^* + 0.103 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con: Trasmittanza adimensionale	$U^* = \frac{U_{PIL}}{U_{PAR}}$
Trasmittanza del pilastro (Riferita alla diagonale)	$U_{PIL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{PIL}}{\lambda_{PIL}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Trasmittanza della parete	$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{PAR}}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità	$1.5 \leq U^* \leq 4.5 \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.19 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.09 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$

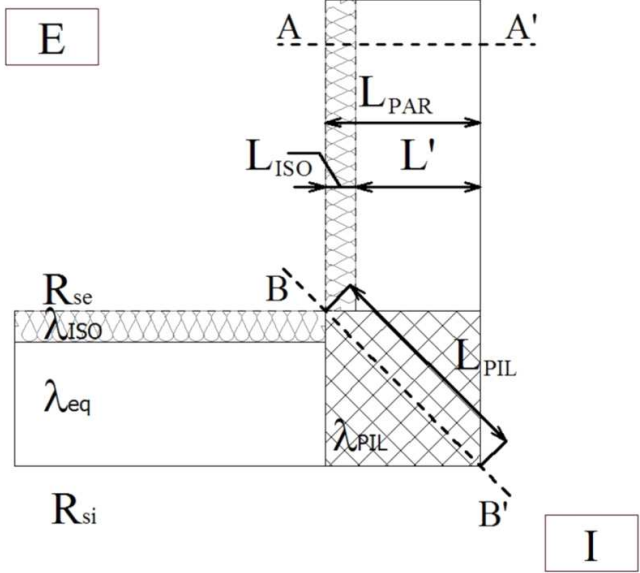
ASP.005	ANGOLO SPORGENTE ISOLATO DALL'ESTERNO CON PILASTRO ISOLATO
Ponte termico formato dalla giunzione ad angolo sporgente di due pareti uguali isolate dall'esterno, con presenza di pilastro isolato esternamente nella giunzione.	
SEZIONE ORIZZONTALE	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = -0.281 + 0.147 \cdot U^* + 0.143 \cdot L_{PAR} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = 0.385 - 0.116 \cdot U^* - 0.198 \cdot L_{PAR} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con: Trasmittanza adimensionale	$U^* = \frac{U_{PIL}}{U_{PAR}}$
Trasmittanza del pilastro (Riferita alla diagonale)	$U_{PIL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{PIL}}{\lambda_{PIL}} + \frac{L_{ISO,PIL}}{\lambda_{ISO}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Trasmittanza della parete	$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità	$0.76 \leq U^* \leq 1.18 \quad 0.30 \leq L_{PAR} \leq 0.65 \quad (m)$
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.01 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.03 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$

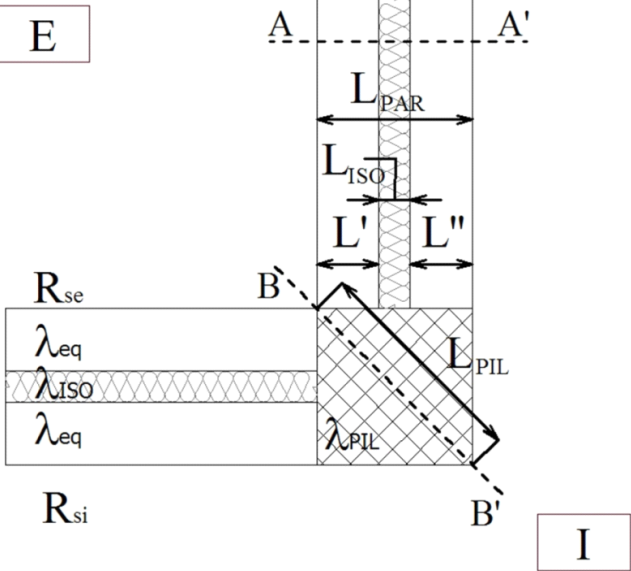
ASP.006	ANGOLO SPORGENTE ISOLATO ALL'INTERNO CON PILASTRO ISOLATO
Ponte termico formato dalla giunzione ad angolo sporgente di due pareti uguali isolate all'interno, con presenza di pilastro isolato esternamente nella giunzione.	
SEZIONE ORIZZONTALE	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\Psi_E = -0.169 + 0.041 \cdot U^* - 0.144 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\Psi_I = 0.072 + 0.012 \cdot U^* - 0.023 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con:	
Trasmittanza adimensionale	$U^* = \frac{U_{PIL}}{U_{PAR}}$
Trasmittanza del pilastro (Riferita alla diagonale)	$U_{PIL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{PIL}}{\lambda_{PIL}} + \frac{L_{ISO,PIL}}{\lambda_{ISO}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Trasmittanza della parete	$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità	$0.31 \leq U^* \leq 2.51 \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.10 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.06 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$

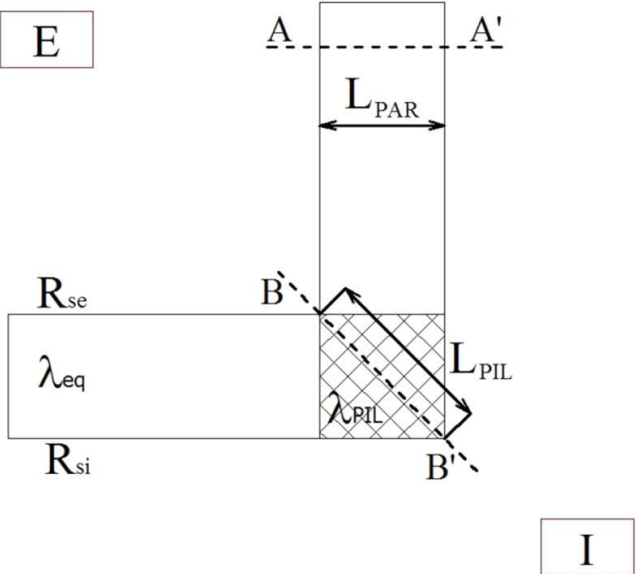
ASP.007	ANGOLO SPORGENTE ISOLATO IN MEZZERIA CON PILASTRO ISOLATO
Ponte termico formato dalla giunzione ad angolo sporgente di due pareti uguali isolate in mezzeria, con presenza di pilastro isolato esternamente nella giunzione.	
SEZIONE ORIZZONTALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = -0.120 + 0.266 \cdot \log U^* + 0.395 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = 0.088 + 0.231 \cdot \log U^* + 0.515 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con: Trasmittanza adimensionale $U^* = \frac{U_{PIL}}{U_{PAR}}$ Trasmittanza del pilastro (Riferita alla diagonale) $U_{PIL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{PIL}}{\lambda_{PIL}} + \frac{L_{ISO,PIL}}{\lambda_{ISO}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$ Trasmittanza della parete $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L''}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità	$0.31 \leq U^* \leq 1.51 \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.11 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.10 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$

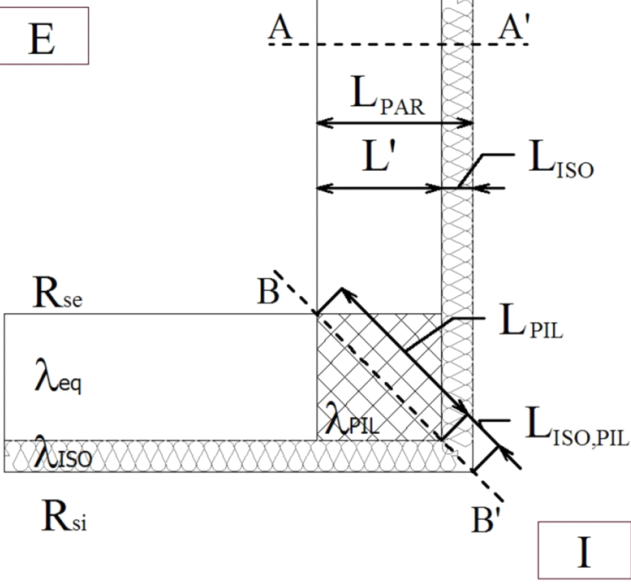
3.5 Angoli rientranti con pilastro

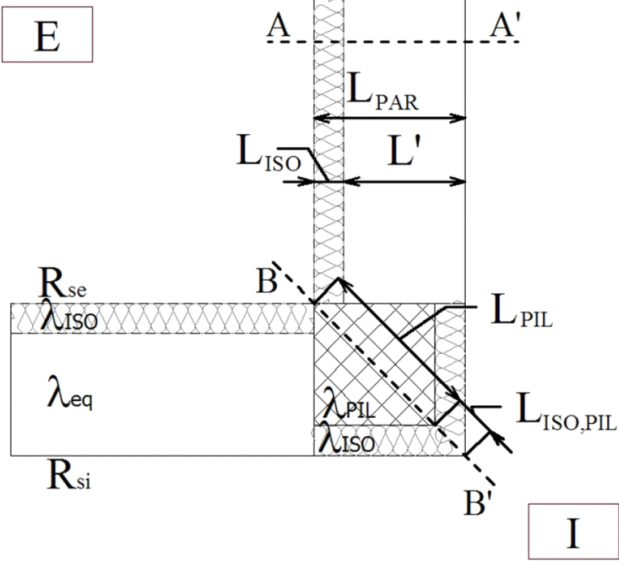
ARI.001	ANGOLO RIENTRANTE ISOLATO DALL'INTERNO CON PILASTRO
Ponte termico formato dalla giunzione ad angolo rientrante di due pareti uguali isolate dall'interno, con presenza di pilastro non isolato nella giunzione.	
SEZIONE ORIZZONTALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = 0.064 + 0.033 \cdot U^* + 0.975 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = -0.326 + 0.055 \cdot U^* + 0.924 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con: Trasmittanza adimensionale	$U^* = \frac{U_{PIL}}{U_{PAR}}$
Trasmittanza del pilastro (Riferita alla diagonale)	$U_{PIL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{PIL}}{\lambda_{PIL}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Trasmittanza della parete	$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità	$4.4 \leq U^* \leq 10.9 \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.11 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.11 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$

ARI.002	ANGOLO RIENTRANTE ISOLATO ALL'ESTERNO CON PILASTRO
Ponte termico formato dalla giunzione ad angolo rientrante di due pareti uguali isolate all'esterno, con presenza di pilastro non isolato nella giunzione.	
SEZIONE ORIZZONTALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = 0.095 + 0.006 \cdot U^* - 0.017 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = -0.296 + 0.027 \cdot U^* - 0.068 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con: Trasmissanza adimensionale	$U^* = \frac{U_{PIL}}{U_{PAR}}$
Trasmissanza del pilastro (Riferita alla diagonale)	$U_{PIL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{PIL}}{\lambda_{PIL}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Trasmissanza della parete	$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità	$4.4 \leq U^* \leq 10.9 \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.03 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.01 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$

ARI.003	ANGOLO RIENTRANTE ISOLATO IN MEZZERIA CON PILASTRO
Ponte termico formato dalla giunzione ad angolo rientrante di due pareti uguali isolate in mezzeria, con presenza di pilastro non isolato nella giunzione.	
SEZIONE ORIZZONTALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = 0.175 + 0.021 \cdot U^* + 0.703 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = -0.216 + 0.042 \cdot U^* + 0.652 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con: Trasmittanza adimensionale Trasmittanza del pilastro (Riferita alla diagonale) Trasmittanza della parete	$U^* = \frac{U_{PIL}}{U_{PAR}}$ $U_{PIL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{PIL}}{\lambda_{PIL}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$ $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L''}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità	$4.4 \leq U^* \leq 10.9 \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.08 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.08 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$

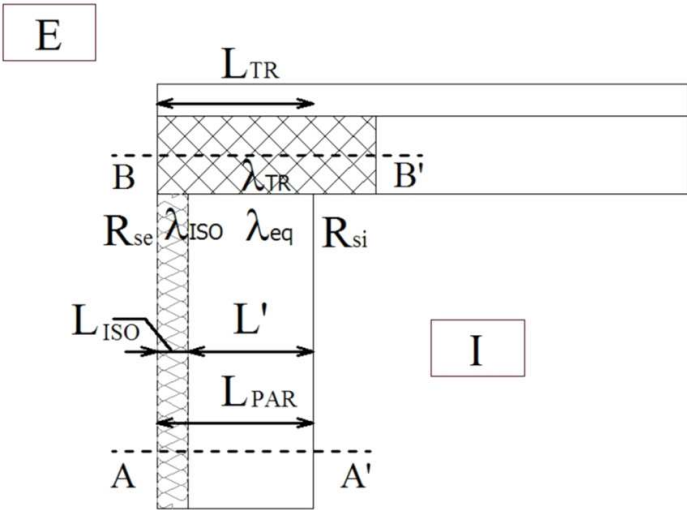
ARI.004	ANGOLO RIENTRANTE NON ISOLATO CON PILASTRO
Ponte termico formato dalla giunzione ad angolo rientrante di due pareti uguali non isolate, con presenza di pilastro non isolato nella giunzione.	
SEZIONE ORIZZONTALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne $\psi_E = 0.515 - 0.047 \cdot U^* + 0.223 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ Riferita alle dimensioni interne $\psi_I = 0.240 - 0.019 \cdot U^* - 0.936 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: Trasmittanza adimensionale $U^* = \frac{U_{PIL}}{U_{PAR}}$ Trasmittanza del pilastro (Riferita alla diagonale) $U_{PIL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{PIL}}{\lambda_{PIL}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$ Trasmittanza della parete $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{PAR}}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità $1.5 \leq U^* \leq 4.5 \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.07 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.11 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

