

Ponti termici, pareti con pilastro

*I ponti termici stanno assumendo sempre maggiore importanza nelle valutazioni energetiche. Le nuove **UNI TS 11300:2014** prevedono una modifica sostanziale nella metodologia di valutazione dei ponti termici, in quanto impongono che essi vengano valutati con calcoli numerici o con atlanti conformi alla **UNI EN ISO 14683**, non permettendo più l'utilizzo di valori tabellati.*

Nella Newsletter POROTON® n. 98 (Ottobre 2015) è stata fornita una disamina specifica dei riferimenti normativi e delle verifiche da svolgere.

*In questo articolo si presentano alcuni **esempi per la soluzione di ponti termici** indotti dai pilastri, tratti dai risultati ottenuti dalle numerose analisi numeriche svolte dal Consorzio **POROTON® Italia**.*

1. Ponti termici in presenza di pilastri in cemento armato

Le analisi qui presentate si riferiscono alle soluzioni adottabili per la correzione dei **ponti termici di pilastri in linea (PT1)** nelle pareti in muratura **POROTON®** di tamponatura.

I calcoli numerici sono stati eseguiti con metodi agli elementi finiti, utilizzando un **software** dedicato, "Mold Simulator Pro Ver. 2" che consente di svolgere le analisi di qualsiasi tipologia di ponte termico in conformità alla **UNI EN ISO 10211** e di eseguire verifiche inerenti il rischio di muffa e condensa secondo la **UNI EN ISO 13788**.

Le analisi hanno consentito, inoltre, di calcolare la temperatura superficiale interna in corrispondenza del ponte termico, dato necessario alla determinazione del parametro f_{RSi} , **fattore di temperatura** in corrispondenza della superficie interna, che fornisce un indice di riferimento importante nella valutazione del **rischio di formazione di muffa** e condensa superficiale in corrispondenza dei ponti termici.

Questa valutazione, essendo influenzata dalle condizioni climatiche del luogo, è stata svolta ipotizzando, per ciascuna soluzione analizzata, il suo impiego nella pertinente **zona climatica (zona B, C, D, E)** in funzione della trasmittanza termica U prevista per la suddetta zona dal D.Lgs. 192 e s.m. ed integrazioni.

2. Dettagli costruttivi dei ponti termici di pilastri

Le analisi sono state svolte al variare della **conducibilità della muratura POROTON®** considerata, dello **spessore della muratura** e dello **spessore del rivestimento a cappotto esterno**, al fine di determinare la **trasmissione termica** lineica ψ del ponte termico di molteplici configurazioni e varianti, valutando nel contempo anche il parametro L_{2D} (coefficiente di accoppiamento termico) che rappresenta in pratica la **dispersione termica complessiva** del nodo, che è influenzata non solo dal ponte termico, ma anche dalla trasmissione termica della parete, e che risulta quindi un parametro fondamentale da considerare per la scelta della soluzione di parete ottimale. I dettagli costruttivi sono riportati in fig. 1.

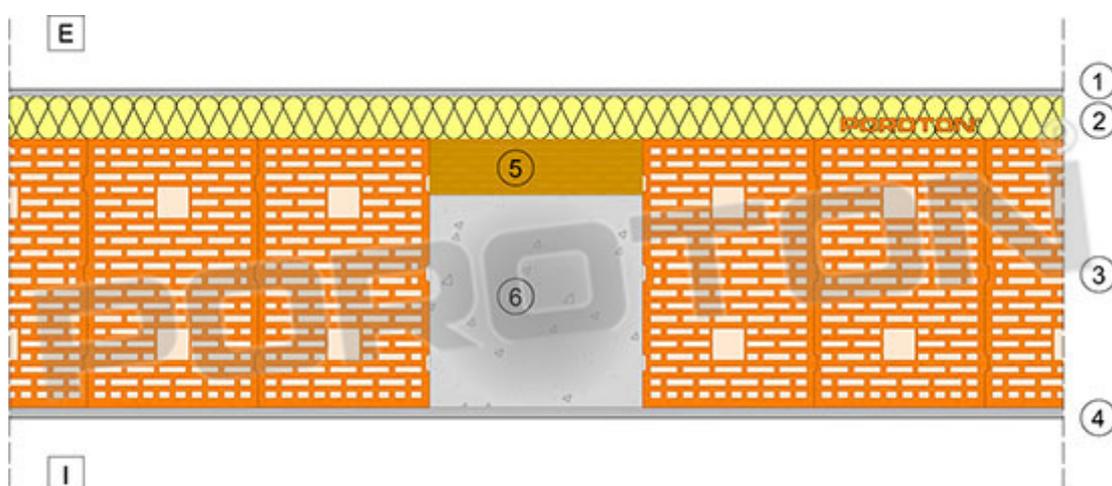


Fig. 1 - Dettaglio costruttivo del ponte termico dovuto alla presenza di un pilastro in c.a. nella parete (PT1).

