



ASSOCIAZIONE NAZIONALE
PER L'ISOLAMENTO TERMICO E ACUSTICO

Ponti termici e ponti acustici

NORME DI RIFERIMENTO e REQUISITI MINIMI DI EFFICIENZA ENERGETICA

➤ DM 26 GIUGNO 2015 E NOVITA' IN ARRIVO

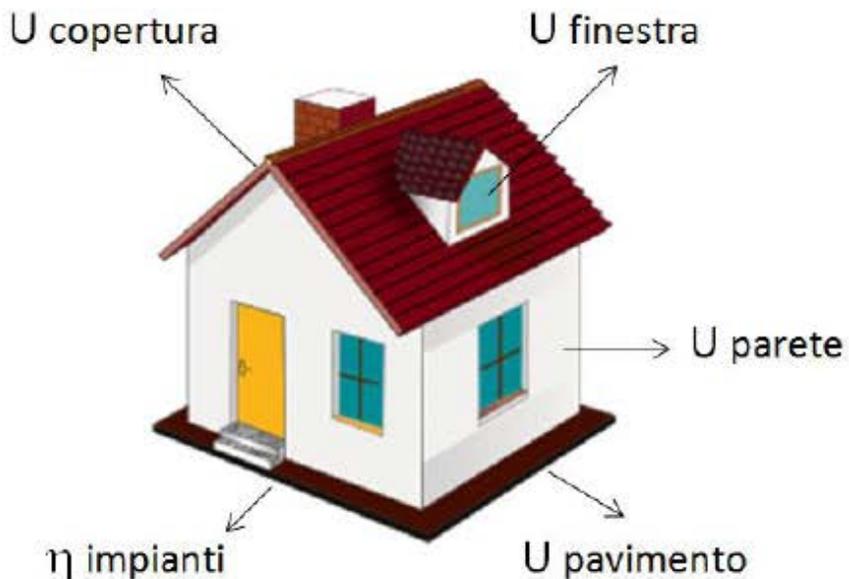
LA NUOVA DIRETTIVA EPBD o EPBD IV (detta anche Direttiva «case green»)

Edizioni/revisioni precedenti della stessa direttiva:

- Direttiva 2002/91/CE -> Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192 + relativi decreti attuativi
- Direttiva 2010/31/UE -> Legge 3 agosto 2013, n. 90 + relativi decreti attuativi
- **Direttiva 2018/844/UE -> Decreto Legislativo 10 giugno 2020, n. 48**
- EPBD 4 IN GAZZETTA UFFICIALE EUROPEA DAL 8 MAGGIO 2023

NEW!!

EDIFICIO DI PROGETTO



Calcolo di

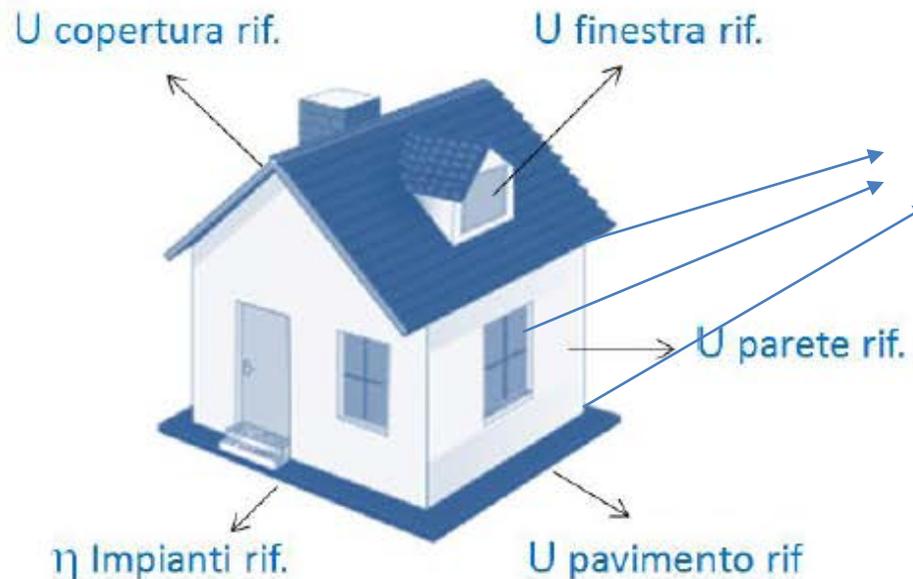
$EP_{H,nd}$

$EP_{C,nd}$

$EP_{gl,tot}$

\wedge

EDIFICIO DI RIFERIMENTO



Calcolo di

$EP_{H,nd, limite}$

$EP_{C,nd, limite}$

$EP_{gl,tot, limite}$

Ψ_{RIF}



$$U_m \leq U_{\text{limite}}$$

$$U_m = \frac{\Sigma(U_{op} A_{op}) + \Sigma(\Psi L p_{\%})}{\Sigma(A_{op})}$$

- per tipologia strutturale: strutture verticali, orizzontali con flusso di calore ascendente o discendente, componenti finestrati

Nota: i valori di trasmittanza limite si considerano comprensivi dei ponti termici all'interno delle strutture oggetto di riqualificazione e di metà del ponte termico al perimetro della superficie oggetto di riqualificazione (DM 26/6/2015, Appendice B)

NEW!!