ARI.005	ANGOLO RIENTRANTE ISOLATO DALL'INTERNO CON PILASTRO ISOLATO
Ponte termico formato dalla giunzione ad angolo rientrante di due pareti uguali isolate dall'interno, con presenza di pilastro isolato internamente nella giunzione.	
SEZIONE ORIZZONTALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne $\psi_E = -0.052 + 0.389 \cdot U^* - \frac{0.043}{\lambda_{eq}} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ Riferita alle dimensioni interne $\psi_I = -0.076 + 0.046 \cdot U^* - \frac{0.020}{\lambda_{eq}} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: Trasmittanza adimensionale $U^* = \frac{U_{PIL}}{U_{PAR}}$ Trasmittanza del pilastro (Riferita alla diagonale) $U_{PIL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO,PIL}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L_{PIL}}{\lambda_{PIL}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$ Trasmittanza della parete $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità $0.76 \leq U^* \leq 1.18 \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.04 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.03 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

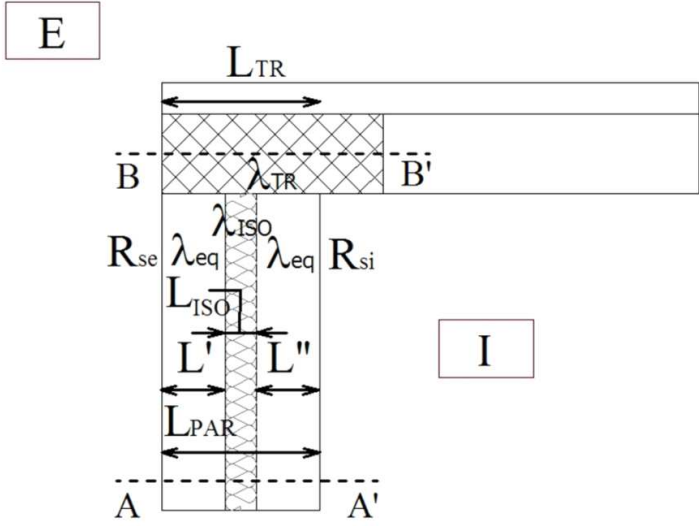
ARI.006	ANGOLO RIENTRANTE ISOLATO ALL'ESTERNO CON PILASTRO ISOLATO
Ponte termico formato dalla giunzione ad angolo rientrante di due pareti uguali isolate all'esterno, con presenza di pilastro isolato internamente nella giunzione.	
SEZIONE ORIZZONTALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne $\psi_E = 0.078 + 0.015 \cdot U^* - 0.019 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ Riferita alle dimensioni interne $\psi_I = -0.163 + 0.044 \cdot U^* - 0.140 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: Trasmittanza adimensionale $U^* = \frac{U_{PIL}}{U_{PAR}}$ Trasmittanza del pilastro (Riferita alla diagonale) $U_{PIL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO,PIL}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L_{PIL}}{\lambda_{PIL}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$ Trasmittanza della parete $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità $0.31 \leq U^* \leq 1.51 \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.06 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.10 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

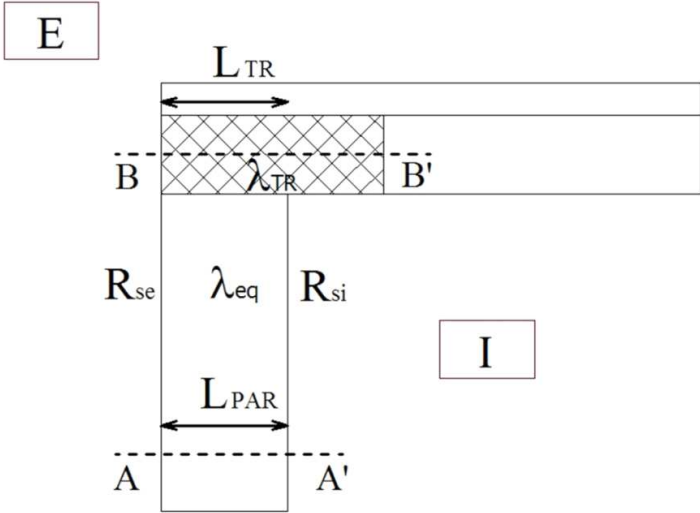
ARI.007	ANGOLO RIENTRANTE ISOLATO IN MEZZERIA CON PILASTRO ISOLATO
Ponte termico formato dalla giunzione ad angolo rientrante di due pareti uguali isolate in mezzeria, con presenza di pilastro isolato internamente nella giunzione.	
SEZIONE ORIZZONTALE	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = 0.105 + 0.251 \cdot \log U^* + 0.541 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = -0.103 + 0.286 \cdot \log U^* + 0.422 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con: Trasmittanza adimensionale $U^* = \frac{U_{PIL}}{U_{PAR}}$ Trasmittanza del pilastro (Riferita alla diagonale) $U_{PIL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO,PIL}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L_{PIL}}{\lambda_{PIL}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$ Trasmittanza della parete $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L''}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità	$0.31 \leq U^* \leq 1.51 \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.10 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.11 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$

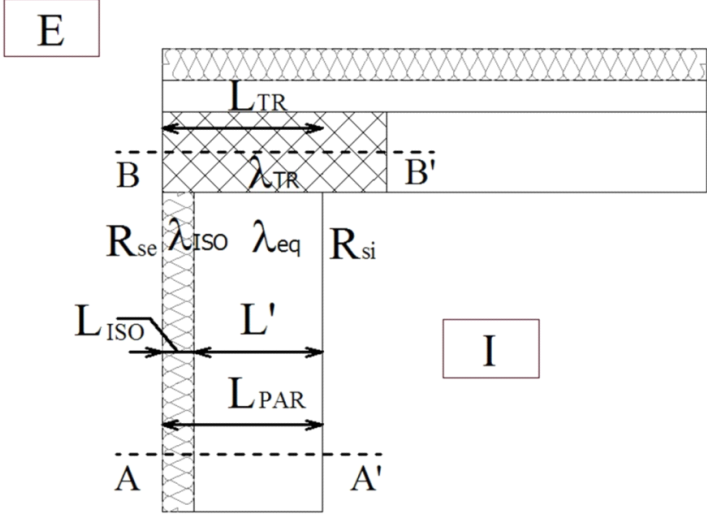
3.6 Parete - tetto piano

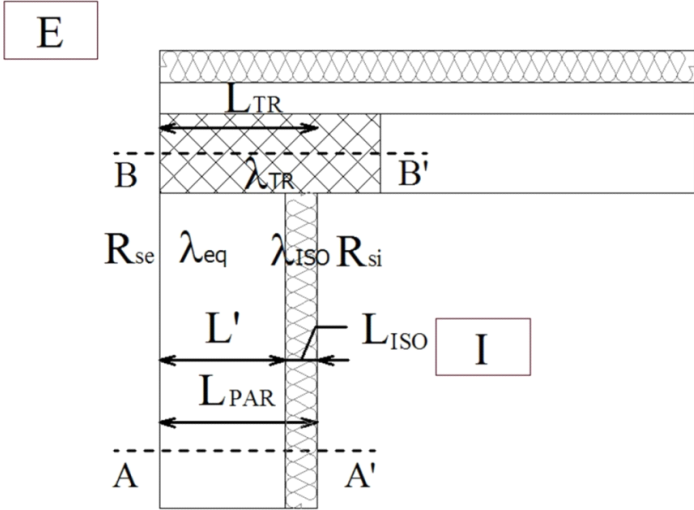
COP.001	PARETE ISOLATA ALL'ESTERNO CON COPERTURA NON ISOLATA E TRAVE NON ISOLATA
Ponte termico formato dalla giunzione di una parete isolata dall'esterno con una copertura piana non isolata, con trave non isolata.	
SEZIONE VERTICALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = 1.110 - 0.158 \cdot U^* + \frac{0.077}{\lambda_{eq}} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = 1.258 - 0.057 \cdot U^* + 0.147 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con: Trasmittanza adimensionale Trasmittanza della trave (per lo spessore pari alla parete) Trasmittanza della parete	$U^* = \frac{U_{TR}}{U_{PAR}}$ $U_{TR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{TR}}{\lambda_{TR}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$ $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità	$5.3 \leq U^* \leq 12.1 \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.11 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.06 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$

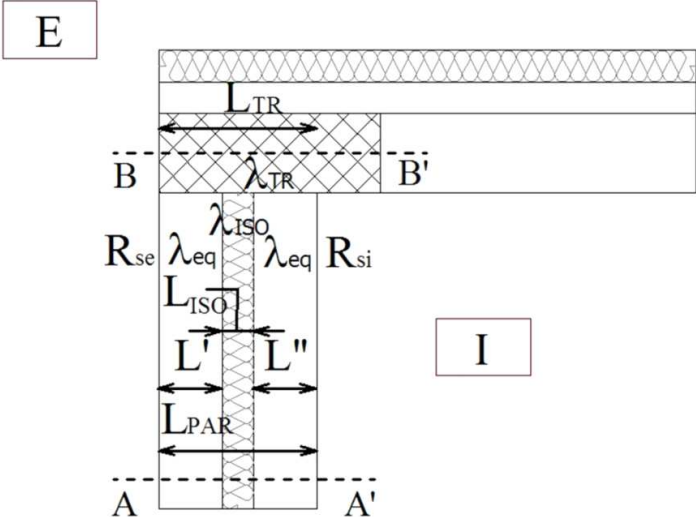
COP.002	PARETE ISOLATA ALL'INTERNO CON COPERTURA NON ISOLATA E TRAVE NON ISOLATA
Ponte termico formato dalla giunzione di una parete isolata dall'interno con una copertura piana non isolata, con trave non isolata.	
SEZIONE VERTICALE	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne $\psi_E = 0.847 - 0.186 \cdot U^* + \frac{0.173}{\lambda_{eq}} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ Riferita alle dimensioni interne $\psi_I = 1.136 - 0.086 \cdot U^* + \frac{0.075}{\lambda_{eq}} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: Trasmittanza adimensionale $U^* = \frac{U_{TR}}{U_{PAR}}$ Trasmittanza della trave (per lo spessore pari alla parete) $U_{TR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{TR}}{\lambda_{TR}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$ Trasmittanza della parete $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità $5.3 \leq U^* \leq 12.1 \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.11 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.06 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

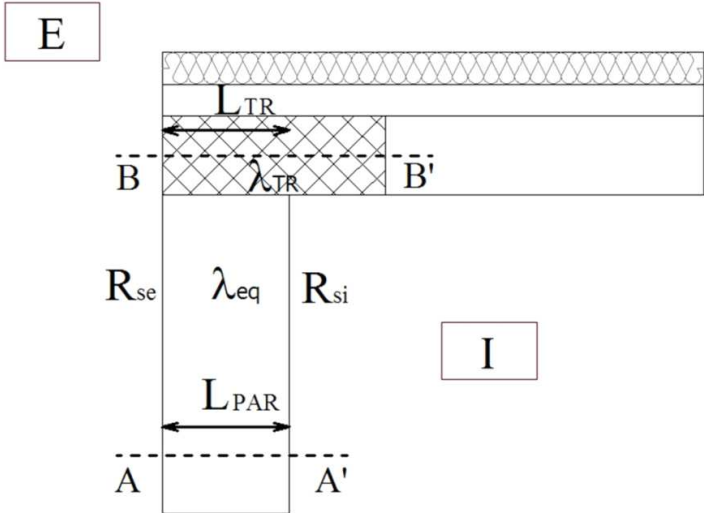
COP.003	PARETE ISOLATA IN MEZZERIA CON COPERTURA NON ISOLATA E TRAVE NON ISOLATA
Ponte termico formato dalla giunzione di una parete isolata in mezzeria con una copertura piana non isolata, con trave non isolata.	
SEZIONE VERTICALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = 1.029 - 0.168 \cdot U^* + \frac{0.111}{\lambda_{eq}} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = 1.317 - 0.068 \cdot U^* + \frac{0.014}{\lambda_{eq}} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con: Trasmissanza adimensionale	$U^* = \frac{U_{TR}}{U_{PAR}}$
Trasmissanza della trave (per lo spessore pari alla parete)	$U_{TR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{TR}}{\lambda_{TR}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Trasmissanza della parete	$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L''}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità	$5.3 \leq U^* \leq 12.1 \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.10 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.05 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$