Con riferimento agli schemi adottati per le analisi dei ponti termici esaminati [fig. 1], la tab. 1 riporta le caratteristiche fisico-geometriche delle **stratigrafie** e dei materiali considerati. Tutti i parametri fisici sui materiali sono stati ricavati dalle più aggiornate normative di riferimento disponibili.

Tab. 1 - Materiali considerati nei ponti termici "PT1" analizzati e loro principali caratteristiche termogrometriche.

Materiali	Spessore cm	Densità kg/m ³	Conducibilità termica W/mK	Calore specifico J/kgK	Resistenza diffusione vapore (adim)
1 Intonaco esterno	1,0	1500	0,53	1000	15
2 Isolante EPS - XPS	0 ÷ 8	20	0,036	1450	60
3 Muratura POROTON®	30 ÷ 42	650 ÷ 850	0,08 ÷ 0,23	1000	10
4 Intonaco interno	1,5	1500	0,53	1000	15
5 Legno mineralizzato	5 ÷ 12	400	0,070	1810	5
6 Calcestruzzo armato	30x30	2400	2,00	1000	80

I ponti termici allo studio sono stati analizzati e confrontati applicando diverse soluzioni realizzabili con **muratura POROTON® monostrato di tamponatura**, avente spessori variabili da 30 a 42 cm, mantenendo invariata la dimensione del **pilastro**, assunta pari a 30x30 cm. Si è ipotizzata la finitura interna della parete con intonaco interno di spessore 1,5 cm, mentre esternamente si sono considerate diverse soluzioni, mantenendo in ogni caso la stessa finitura esterna costituita da intonaco esterno di spessore 1 cm, variando il rivestimento a cappotto in EPS tra 0 ed 8 cm di spessore, considerando dunque anche il caso di assenza di cappotto. Per spessori della muratura di tamponatura maggiori di quello del pilastro si è prevista l'applicazione su di esso di un **materiale isolante** (pannello in legno mineralizzato) per livellare lo spessore [fig. 1], materiale che si è assunto essere EPS o XPS nel caso di assenza di cappotto.

3. Risultati e considerazioni

Si espongono di seguito alcuni **risultati significativi** delle analisi svolte, sia con riferimento alla **correzione dei ponti termici**, sia con riferimento alle verifiche di muffa e condensa, con le opportune considerazioni.

Si precisa che per tutte le stratigrafie considerate **non sussiste mai**, in alcuna zona climatica, il problema di formazione di **condensa interstiziale**.

Riguardo la verifica del rischio muffa e condensa, in relazione alla trasmittanza termica delle soluzioni qui presentate (tutte caratterizzate da $U < 0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$), essa è stata sempre svolta con riferimento ai dati climatici di Milano (zona climatica E). Le condizioni di umidità interne per la verifica del rischio muffa sono riferite ad edifici ad uso abitativo senza ventilazione meccanica controllata. I valori minimi del fattore f_{Rsi} da soddisfare in queste condizioni, calcolati secondo la UNI EN ISO 13788, sono i seguenti:

- rischio condensa superficiale: $f_{Rsi,min} = 0,630$
- rischio muffa: $f_{Rsi,min} = 0,710$

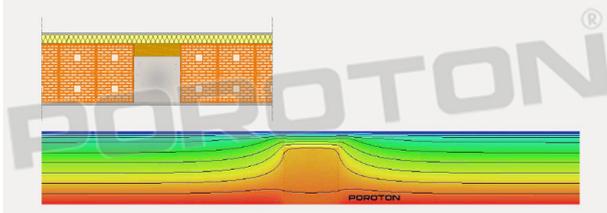
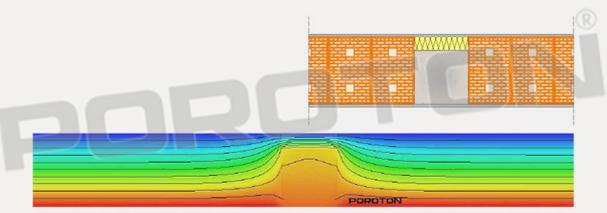
3.1. Parete con pilastro in cemento armato (PT1)

La parete rettilinea in muratura con pilastro in c.a. [fig. 1] è una soluzione usualmente riscontrabile in edifici costruiti con **struttura intelaiata in calcestruzzo armato**. Sono state analizzate e confrontate le diverse soluzioni realizzabili con muratura POROTON® monostrato di tamponatura, mantenendo invariata la dimensione del pilastro, secondo quanto indicato nel paragrafo 3 che descrive i dettagli costruttivi analizzati.