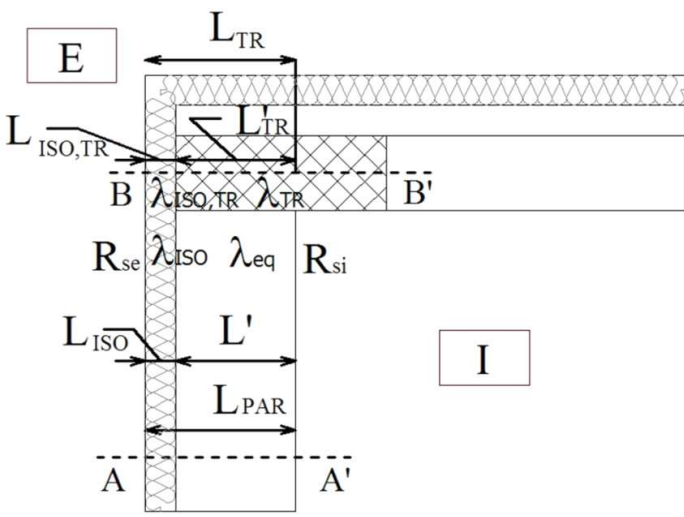
COP.004	PARETE NON ISOLATA CON COPERTURA NON ISOLATA E TRAVE NON ISOLATA
Ponte termico formato dalla giunzione di una parete non isolata con una copertura piana non isolata, con trave non isolata.	
SEZIONE VERTICALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne $\psi_E = 0.789 - 1.859 \cdot L_{PAR} - 0.523 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ Riferita alle dimensioni interne $\psi_I = 1.034 - 0.224 \cdot L_{PAR} + 0.027 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con:	
Campo di validità $0.25 \leq L_{PAR} \leq 0.45 \text{ (m)} \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.07 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.05 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

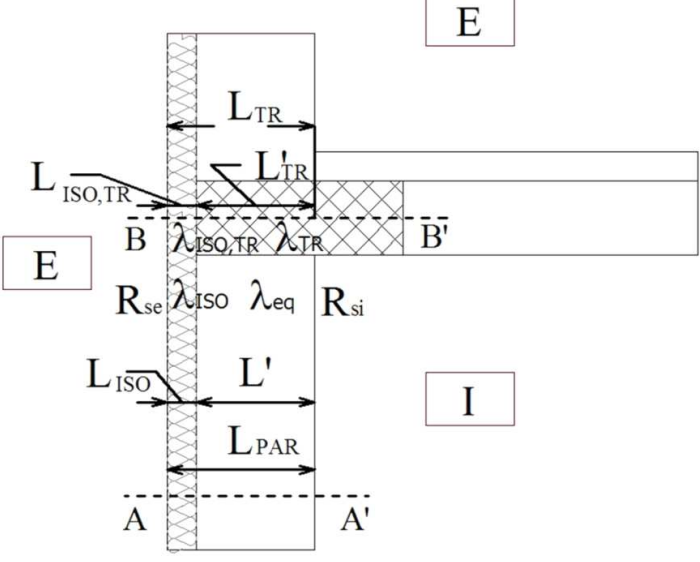
COP.005	PARETE ISOLATA ALL'ESTERNO CON COPERTURA ISOLATA E TRAVE NON ISOLATA
Ponte termico formato dalla giunzione di una parete isolata dall'esterno con una copertura piana isolata superiormente, con trave non isolata.	
SEZIONE VERTICALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne $\psi_E = 0.429 - 0.050 \cdot U^* + \frac{0.018}{\lambda_{eq}} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ Riferita alle dimensioni interne $\psi_I = -0.041 \cdot U^* + 0.785 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: Trasmittanza adimensionale $U^* = \frac{U_{TR}}{U_{PAR}}$ Trasmittanza della trave (per lo spessore pari alla parete) $U_{TR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{TR}}{\lambda_{TR}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$ Trasmittanza della parete $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità $5.3 \leq U^* \leq 12.1 \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.05 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.05 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

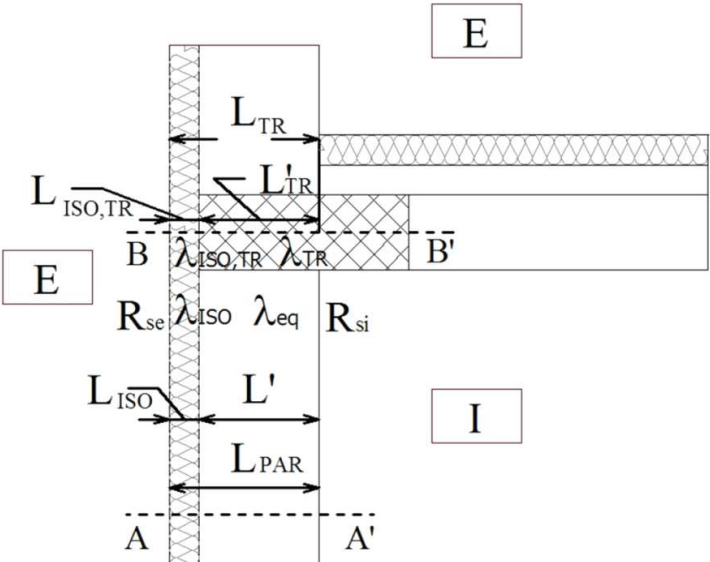
COP.006	PARETE ISOLATA ALL'INTERNO CON COPERTURA ISOLATA E TRAVE NON ISOLATA
Ponte termico formato dalla giunzione di una parete isolata dall'interno con una copertura piana isolata superiormente, con trave non isolata.	
SEZIONE VERTICALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne $\psi_E = 0.292 - 0.057 \cdot U^* + \frac{0.053}{\lambda_{eq}} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ Riferita alle dimensioni interne $\psi_I = 0.645 - 0.046 \cdot U^* + \frac{0.030}{\lambda_{eq}} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: Trasmittanza adimensionale $U^* = \frac{U_{TR}}{U_{PAR}}$ Trasmittanza della trave (per lo spessore pari alla parete) $U_{TR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{TR}}{\lambda_{TR}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$ Trasmittanza della parete $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità $5.3 \leq U^* \leq 12.1 \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.04 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.04 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

COP.007	PARETE ISOLATA IN MEZZERIA CON COPERTURA ISOLATA E TRAVE NON ISOLATA
Ponte termico formato dalla giunzione di una parete isolata in mezzeria con una copertura piana isolata superiormente, con trave non isolata.	
SEZIONE VERTICALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne $\psi_E = 0.387 - 0.054 \cdot U^* + \frac{0.035}{\lambda_{eq}} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ Riferita alle dimensioni interne $\psi_I = 0.741 - 0.044 \cdot U^* + \frac{0.013}{\lambda_{eq}} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: Trasmittanza adimensionale $U^* = \frac{U_{TR}}{U_{PAR}}$ Trasmittanza della trave (per lo spessore pari alla parete) $U_{TR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{TR}}{\lambda_{TR}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$ Trasmittanza della parete $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L''}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità $5.3 \leq U^* \leq 12.1 \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.04 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.05 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

COP.008	PARETE NON ISOLATA CON COPERTURA ISOLATA E TRAVE NON ISOLATA
Ponte termico formato dalla giunzione di una parete non isolata con una copertura piana isolata superiormente, con trave non isolata.	
SEZIONE VERTICALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne $\psi_E = 0.219 - 0.249 \cdot L_{PAR} - 0.750 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ Riferita alle dimensioni interne $\psi_I = 0.664 - 0.561 \cdot L_{PAR} - 0.016 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con:	
Campo di validità $0.25 \leq L_{PAR} \leq 0.45 \text{ (m)} \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.08 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.03 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

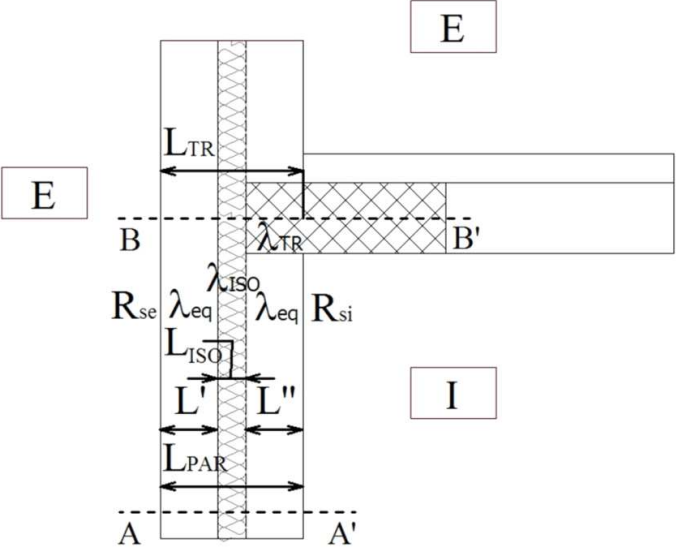
COP.009	PARETE ISOLATA ALL'ESTERNO CON COPERTURA ISOLATA E TRAVE ISOLATA
Ponte termico formato dalla giunzione di una parete isolata dall'esterno con una copertura piana isolata superiormente, con trave isolata.	
SEZIONE VERTICALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne $\psi_E = -1.102 + 0.510 \cdot U^* - \frac{0.030}{\lambda_{eq}} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ Riferita alle dimensioni interne $\psi_I = 0.009 + 0.631 \cdot U^* - \frac{0.030}{\lambda_{eq}} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: Trasmittanza adimensionale $U^* = \frac{U_{TR}}{U_{PAR}}$ Trasmittanza della trave (per lo spessore pari alla parete) $U_{TR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO,TR}}{\lambda_{ISO,TR}} + \frac{L'_{TR}}{\lambda_{TR}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$ Trasmittanza della parete $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità $1.14 \leq U^* \leq 1.21 \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.08 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.08 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

COP.010	PARETE ISOLATA ALL'ESTERNO CON COPERTURA NON ISOLATA, TRAVE ISOLATA E PARAPETTO ISOLATO
Ponte termico formato dalla giunzione di una parete isolata dall'esterno con una copertura piana non isolata. Trave e parapetto sono isolati esternamente in modo continuo con la parete.	
SEZIONE VERTICALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne $\psi_E = 0.473 - 1.820 \cdot L_{PAR} + 0.351 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ Riferita alle dimensioni interne $\psi_I = 0.685 - 0.441 \cdot L_{PAR} + 0.407 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con:	
Campo di validità $0.3 \leq L_{PAR} \leq 0.6 \quad (m) \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.06 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.05 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

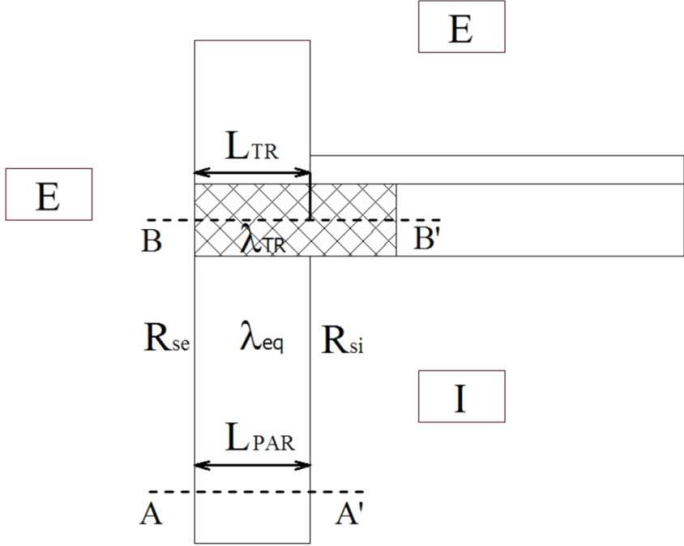
COP.011	PARETE ISOLATA ALL'ESTERNO CON COPERTURA ISOLATA, TRAVE ISOLATA E PARAPETTO ISOLATO
Ponte termico formato dalla giunzione di una parete isolata dall'esterno con una copertura piana isolata superiormente. Trave e parapetto sono isolati esternamente in modo continuo con la parete.	
SEZIONE VERTICALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne $\psi_E = -0.728 - 0.438 \cdot L_{PAR} + 0.328 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ Riferita alle dimensioni interne $\psi_I = -0.198 + 0.215 \cdot L_{PAR} + 0.468 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con:	
Campo di validità $0.3 \leq L_{PAR} \leq 0.6 \quad (m) \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.09 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.05 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

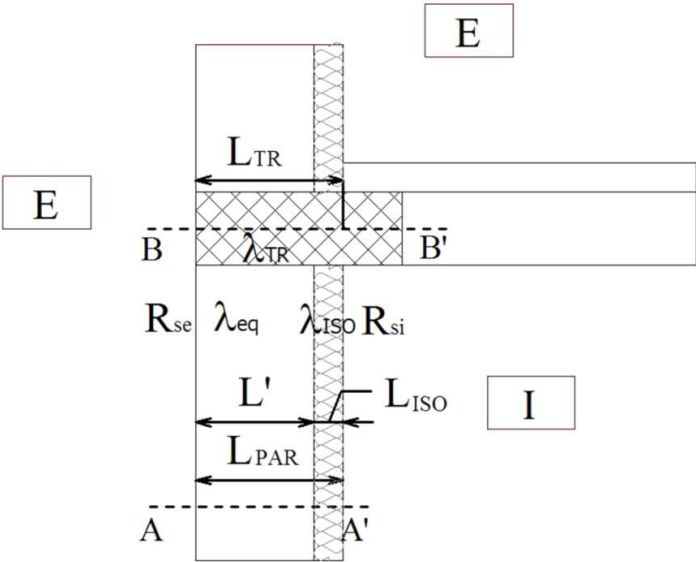
COP.012	PARETE ISOLATA IN MEZZERIA CON COPERTURA NON ISOLATA, TRAVE NON ISOLATA E PARAPETTO ISOLATO
Ponte termico formato dalla giunzione di una parete isolata in mezzeria con una copertura piana non isolata. La trave non è isolata, mentre il parapetto è isolato in mezzeria in modo analogo alla parete.	
SEZIONE VERTICALE	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = 0.858 - 2.491 \cdot L_{PAR} + 0.269 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = 1.070 - 1.112 \cdot L_{PAR} + 0.325 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con: Trasmittanza adimensionale	$U^* = \frac{U_{TR}}{U_{PAR}}$
Trasmittanza della trave (per lo spessore pari alla parete)	$U_{TR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{TR}}{\lambda_{TR}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Trasmittanza della parete	$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L''}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità	$0.3 \leq L_{PAR} \leq 0.6(m) \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.05 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.03 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$

86

COP.014	PARETE ISOLATA IN MEZZERIA CON COPERTURA NON ISOLATA, TRAVE ISOLATA E PARAPETTO ISOLATO
Ponte termico formato dalla giunzione di una parete isolata in mezzeria con una copertura piana non isolata. La trave e il parapetto sono isolati in mezzeria in modo continuo con la parete.	
SEZIONE VERTICALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne $\psi_E = -4.975 + 3.898 \cdot U^* + 0.466 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ Riferita alle dimensioni interne $\psi_I = 0.300 - 0.206 \cdot U^* + 0.466 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: Trasmissanza adimensionale $U^* = \frac{U_{TR}}{U_{PAR}}$ Trasmissanza della trave (per lo spessore pari alla parete) $U_{TR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L''}{\lambda_{TR}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$ Trasmissanza della parete $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L''}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità $5.3 \leq U^* \leq 12.1 \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.05 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.05 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

COP.015	PARETE ISOLATA IN MEZZERIA CON COPERTURA ISOLATA, TRAVE ISOLATA E PARAPETTO ISOLATO
Ponte termico formato dalla giunzione di una parete isolata in mezzeria con una copertura piana isolata superiormente. La trave è il parapetto sono isolati in mezzeria in modo continuo con la parete.	
SEZIONE VERTICALE	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = -0.493 - 0.163 \cdot U^* + 0.554 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = 0.253 - 0.463 \cdot U^* + 0.554 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con: Trasmittanza adimensionale	$U^* = \frac{U_{TR}}{U_{PAR}}$
Trasmittanza della trave (per lo spessore pari alla parete)	$U_{TR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L''}{\lambda_{TR}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Trasmittanza della parete	$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L''}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità	$5.3 \leq U^* \leq 12.1 \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.05 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.05 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$

COP.016	PARETE NON ISOLATA CON COPERTURA NON ISOLATA, TRAVE NON ISOLATA E PARAPETTO NON ISOLATO
Ponte termico formato dalla giunzione di una parete non isolata con una copertura piana non isolata. La trave e il parapetto non sono isolati.	
SEZIONE VERTICALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne $\psi_E = 0.774 - 2.034 \cdot L_{PAR} - 0.449 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ Riferita alle dimensioni interne $\psi_I = 1.136 - 1.177 \cdot L_{PAR} + 0.101 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con:	
Campo di validità $0.25 \leq L_{PAR} \leq 0.45 \text{ (m)} \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.07 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.03 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

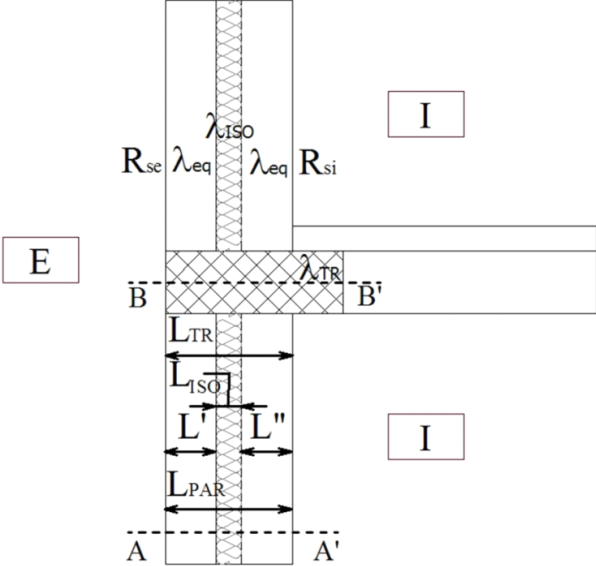
COP.017	PARETE ISOLATA ALL'INTERNO CON COPERTURA NON ISOLATA, TRAVE NON ISOLATA E PARAPETTO ISOLATO
Ponte termico formato dalla giunzione di una parete isolata all'interno con una copertura piana non isolata. La trave non è isolata, mentre il parapetto è isolato in mezzeria in modo analogo alla parete.	
SEZIONE VERTICALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = 0.918 + 0.002 \cdot U^* - 2.734 \cdot L_{PAR} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = 1.180 - 0.008 \cdot U^* - 1.220 \cdot L_{PAR} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con: Trasmittanza adimensionale	$U^* = \frac{U_{TR}}{U_{PAR}}$
Trasmittanza della trave (per lo spessore pari alla parete)	$U_{TR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{TR}}{\lambda_{TR}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Trasmittanza della parete	$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità	$5.3 \leq U^* \leq 12.1 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.30 \leq L_{PAR} \leq 0.60 \text{ (m)}$
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.02 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.01 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$

COP.018	PARETE ISOLATA ALL'INTERNO CON COPERTURA ISOLATA, TRAVE NON ISOLATA E PARAPETTO ISOLATO
Ponte termico formato dalla giunzione di una parete isolata all'interno con una copertura piana isolata superiormente. La trave non è isolata, mentre il parapetto è isolato in mezz'aria in modo analogo alla parete.	
SEZIONE VERTICALE	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne $\psi_E = 0.366 - 0.012 \cdot U^* - 0.635 \cdot L_{PAR} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ Riferita alle dimensioni interne $\psi_I = 0.716 - 0.025 \cdot U^* - 0.321 \cdot L_{PAR} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: Trasmittanza adimensionale $U^* = \frac{U_{TR}}{U_{PAR}}$ Trasmittanza della trave (per lo spessore pari alla parete) $U_{TR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{TR}}{\lambda_{TR}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$ Trasmittanza della parete $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità $5.3 \leq U^* \leq 12.1 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.30 \leq L_{PAR} \leq 0.60 \text{ (m)}$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.03 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.03 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

3.7 Parete – solaio

SOL.001	PARETE ISOLATA ALL'ESTERNO CON SOLAIO E TRAVE NON ISOLATA
Ponte termico formato dalla giunzione di una parete esterna isolata all'esterno con un solaio, la cui trave non è isolata.	
SEZIONE VERTICALE	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = 1.761 - 0.038 \cdot U^* - 1.295 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = 2.068 - 0.056 \cdot U^* - 1.329 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con: Trasmittanza adimensionale	$U^* = \frac{U_{TR}}{U_{PAR}}$
Trasmittanza della trave (per lo spessore pari alla parete)	$U_{TR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{TR}}{\lambda_{TR}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Trasmittanza della parete	$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità	$5.75 \leq U^* \leq 14.49 \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.21 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.19 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$

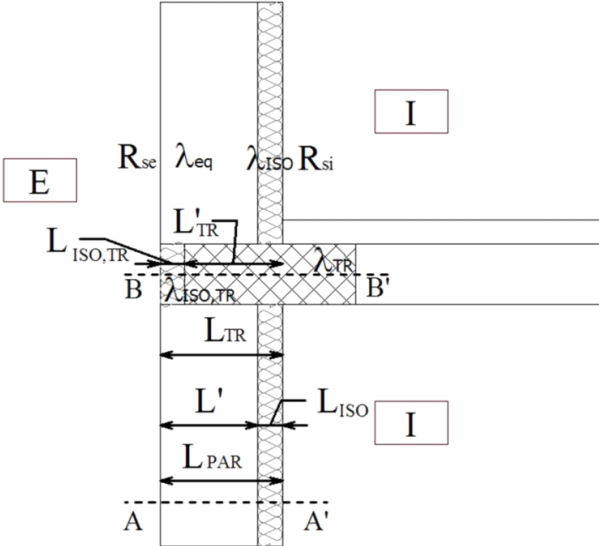
SOL.002	PARETE ISOLATA ALL'INTERNO CON SOLAIO E TRAVE NON ISOLATA
Ponte termico formato dalla giunzione di una parete esterna isolata all'interno con un solaio, la cui trave non è isolata.	
SEZIONE VERTICALE	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = 0.934 - 0.037 \cdot U^* + \frac{0.018}{\lambda_{eq}} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = 1.215 - 0.056 \cdot U^* + \frac{0.025}{\lambda_{eq}} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con: Trasmittanza adimensionale	$U^* = \frac{U_{TR}}{U_{PAR}}$
Trasmittanza della trave (per lo spessore pari alla parete)	$U_{TR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{TR}}{\lambda_{TR}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Trasmittanza della parete	$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità	$5.75 \leq U^* \leq 14.49 \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.05 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.08 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$

SOL.003	PARETE ISOLATA IN MEZZERIA CON SOLAIO E TRAVE NON ISOLATA
Ponte termico formato dalla giunzione di una parete esterna isolata in mezzeria con un solaio, la cui trave non è isolata.	
SEZIONE VERTICALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = 1.612 - 0.039 \cdot U^* - 1.16 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = 1.919 - 0.057 \cdot U^* - 1.194 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con: Trasmittanza adimensionale Trasmittanza della trave (per lo spessore pari alla parete) Trasmittanza della parete	$U^* = \frac{U_{TR}}{U_{PAR}}$ $U_{TR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{TR}}{\lambda_{TR}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$ $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L''}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità	$5.75 \leq U^* \leq 14.49 \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.21 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.20 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$

SOL.004	PARETE NON ISOLATA CON SOLAIO E TRAVE NON ISOLATA
Ponte termico formato dalla giunzione di una parete esterna non isolata con un solaio, la cui trave non è isolata.	
SEZIONE VERTICALE	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = 0.900 - 0.490 \cdot L_{PAR} - 0.526 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = 1.322 - 1.457 \cdot L_{PAR} + 0.116 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con:	
Campo di validità	$0.25 \leq L_{PAR} \leq 0.45 \text{ (m)} \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.06 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.02 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$

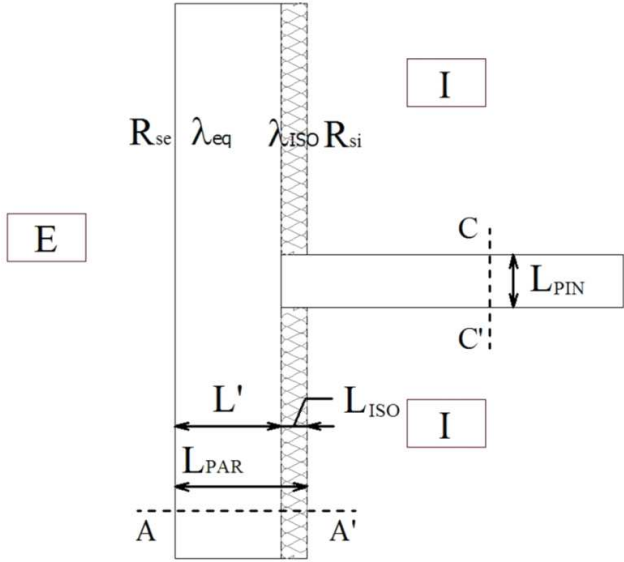
SOL.005	PARETE ISOLATA ALL'ESTERNO CON SOLAIO E TRAVE ISOLATA
Ponte termico formato dalla giunzione di una parete esterna isolata all'esterno con un solaio, la cui trave è isolata all'esterno.	
SEZIONE VERTICALE	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = -0.041 + 0.089 \cdot U_{PAR} + \frac{0.171}{\lambda_{eq}} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = -0.041 + (L_{SOL} + 0.089) U_{PAR} + \frac{0.171}{\lambda_{eq}} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con:	
Trasmittanza adimensionale	$U^* = \frac{U_{TR}}{U_{PAR}}$
Trasmittanza della trave (per lo spessore pari alla parete)	$U_{TR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO,TR}}{\lambda_{ISO,TR}} + \frac{L'_{TR}}{\lambda_{TR}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Trasmittanza della parete	$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità	$0.17 \leq U_{PAR} \leq 0.58 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.02 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.02 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$

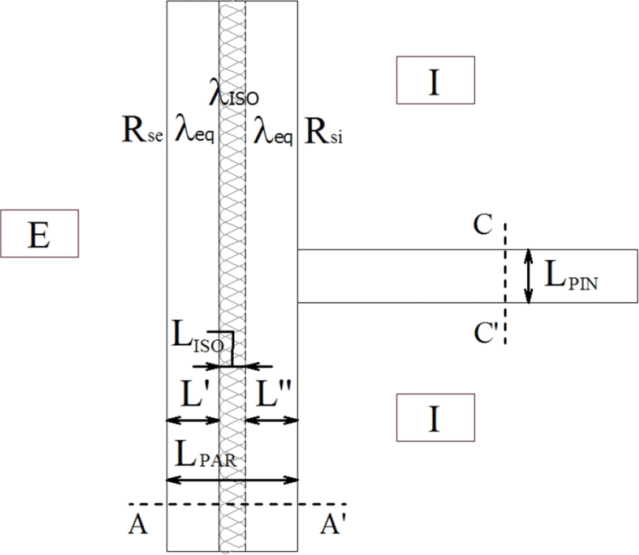
97

SOL.007	PARETE ISOLATA ALL'INTERNO CON SOLAIO E TRAVE ISOLATA
Ponte termico formato dalla giunzione di una parete esterna isolata in mezzera con un solaio, la cui trave è isolata all'esterno.	
SEZIONE VERTICALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne $\psi_E = 0.326 + 0.288 \cdot U^* - \frac{0.119}{\lambda_{eq}} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ Riferita alle dimensioni interne $\psi_I = -0.076 + 0.875 \cdot U^* - \frac{0.211}{\lambda_{eq}} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: Trasmittanza adimensionale $U^* = \frac{U_{TR}}{U_{PAR}}$ Trasmittanza della trave (per lo spessore pari alla parete) $U_{TR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO,TR}}{\lambda_{ISO,TR}} + \frac{L'_{TR}}{\lambda_{TR}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$ Trasmittanza della parete $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità $1.08 \leq U^* \leq 1.62 \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.05 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.11 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