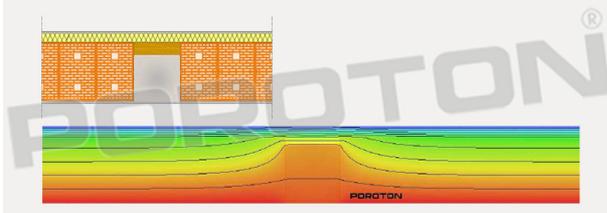
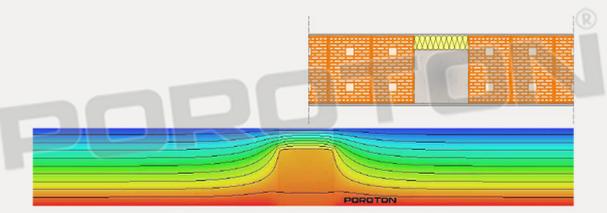
Dalle analisi svolte è emerso che soluzioni “equivalenti” in termini di trasmittanza termica U e di spessore complessivo delle pareti considerate, conducono agli **stessi risultati in termini di coefficiente di accoppiamento termico** L_{2D} , che rappresenta in pratica il flusso termico complessivo scambiato nel nodo, sia utilizzando una muratura di tamponamento POROTON® con applicazione di un rivestimento a cappotto, sia optando per una muratura di tamponamento con blocchi POROTON®

termicamente più performanti senza cappotto. Lo stesso vale anche per la verifica a muffa e condensa: come detto, i fattori $f_{R_{Si}}$ sono riferiti in questo caso, in relazione alla trasmittanza termica U dei pacchetti murari considerati, alla zona climatica E (località Milano), e risultano ampiamente superiori ai valori limite richiesti, precedentemente riportati. Quanto osservato è immediatamente leggibile dagli esempi specifici riportati in tab. 2 e in tab. 3, che mettono a confronto soluzioni “equivalenti” in termini di trasmittanza e spessore complessivo.

Tab. 2 - Confronto tra le stratigrafie PT1-A e PT1-B.

PT1-A		PT1-B	
Muratura di tamp. POROTON® sp. 35 cm, $\lambda_{eq}=0.18$ W/mK con rivestimento a cappotto di sp. 4 cm		Muratura di tamp. POROTON® sp. 38 cm, $\lambda_{eq}=0.13$ W/mK senza rivestimento a cappotto	
			
U (W/m ² K)	0,306	U (W/m ² K)	0,318
ψ (W/mK)	0,086	ψ (W/mK)	0,120
L_{2D} (W/mK)	1,307	L_{2D} (W/mK)	1,393
$f_{R_{Si}}$ (adim.)	0,852	$f_{R_{Si}}$ (adim.)	0,828

Tab. 3 - Confronto tra le stratigrafie PT1-C e PT1-D.

PT1-C		PT1-D	
Muratura di tamp. POROTON® sp. 35 cm, $\lambda_{eq}=0.23$ W/mK con rivestimento a cappotto di sp. 6 cm		Muratura di tamp. POROTON® sp. 42 cm, $\lambda_{eq}=0.13$ W/mK senza rivestimento a cappotto	
			
U (W/m ² K)	0,290	U (W/m ² K)	0,290
ψ (W/mK)	0,047	ψ (W/mK)	0,087
L_{2D} (W/mK)	1,221	L_{2D} (W/mK)	1,237
$f_{R_{Si}}$ (adim.)	0,877	$f_{R_{Si}}$ (adim.)	0,857

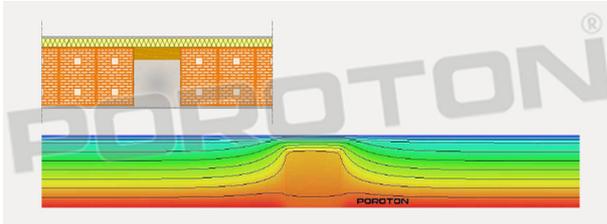
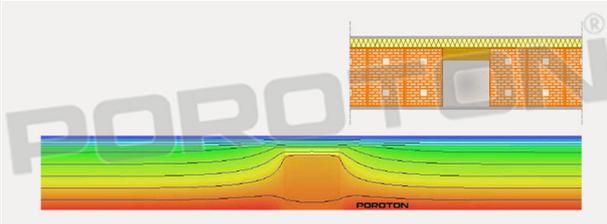
Nella tab. 4 si espongono altre due stratigrafie che risulta interessante confrontare con

le analoghe stratigrafie precedentemente introdotte.