3.8 Parete interna – parete esterna

PIN.001	PARETE ESTERNA ISOLATA ALL'ESTERNO CON PARETE INTERNA
Ponte termico formato dalla giunzione di una parete interna e una parete esterna isolata all'esterno.	
SEZIONE ORIZZONTALE	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = 0 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = L_{PIN} \cdot U_{PAR} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con: Trasmittanza della parete	$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità	$0.17 \leq U_{PAR} \leq 0.58 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.00 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.00 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$

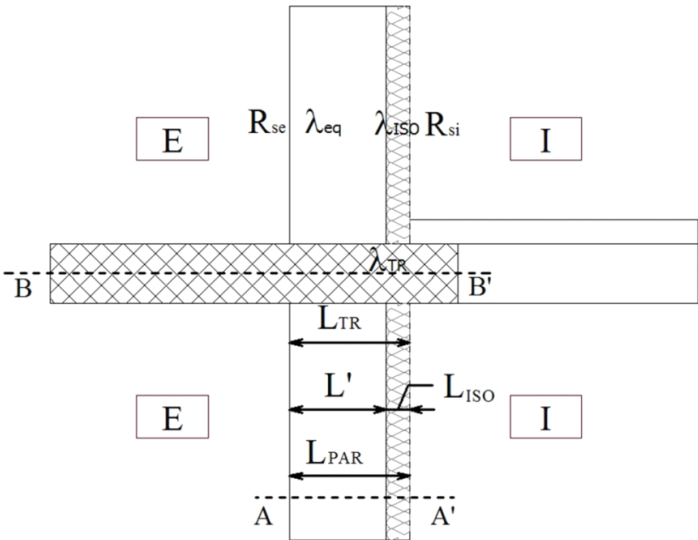
PIN.002	PARETE ESTERNA ISOLATA ALL'INTERNO CON PARETE INTERNA
Ponte termico formato dalla giunzione di una parete interna e una parete esterna isolata all'interno.	
SEZIONE ORIZZONTALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne $\psi_E = 0.105 \cdot U_{PAR} + 0.157 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ Riferita alle dimensioni interne $\psi_I = (L_{PIN} + 0.105) \cdot U_{PAR} + 0.157 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: Trasmittanza della parete $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità $0.17 \leq U_{PAR} \leq 0.58 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.02 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.02 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

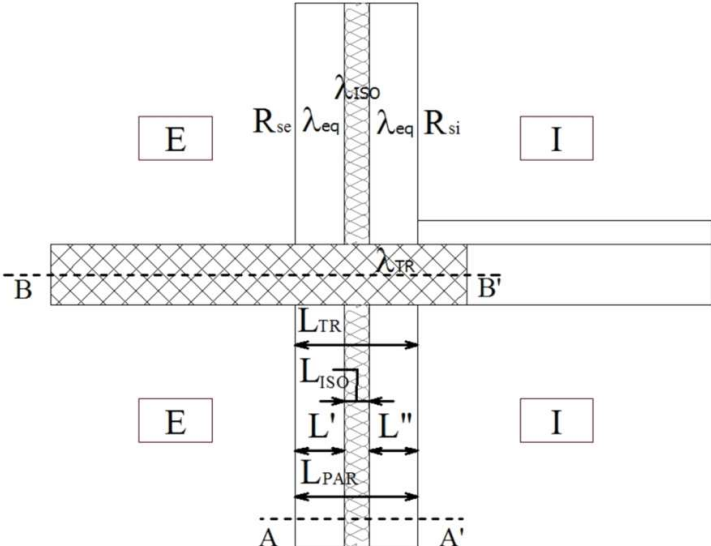
PIN.003	PARETE ESTERNA ISOLATA IN MEZZERIA CON PARETE INTERNA
Ponte termico formato dalla giunzione di una parete interna e una parete esterna isolata in mezzeria.	
SEZIONE ORIZZONTALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne $\psi_E = 0 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ Riferita alle dimensioni interne $\psi_I = (L_{PIN} + 0.030) \cdot U_{PAR} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: Trasmittanza della parete $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L''}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità $0.17 \leq U_{PAR} \leq 0.58 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.01 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.01 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

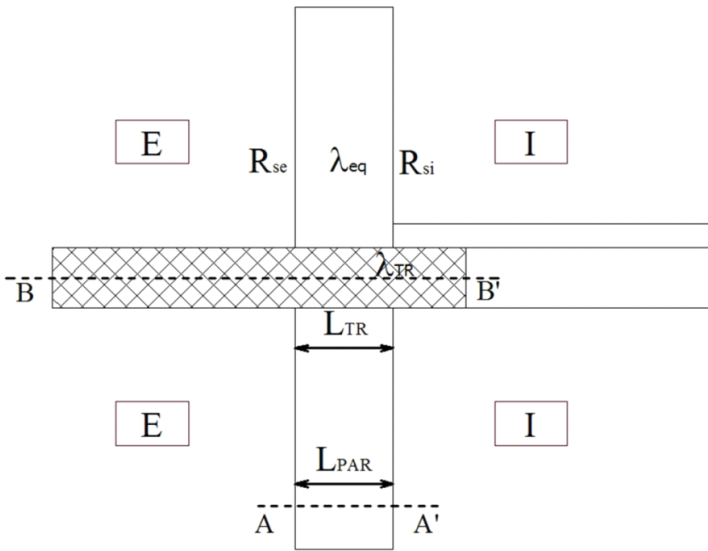
PIN.004	PARETE ESTERNA NON ISOLATA CON PARETE INTERNA
Ponte termico formato dalla giunzione di una parete interna e una parete esterna non isolata.	
SEZIONE ORIZZONTALE	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = 0 \quad \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = L_{PIN} \cdot U_{PAR} \quad \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con: Trasmittanza della parete	$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{PAR}}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \quad \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità	$0.47 \leq U_{PAR} \leq 2.09 \quad \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.00 \quad \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.00 \quad \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$

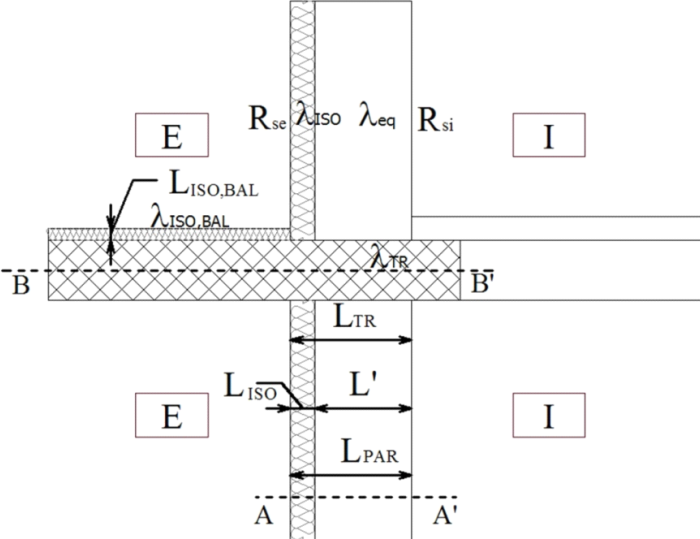
3.9 Parete – balcone

BAL.001	PARETE ESTERNA ISOLATA ALL'ESTERNO CON BALCONE NON ISOLATO
Ponte termico formato dalla giunzione di due pareti uguali isolate dall'esterno, in presenza di balcone non isolato.	
SEZIONE VERTICALE	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = 0.985 - 0.040 \cdot U^* \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = 1.280 - 0.061 \cdot U^* \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con: Trasmittanza adimensionale	$U^* = \frac{U_{TR}}{U_{PAR}}$
Trasmittanza del balcone (per lo spessore pari alla parete)	$U_{TR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{TR}}{\lambda_{TR}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Trasmittanza della parete	$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità	$5.28 \leq U^* \leq 12.14 \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.05 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.07 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$

BAL.002	PARETE ESTERNA ISOLATA ALL'INTERNO CON BALCONE NON ISOLATO	
Ponte termico formato dalla giunzione di due pareti uguali isolate dall'interno, in presenza di balcone non isolato.		
SEZIONE VERTICALE		
		
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE		
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = 0.938 - 0.045 \cdot U^* + \frac{0.016}{\lambda_{eq}} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = 1.238 - 0.069 \cdot U^* + \frac{0.027}{\lambda_{eq}} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con:		
Trasmittanza adimensionale	$U^* = \frac{U_{TR}}{U_{PAR}}$	
Trasmittanza del balcone (per lo spessore pari alla parete)	$U_{TR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{TR}}{\lambda_{TR}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Trasmittanza della parete	$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità	$5.28 \leq U^* \leq 12.14 \qquad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.04 \frac{W}{m \cdot K} \qquad IC_I^{95\%} = \pm 0.06 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

BAL.003	PARETE ESTERNA ISOLATA IN MEZZERIA CON BALCONE NON ISOLATO
Ponte termico formato dalla giunzione di due pareti uguali isolate in mezzeria, in presenza di balcone non isolato.	
SEZIONE VERTICALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = 1.016 - 0.043 \cdot U^* \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = 1.31 - 0.065 \cdot U^* \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con: Trasmittanza adimensionale Trasmittanza del balcone (per lo spessore pari alla parete) Trasmittanza della parete	$U^* = \frac{U_{TR}}{U_{PAR}}$ $U_{TR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{TR}}{\lambda_{TR}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$ $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L''}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità	$5.28 \leq U^* \leq 12.14 \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.05 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.08 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$

BAL.004	PARETE ESTERNA NON ISOLATA CON BALCONE NON ISOLATO
Ponte termico formato dalla giunzione di due pareti uguali non isolate, in presenza di balcone non isolato.	
SEZIONE VERTICALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne $\psi_E = 0.803 - 0.346 \cdot L_{PAR} - 0.519 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ Riferita alle dimensioni interne $\psi_I = 1.225 - 1.312 \cdot L_{PAR} + 0.113 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con:	
Campo di validità $0.25 \leq L_{PAR} \leq 0.45 \text{ (m)} \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.06 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.02 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

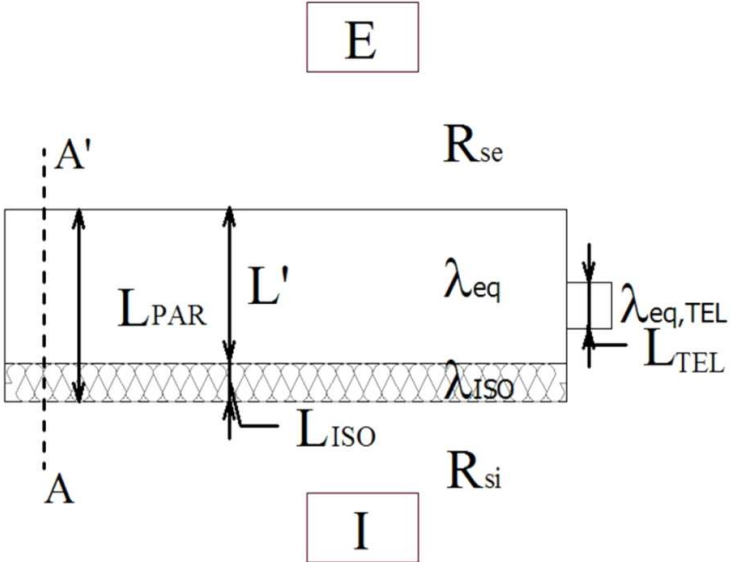
BAL.005	PARETE ESTERNA ISOLATA ALL'ESTERNO CON BALCONE ISOLATO SUL PIANO DI CALPESTIO
Ponte termico formato dalla giunzione di due pareti uguali isolate dall'esterno, in presenza di balcone isolato nella parte superiore.	
SEZIONE VERTICALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne $\psi_E = 0.683 - 0.069 \cdot U^* - 0.074 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ Riferita alle dimensioni interne $\psi_I = 0.941 - 0.133 \cdot U^* + 0.063 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: Trasmittanza adimensionale $U^* = \frac{U_{TR}}{U_{PAR}}$ Trasmittanza del balcone (per lo spessore pari alla parete) $U_{TR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{TR}}{\lambda_{TR}} + \frac{L_{ISO,BAL}}{\lambda_{ISO,BAL}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$ Trasmittanza della parete $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità $1.1 \leq U^* \leq 3.4 \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.03 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.05 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

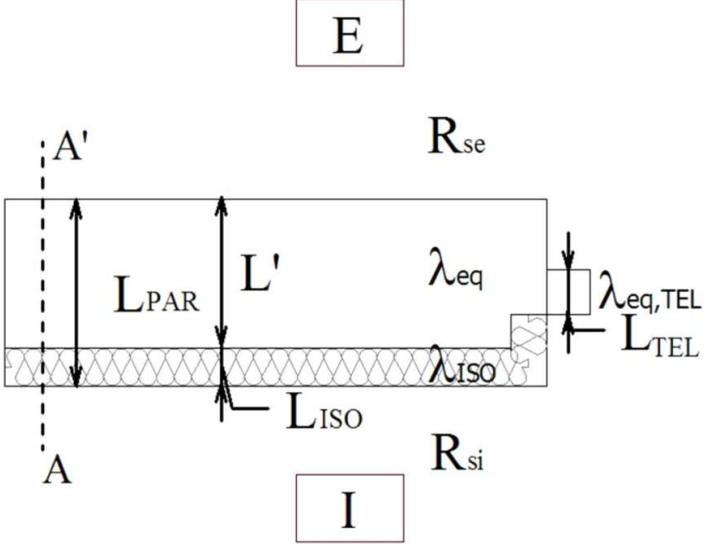
BAL.006	PARETE ESTERNA ISOLATA ALL'ESTERNO CON BALCONE ISOLATO COMPLETAMENTE
Ponte termico formato dalla giunzione di due pareti uguali isolate dall'esterno, in presenza di balcone isolato sia nella parte superiore, sia nella parte inferiore, sia all'estremità.	
SEZIONE VERTICALE	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = 0.305 + 0.007 \cdot U^* \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = 0.554 - 0.056 \cdot U^* \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con: Trasmissanza adimensionale	$U^* = \frac{U_{TR}}{U_{PAR}}$
Trasmissanza del balcone (per lo spessore pari alla parete)	$U_{TR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{TR}}{\lambda_{TR}} + \frac{L_{ISO,BAL}}{\lambda_{ISO,BAL}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Trasmissanza della parete	$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità	$1.1 \leq U^* \leq 3.4 \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.04 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.02 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$

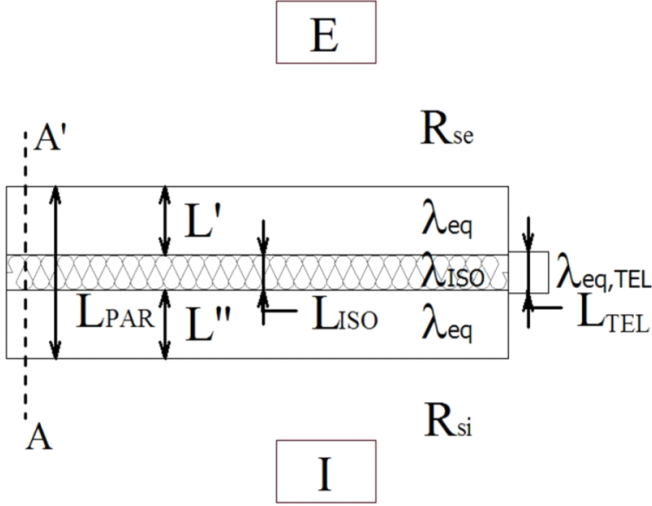
BAL.007	PARETE ESTERNA ISOLATA ALL'ESTERNO CON BALCONE ISOLATO SOPRA E SOTTO IL PIANO DI CALPESTIO
Ponte termico formato dalla giunzione di due pareti uguali isolate dall'esterno, in presenza di balcone isolato sia nella parte superiore, sia nella parte inferiore ma non all'estremità.	
SEZIONE VERTICALE	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = 0.317 + 0.005 \cdot U^* \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = 0.566 - 0.058 \cdot U^* \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con: Trasmittanza adimensionale	$U^* = \frac{U_{TR}}{U_{PAR}}$
Trasmittanza del balcone (per lo spessore pari alla parete)	$U_{TR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{TR}}{\lambda_{TR}} + \frac{L_{ISO, BAL}}{\lambda_{ISO, BAL}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Trasmittanza della parete	$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L''}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità	$1.1 \leq U^* \leq 3.4 \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.04 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.02 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$

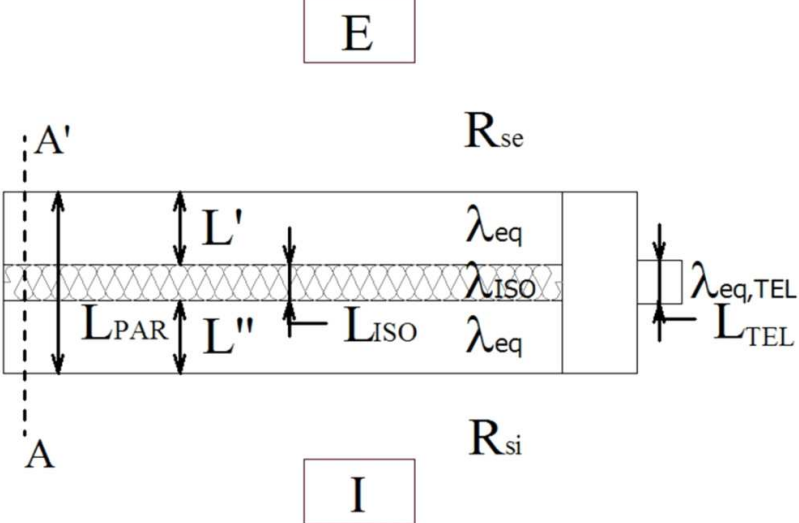
3.10 Parete – serramento

SER.001	SERRAMENTO IN MEZZERIA SU PARETE ISOLATA ALL'ESTERNO
Ponte termico formato dal contatto tra serramento e parete isolata dall'esterno, serramento in mezzeria non a contatto con l'isolante	
SEZIONE ORIZZONTALE	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
$\psi_E = \psi_I = \frac{U_{TEL} - 1.90}{3.60} (\psi_2 - \psi_1) + \psi_1 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: $\psi_1 = 0.083 - 0.308 \cdot U_{PAR} + 0.533 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ $\psi_2 = 0.101 - 0.281 \cdot U_{PAR} + 0.624 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Trasmittanza della parete	$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Trasmittanza del telaio	$U_{TEL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{TEL}}{\lambda_{eq,TEL}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità $1.9 \leq U_{TEL} \leq 5.5 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.17 \leq U_{PAR} \leq 0.58 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.03 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.03 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

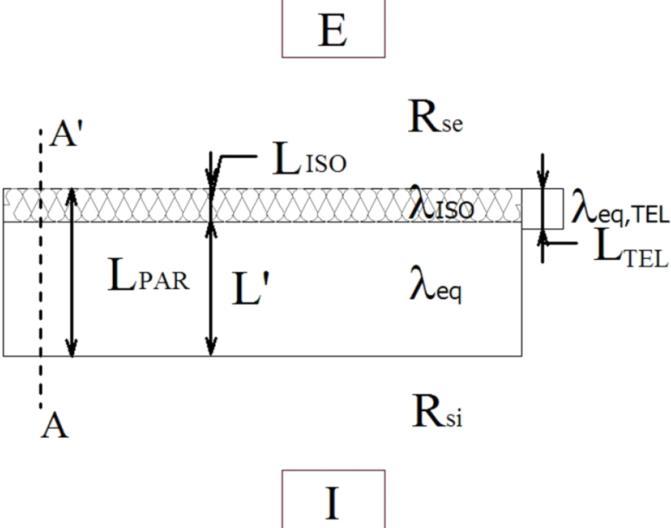
SER.002	SERRAMENTO IN MEZZERIA SU PARETE ISOLATA ALL'INTERNO
Ponte termico formato dal contatto tra serramento e parete isolata dall'interno, serramento in mezzeria non a contatto con l'isolante	
SEZIONE ORIZZONTALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
$\psi_E = \psi_I = 0.080 - 0.273 \cdot U_{PAR} + 0.409 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: Trasmittanza della parete $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità $0.17 \leq U_{PAR} \leq 0.58 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.04 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.04 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

SER.003	SERRAMENTO IN MEZZERIA SU PARETE ISOLATA ALL'INTERNO, CON RISVOLTO DELL'ISOLANTE
Ponte termico formato dal contatto tra serramento e parete isolata dall'interno serramento in mezzeria a contatto con risvolto dell'isolante	
SEZIONE ORIZZONTALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
$\psi_E = \psi_I = 0.043 - 0.063 \cdot U_{PAR} + 0.146 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: Trasmittanza della parete $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità $0.17 \leq U_{PAR} \leq 0.58 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.02 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.02 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

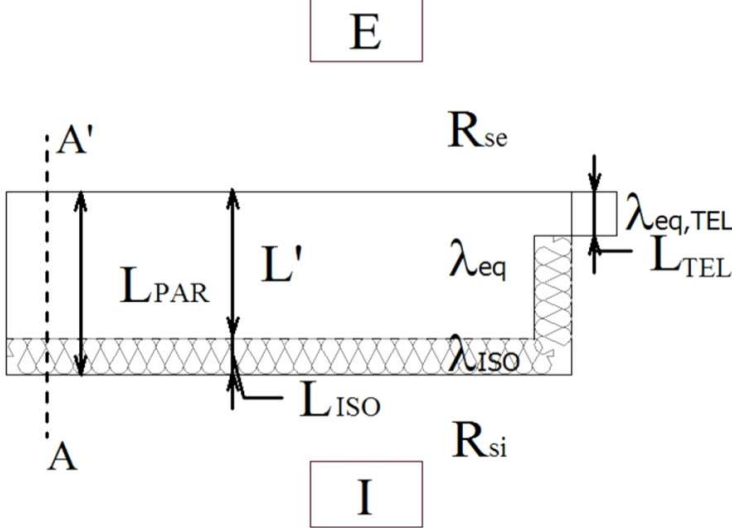
SER.004	SERRAMENTO IN MEZZERIA SU PARETE ISOLATA IN MEZZERIA
Ponte termico formato dal contatto tra serramento e parete isolata in mezzeria, serramento in mezzeria a contatto con l'isolante	
SEZIONE ORIZZONTALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
$\psi_E = \psi_I = \frac{U_{TEL} - 1.90}{3.60} (\psi_2 - \psi_1) + \psi_1 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: $\psi_1 = 0 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ $\psi_2 = \begin{cases} 0 & \text{se } L_{ISO} > L_{TEL} \\ 0.156 \cdot \lambda_{eq} + 0.040 & \text{se } L_{ISO} < L_{TEL} \end{cases} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ Trasmittanza del telaio $U_{TEL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{TEL}}{\lambda_{eq,TEL}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità $1.9 \leq U_{TEL} \leq 5.5 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.17 \leq U_{PAR} \leq 0.58 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.01 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.01 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

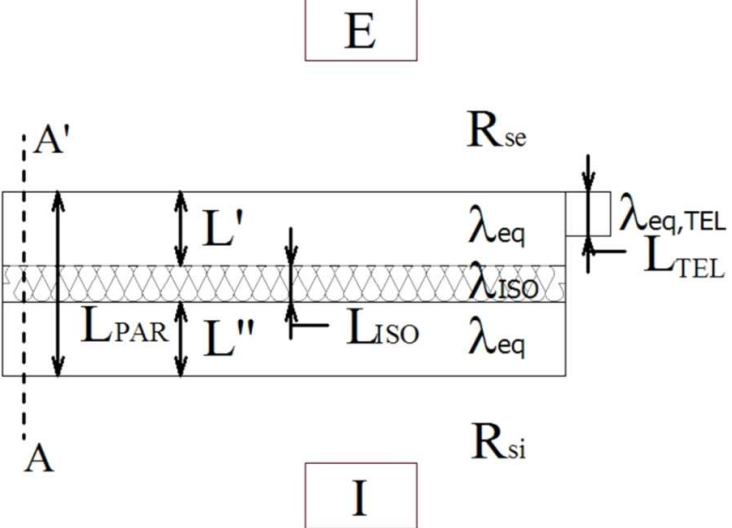
SER.005	SERRAMENTO IN MEZZERIA SU MAZZETTA NON ISOLATA, PARETE ISOLATA IN MEZZERIA
Ponte termico formato dal contatto tra serramento e parete isolata in mezzeria, serramento in mezzeria ancorato a mazzetta non isolata	
SEZIONE ORIZZONTALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
$\psi_E = \psi_I = \frac{U_{TEL} - 1.90}{3.60} (\psi_2 - \psi_1) + \psi_1 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: $\psi_1 = 0.801 + 0.191 \cdot U_{PAR} + 0.076 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ $\psi_2 = 0.879 + 0.191 \cdot U_{PAR} + 0.076 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ Trasmittanza della parete $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$ Trasmittanza del telaio $U_{TEL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{TEL}}{\lambda_{eq,TEL}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità $1.9 \leq U_{TEL} \leq 5.5 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.17 \leq U_{PAR} \leq 0.58 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.01 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.01 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