In particolare la stratigrafia PT1-E, corrisponde alla PT1-A, con la sola differenza che la conducibilità termica equivalente della parete (λ_{eq}) è stata migliorata, passando dallo 0,18 W/mK di PT1-A, allo 0,13 W/mK di PT1-E, miglioramento che si ottiene semplicemente adottando un blocco o per meglio dire, un sistema di muratura POROTON® termicamente più performante.

Si osserva che a parità di stratigrafia, **il semplice miglioramento della qualità della muratura, conduce ad una consistente riduzione del flusso di calore** (leggibile nella riduzione di U e L_{2D}) e con una sostanziale analogia di incidenza del ponte termico in termini di trasmittanza termica lineica ψ e di fattore di temperatura superficiale interna f_{Rsi} . Ciò è confermato anche dalla PT1-F che corrisponde alla PT1-C, con la sola differenza che la λ_{eq} è stata migliorata, passando dallo 0,23 W/mK di PT1-C, allo 0,18 W/mK di PT1-F.

Tab. 4 – Stratigrafie PT1-E e PT1-F.

PT1-E		PT1-F	
Muratura di tamp. POROTON® sp. 35 cm, $\lambda_{eq}=0.13$ W/mK con rivestimento a cappotto di sp. 4 cm		Muratura di tamp. POROTON® sp. 35 cm, $\lambda_{eq}=0.18$ W/mK con rivestimento a cappotto di sp. 6 cm	
			
U (W/m ² K)	0,249	U (W/m ² K)	0,261
ψ (W/mK)	0,105	ψ (W/mK)	0,060
L_{2D} (W/mK)	1,099	L_{2D} (W/mK)	1,104
f_{Rsi} (adim.)	0,855	f_{Rsi} (adim.)	0,877

La **scelta complessivamente migliore** è dunque quella di **privilegiare la qualità termica del blocco**, e quindi della muratura POROTON®, utilizzando spessori adeguati che portano ad ottenere inoltre una serie di **vantaggi aggiuntivi** in termini di **inerzia termica** ed **isolamento acustico** dell'involucro.

È opportuno evidenziare, infine, che una soluzione ancora migliore consiste nell'utilizzare, ove possibile, una struttura in **muratura portante** eliminando di fatto completamente questo tipo di ponte termico.

L'importanza di disporre di dati derivanti da analisi numeriche dei ponti termici risulta evidente se si considera il confronto con valori reperibili da **tabelle** o da **abachi conformi alla UNI EN ISO 14683**. Infatti, i dati riportati in Appendice A della norma UNI EN ISO 14683, peraltro non più utilizzabili in base alle indicazioni della UNI TS 11300-1:2014, addirittura **non contemplano le casistiche sopra esposte**, che pure rappresentano condizioni che ricorrono frequentemente nella realtà. Anche l'abaco dei ponti termici del CENED (Regione Lombardia) è piuttosto approssimativo a riguardo, in

quanto ritiene addirittura trascurabile l'effetto di ponte termico nei casi PT1-A, PT1-C, PT1-E e PT1-F (considerando quindi $\psi=0$) e non contempla neppure i casi PT1-B e PT1-D.

4. Conclusioni

Con riferimento ai ponti termici indotti dai pilastri trattati nel presente articolo, le analisi svolte evidenziano che, **in presenza di pilastri in c.a., questi devono essere sempre opportunamente protetti esternamente con un adeguato spessore di materiale isolante**, che non necessariamente è rappresentato dal rivestimento a cappotto. Per le tamponature, in particolare, esso può essere validamente sostituito dall'impiego di murature in blocchi ad elevate prestazioni termiche di grande spessore. In generale, a parità di stratigrafia e spessore, **è opportuno utilizzare blocchi POROTON® con qualità termiche migliori** che permettono di ridurre le dispersioni complessive dell'involucro garantendo una adeguata correzione dei ponti termici e riducendo il rischio di formazione di muffa e condensa superficiale.

Infine, l'adozione di strutture in muratura portante in luogo del telaio in c.a. tamponato, ove compatibile con le caratteristiche progettuali dell'opera, è da preferire dato che permette di eliminare completamente i ponti termici dovuti ai pilastri in linea (PT1) risolvendo a priori qualsiasi problematica.

Autori:

Lorenzo Bari, Flavio Mosele

Riferimento:

Newsletter numero 100