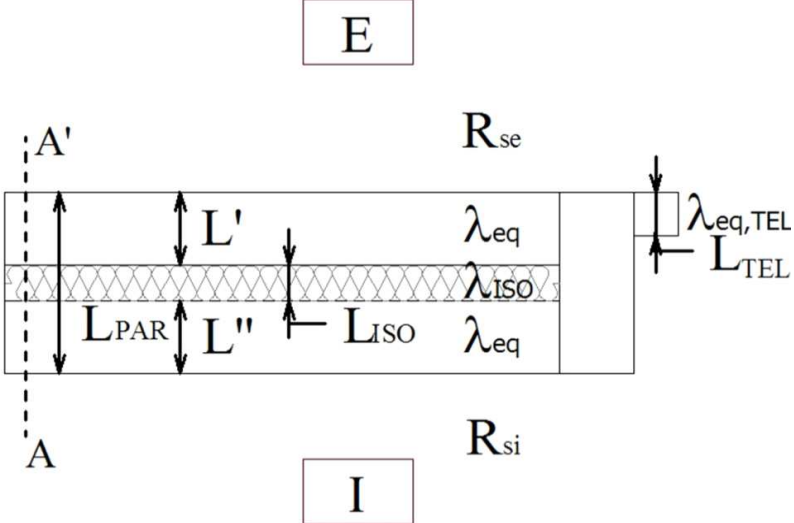
SER.006	SERRAMENTO IN MEZZERIA SU PARETE ISOLATA NON ISOLATA
Ponte termico formato dal contatto tra serramento e parete non isolata, serramento in mezzeria	
SEZIONE ORIZZONTALE	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
$\psi_E = \psi_I = \frac{U_{TEL} - 1.90}{3.60} (\psi_2 - \psi_1) + \psi_1 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: $\psi_E = 0.049 - 0.101 \cdot U_{PAR} - 0.359 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ $\psi_I = 0.085 - 0.099 \cdot U_{PAR} + 0.399 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Trasmittanza della parete	$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Trasmittanza del telaio	$U_{TEL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{TEL}}{\lambda_{eq,TEL}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità $1.9 \leq U_{TEL} \leq 5.5 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.47 \leq U_{PAR} \leq 2.09 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.02 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.02 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

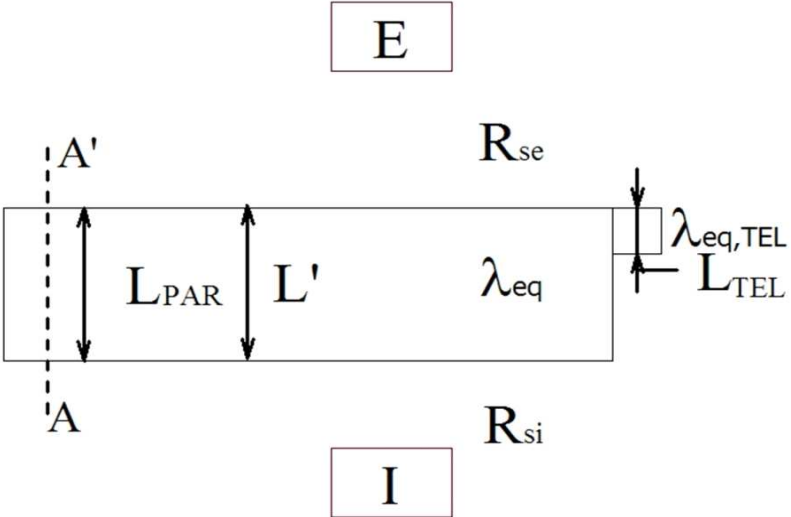
SER.007	SERRAMENTO A FILO ESTERNO SU PARETE ISOLATA ALL'ESTERNO
Ponte termico formato dal contatto tra serramento e parete isolata dall'esterno, serramento a filo esterno a contatto con l'isolante	
SEZIONE ORIZZONTALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
$\psi_E = \psi_I = \frac{U_{TEL} - 1.90}{3.60} (\psi_2 - \psi_1) + \psi_1 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: $\psi_1 = 0.03 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ $\psi_2 = \begin{cases} 0.04 & \text{se } L_{ISO} > L_{TEL} \\ 0.168 \cdot \lambda_{eq} + 0.053 & \text{se } L_{ISO} < L_{TEL} \end{cases} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ Trasmittanza del telaio $U_{TEL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{TEL}}{\lambda_{eq,TEL}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità $1.9 \leq U_{TEL} \leq 5.5 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.17 \leq U_{PAR} \leq 0.58 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.01 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.01 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

SER.008	SERRAMENTO A FILO ESTERNO SU PARETE ISOLATA ALL'INTERNO
Ponte termico formato dal contatto tra serramento e parete isolata dall'interno, serramento a filo esterno non a contatto con l'isolante	
SEZIONE ORIZZONTALE	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
$\psi_E = \psi_I = 0.227 - 0.681 \cdot U_{PAR} + 0.833 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: Trasmittanza della parete $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità $0.17 \leq U_{PAR} \leq 0.58 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.07 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.07 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

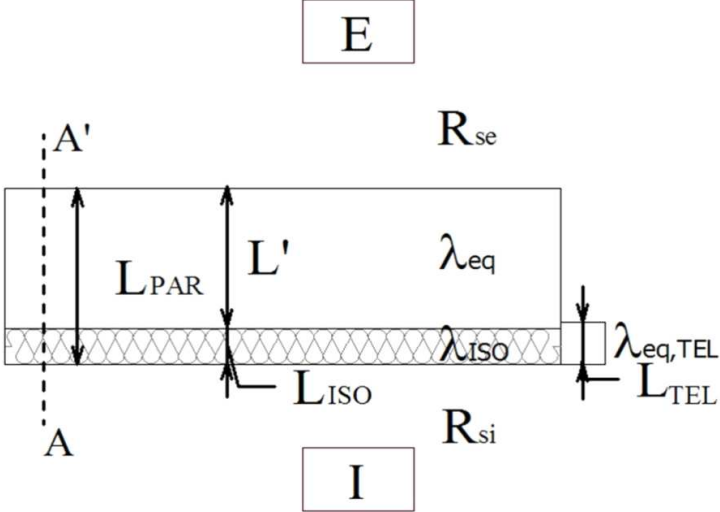
SER.009	SERRAMENTO A FILO ESTERNO SU PARETE ISOLATA ALL'INTERNO, CON RISVOLTO DELL'ISOLANTE
Ponte termico formato dal contatto tra serramento e parete isolata dall'interno, serramento a filo esterno a contatto con risvolto dell'isolante	
SEZIONE ORIZZONTALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
$\psi_E = \psi_I = 0.103 - 0.065 \cdot U_{PAR} + 0.176 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: Trasmittanza della parete $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità $0.17 \leq U_{PAR} \leq 0.58 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.03 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.03 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

SER.010	SERRAMENTO A FILO ESTERNO SU PARETE ISOLATA IN MEZZERIA
Ponte termico formato dal contatto tra serramento e parete isolata in mezzeria, serramento a filo esterno non a contatto con l'isolante	
SEZIONE ORIZZONTALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
$\psi_E = \psi_I = 0.226 - 0.587 \cdot U_{PAR} + 0.497 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: Trasmittanza della parete $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità $0.17 \leq U_{PAR} \leq 0.58 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.06 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.06 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

SER.011	SERRAMENTO A FILO ESTERNO SU MAZZETTA NON ISOLATA, PARETE ISOLATA IN MEZZERIA
Ponte termico formato dal contatto tra serramento e parete isolata in mezzeria, serramento a filo esterno ancorato a mazzetta non isolata	
SEZIONE ORIZZONTALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
$\psi_E = \psi_I = 1.047 - 0.094 \cdot U_{PAR} + 0.171 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: Trasmittanza della parete $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità $0.17 \leq U_{PAR} \leq 0.58 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.01 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.01 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

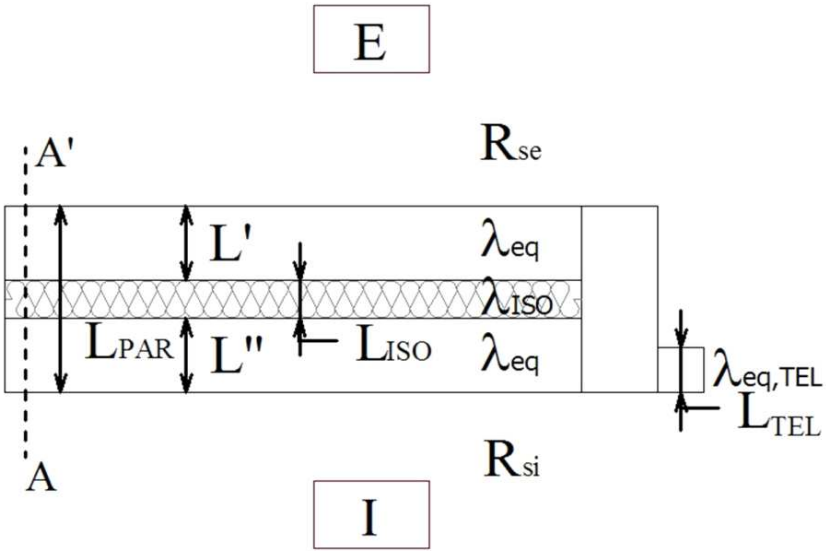
SER.012	SERRAMENTO A FILO ESTERNO SU PARETE NON ISOLATA
Ponte termico formato dal contatto tra serramento e parete non isolata, serramento a filo esterno	
SEZIONE ORIZZONTALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
$\Psi_E = \Psi_I = -0.018 + 0.285 \cdot U_{PAR} + 1.422 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: Trasmittanza della parete $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità $0.47 \leq U_{PAR} \leq 2.09 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.07 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.07 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

SER.013	SERRAMENTO A FILO INTERNO SU PARETE ISOLATA ALL'ESTERNO
Ponte termico formato dal contatto tra serramento e parete isolata dall'esterno, serramento a filo interno non a contatto con l'isolante	
SEZIONE ORIZZONTALE	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
$\psi_E = \psi_I = \frac{U_{TEL} - 1.90}{3.60} (\psi_2 - \psi_1) + \psi_1 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: $\psi_1 = 0.234 - 0.701 \cdot U_{PAR} + 0.914 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ $\psi_2 = 0.290 - 0.698 \cdot U_{PAR} + 0.951 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Trasmittanza della parete	$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Trasmittanza del telaio	$U_{TEL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{TEL}}{\lambda_{eqTEL}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità $1.9 \leq U_{TEL} \leq 5.5 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.17 \leq U_{PAR} \leq 0.58 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.07 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.07 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

SER.014	SERRAMENTO A FILO INTERNO SU PARETE ISOLATA ALL'INTERNO
Ponte termico formato dal contatto tra serramento e parete isolata dall'interno, serramento a filo interno a contatto con l'isolante	
SEZIONE ORIZZONTALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
$\psi_E = \psi_I = \frac{U_{TEL} - 1.90}{3.60} (\psi_2 - \psi_1) + \psi_1 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con:	
$\psi_1 = 0.120 - 0.092 \cdot U_{PAR} + 0.167 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
$\psi_2 = 0.169 - 0.105 \cdot U_{PAR} + 0.319 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Trasmittanza della parete	$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Trasmittanza del telaio	$U_{TEL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{TEL}}{\lambda_{eqTEL}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità $1.9 \leq U_{TEL} \leq 5.5 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.17 \leq U_{PAR} \leq 0.58 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.03 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.03 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

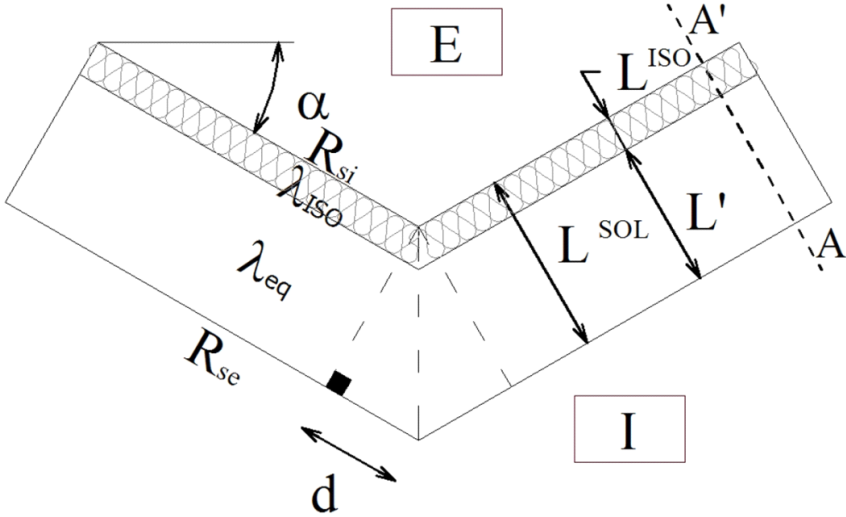
SER.015	SERRAMENTO A FILO INTERNO SU PARETE ISOLATA ALL'ESTERNO, CON RISVOLTO DELL'ISOLANTE
Ponte termico formato dal contatto tra serramento e parete isolata dall'esterno, serramento a filo interno a contatto con risvolto dell'isolante	
SEZIONE ORIZZONTALE	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
$\psi_E = \psi_I = 0.03 \left(\frac{U_{TEL} - 1.90}{3.60} + 1 \right) \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: Trasmittanza del telaio $U_{TEL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{TEL}}{\lambda_{eq,TEL}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità $1.9 \leq U_{TEL} \leq 5.5 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.02 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.02 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

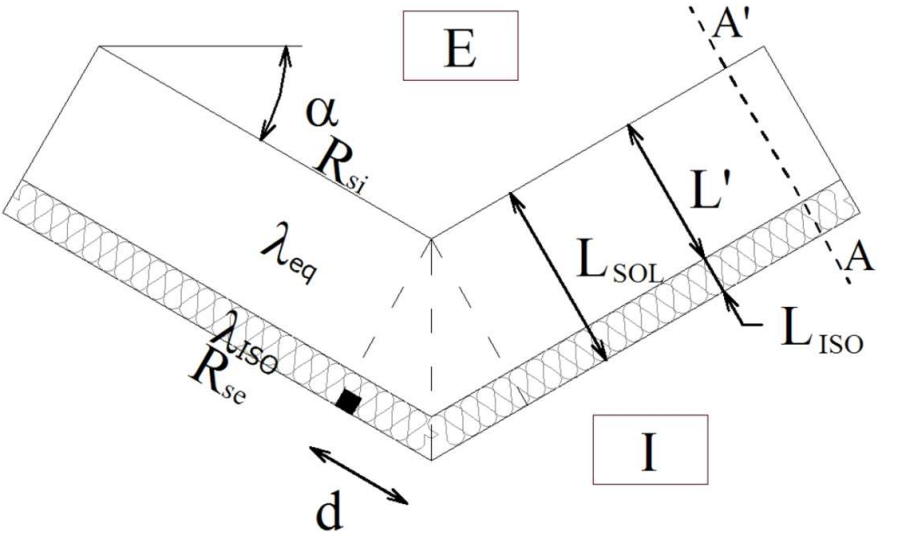
125

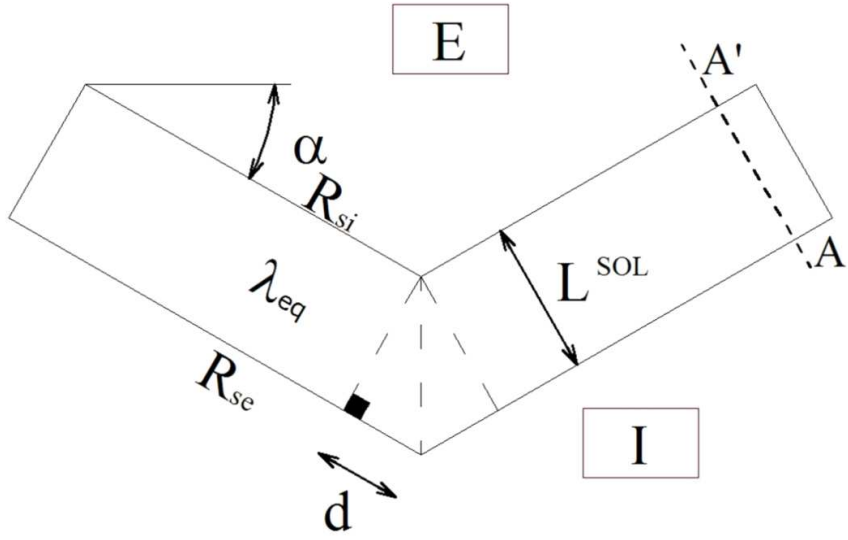
SER.017	SERRAMENTO A FILO INTERNO SU MAZZETTA NON ISOLATA, PARETE ISOLATA IN MEZZERIA
Ponte termico formato dal contatto tra serramento e parete isolata in mezzeria, serramento a filo interno ancorato a mazzetta non isolata	
SEZIONE ORIZZONTALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
$\psi_E = \psi_I = \frac{U_{TEL} - 1.90}{3.60} (\psi_2 - \psi_1) + \psi_1 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: $\psi_1 = 0.928 - 0.293 \cdot U_{PAR} + 0.311 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ $\psi_2 = 0.988 - 0.293 \cdot U_{PAR} + 0.311 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ Trasmittanza della parete $U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$ Trasmittanza del telaio $U_{TEL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{TEL}}{\lambda_{eq,TEL}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$	
Campo di validità $1.9 \leq U_{TEL} \leq 5.5 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.17 \leq U_{PAR} \leq 0.58 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.03 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.03 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

SER.018	SERRAMENTO A FILO INTERNO SU PARETE NON ISOLATA
Ponte termico formato dal contatto tra serramento e parete non isolata, serramento a filo interno	
SEZIONE ORIZZONTALE	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
$\psi_E = \psi_I = \frac{U_{TEL} - 1.90}{3.60} (\psi_2 - \psi_1) + \psi_1 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: $\psi_1 = 0.211 - 0.229 \cdot U_{PAR} + 0.645 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ $\psi_2 = 0.141 - 0.229 \cdot U_{PAR} + 0.645 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Trasmittanza della parete	$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Trasmittanza del telaio	$U_{TEL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{TEL}}{\lambda_{eqTEL}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità $1.9 \leq U_{TEL} \leq 5.5 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.47 \leq U_{PAR} \leq 2.09 \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Intervallo di confidenza $IC_E^{95\%} = \pm 0.05 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.05 \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	

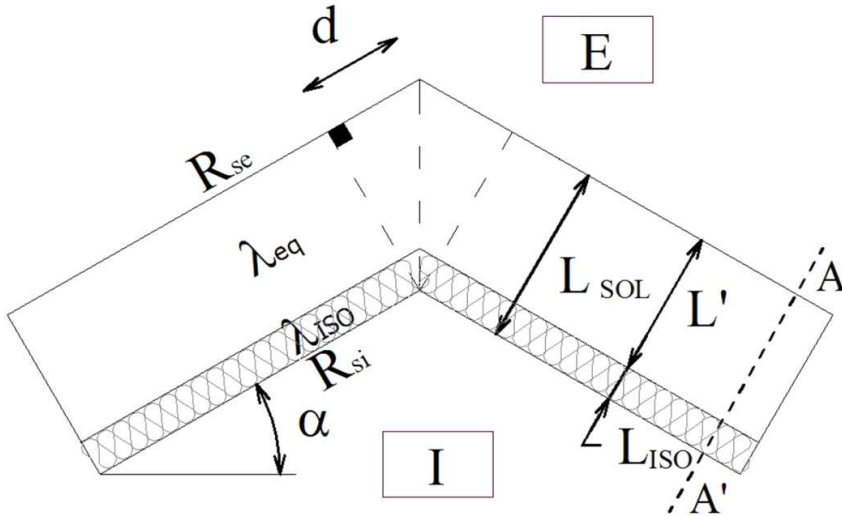
3.11 Compluvio / Displuvio

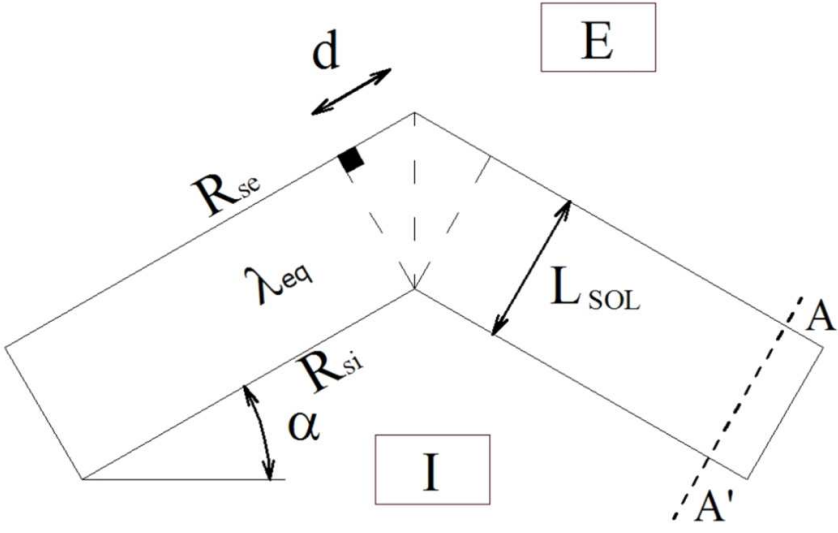
COM.001	COMPLUVIO ISOLATO ESTERNAMENTE
Ponte termico, di tipo geometrico, formato dal compluvio di una copertura isolata esternamente	
SEZIONE VERTICALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = U_{SOL} \cdot d \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = -U_{SOL} \cdot d \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con: Trasmittanza del solaio	$U_{SOL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$ $d = L_{SOL} \cdot \tan(\alpha) \quad (m)$
Campo di validità	$\alpha \leq 30^\circ$
Nota	Compluvi e displuvi con un angolo di inclinazione inferiore a 30°, se non isolati o isolati in modo uniforme, non modificano significativamente il flusso rispetto al caso di superficie piana. I valori di Ψ_E e Ψ_I proposti servono a correggere il valore di flusso in funzione della superficie usata per il calcolo.

COM.002	COMPLUVIO ISOLATO INTERNAMENTE
Ponte termico, di tipo geometrico, formato dal compluvio di una copertura isolata internamente	
SEZIONE VERTICALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne $\psi_E = U_{SOL} \cdot d \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ Riferita alle dimensioni interne $\psi_I = -U_{SOL} \cdot d \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: Trasmittanza del solaio $U_{SOL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$ $d = L_{SOL} \cdot \tan(\alpha) \quad (m)$	
Campo di validità $\alpha \leq 30^\circ$	
Nota Compluvi e displuvi con un angolo di inclinazione inferiore a 30°, se non isolati o isolati in modo uniforme, non modificano significativamente il flusso rispetto al caso di superficie piana. I valori di ψ_E e ψ_I proposti servono a correggere il valore di flusso in funzione della superficie usata per il calcolo.	

COM.003	COMPLUVIO NON ISOLATO
Ponte termico, di tipo geometrico, formato dal compluvio di una copertura non isolata	
SEZIONE VERTICALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne $\Psi_E = U_{SOL} \cdot d \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$ Riferita alle dimensioni interne $\Psi_I = -U_{SOL} \cdot d \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$	
Con: Trasmittanza del solaio $U_{SOL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{SOL}}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$ $d = L_{SOL} \cdot \tan(\alpha) \quad (m)$	
Campo di validità $\alpha \leq 30^\circ$	
Nota Compluvi e displuvi con un angolo di inclinazione inferiore a 30°, se non isolati o isolati in modo uniforme, non modificano significativamente il flusso rispetto al caso di superficie piana. I valori di Ψ_E e Ψ_I proposti servono a correggere il valore di flusso in funzione della superficie usata per il calcolo.	

DIS.001	DISPUIVIO ISOLATO ESTERNAMENTE
Ponte termico, di tipo geometrico, formato dal displuvio di una copertura isolata esternamente	
SEZIONE VERTICALE	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = -U_{SOL} \cdot d \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = U_{SOL} \cdot d \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con: Trasmittanza del solaio	$U_{SOL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$ $d = L_{SOL} \cdot \tan(\alpha) \quad (m)$
Campo di validità	$\alpha \leq 30^\circ$
Nota	Compluvi e displuvi con un angolo di inclinazione inferiore a 30° , se non isolati o isolati in modo uniforme, non modificano significativamente il flusso rispetto al caso di superficie piana. I valori di Ψ_E e Ψ_I proposti servono a correggere il valore di flusso in funzione della superficie usata per il calcolo.

DIS.002	DISPUVIO ISOLATO INTERNAMENTE
Ponte termico, di tipo geometrico, formato dal displuvio di una copertura isolata internamente	
SEZIONE VERTICALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = -U_{SOL} \cdot d \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = U_{SOL} \cdot d \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con: Trasmittanza del solaio	$U_{SOL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$ $d = L_{SOL} \cdot \tan(\alpha) \quad (m)$
Campo di validità	$\alpha \leq 30^\circ$
Nota	Compluvi e displuvi con un angolo di inclinazione inferiore a 30° , se non isolati o isolati in modo uniforme, non modificano significativamente il flusso rispetto al caso di superficie piana. I valori di Ψ_E e Ψ_I proposti servono a correggere il valore di flusso in funzione della superficie usata per il calcolo.

DIS.003	DISPUVIO NON ISOLATO
Ponte termico, di tipo geometrico, formato dal displuvio di una copertura non isolata	
SEZIONE VERTICALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = -U_{SOL} \cdot d \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = U_{SOL} \cdot d \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con: Trasmittanza del solaio	$U_{SOL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{SOL}}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$ $d = L_{SOL} \cdot \tan(\alpha) \quad (m)$
Campo di validità	$\alpha \leq 30^\circ$
Nota	Compluvi e displuvi con un angolo di inclinazione inferiore a 30° , se non isolati o isolati in modo uniforme, non modificano significativamente il flusso rispetto al caso di superficie piana. I valori di Ψ_E e Ψ_I proposti servono a correggere il valore di flusso in funzione della superficie usata per il calcolo.

Scheda commenti

Società			
Nome		Cognome	
Indirizzo			
Telefono		FAX	
E-mail			
Note/commenti relativi all'impiego dell'abaco dei ponti termici			
(Es. Facilità d'uso, Tipologie di ponte termico non descritte ma necessarie, etc.)			
Se, nella definizione di un ponte termico tramite l'ausilio di un programma di calcolo agli elementi finiti, si fossero riscontrate discrepanze significative rispetto ai valori desumibili dall'abaco, si prega di inviare il dettaglio del ponte termico: - dal punto di vista geometrico; - dal punto di vista delle proprietà utilizzate per il calcolo (relativamente ad ogni singolo componente del nodo); - delle condizioni al contorno.			
Inviare le informazioni a: CESTEC SPA			