1- $U_{\text{sezione corrente}} < U_{\text{lim tabella}}$

Tabella 1- *Trasmittanza termica U massima delle strutture opache verticali, verso l'esterno soggette a riqualificazione*

Zona climatica	U (W/m ² K)
A e B	0,40
C	0,36
D	0,32
E	0,28
F	0,26

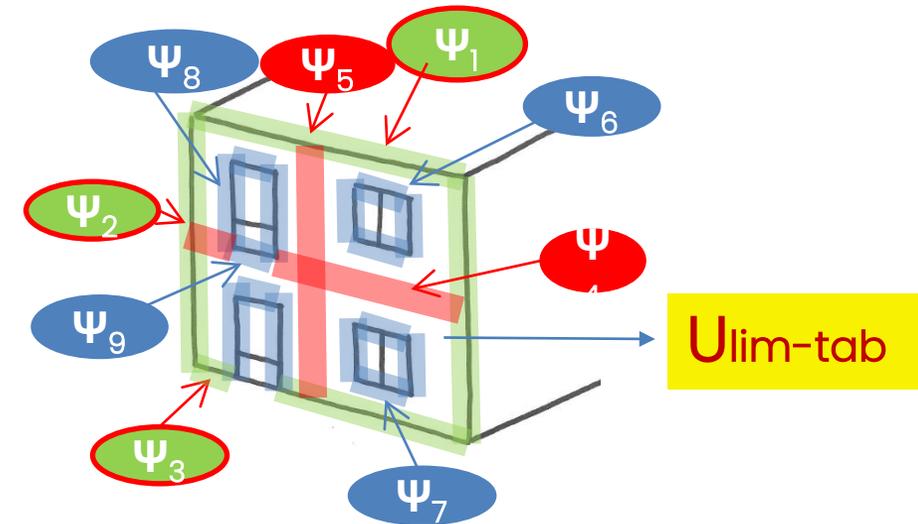
2 - $U_{\text{media}} < U_{\text{lim}}$ con valutazione PT

Si calcola la **trasmittanza termica limite comprensiva dei ponti termici** come:

$$U_{\text{progetto}} = \frac{\sum_i (A_i \cdot U_i) + \sum_j (\Psi_j \cdot l_j)}{\sum_i A_i} \leq U_{\text{limite}} = \frac{\sum_i (A_i \cdot U_{\text{lim-tab}}) + \sum_j (\Psi_{\text{tab}} \cdot l_j)}{\sum_i A_i}$$

dove

- A è l'area di intervento [m²];
- U_{lim} è la trasmittanza limite della sezione corrente che si ricava dalle tabelle 1, 2, 3 e 4 [W/m²K];
- L è la lunghezza del ponte termico [m]
- Ψ_{tab} è il coefficiente lineico di trasmissione riportato nelle tabelle da 5 a 7 [W/mK];



H'_T coefficiente medio globale di scambio termico

B

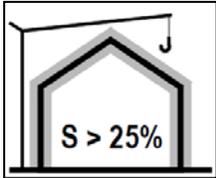
$$H'_T < H'_{T, \text{ limite}}$$

$$H'_T = \frac{\Sigma(U_{op} A_{op}) + \Sigma(U_w A_w) + \Sigma(\Psi L p_{\%})}{\Sigma(A_{op}) + \Sigma(A_w)}$$

TABELLA 10 (Appendice A)						
Valore massimo ammissibile del coefficiente globale di scambio termico H'_T [W/m ² K]						
N. riga	RAPPORTO DI FORMA (S/V)	Zona climatica				
		A e B	C	D	E	F
1	$S/V \geq 0,7$	0,58	0,55	0,53	0,50	0,48
2	$0,7 > S/V \geq 0,4$	0,63	0,60	0,58	0,55	0,53
3	$0,4 > S/V$	0,80	0,80	0,80	0,75	0,70
N. riga	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	Zona climatica				
		A e B	C	D	E	F
4	Ampliamenti e Ristrutturazioni importanti di secondo livello per tutte le tipologie edilizie	0,73	0,70	0,68	0,65	0,62

POSSIBILI EVOLUZIONI SUI REQUISITI MINIMI DI INVOLUCRO

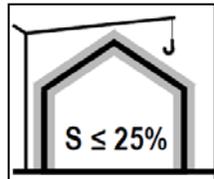
1. Rispetto di U_{limite} per edifici esistenti



$H't$

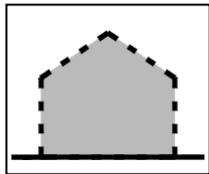
$$1 - U_{sezione\ corrente} < U_{lim\ tabella}$$

$$2 - U_{media} < U_{lim\ con\ valutazione\ PT}$$



$$U_{sezione\ corrente} < U_{lim\ tabella}$$

2. Rispetto $H't$ negli edifici molto finestrati- rist.imp.1 livello



Rimodulazione tabellata di $H't_{limite}$ in funzione della % di superficie finestrata

- Assenza rischio di muffa
- Assenza rischio di condensazione interstiziale
- Condizioni di calcolo secondo la norma UNI EN ISO 13788



(FAQ 3.11 di dicembre 2018)

Si intende il rispetto della quantità massima ammissibile e nessun residuo alla fine di un ciclo annuale



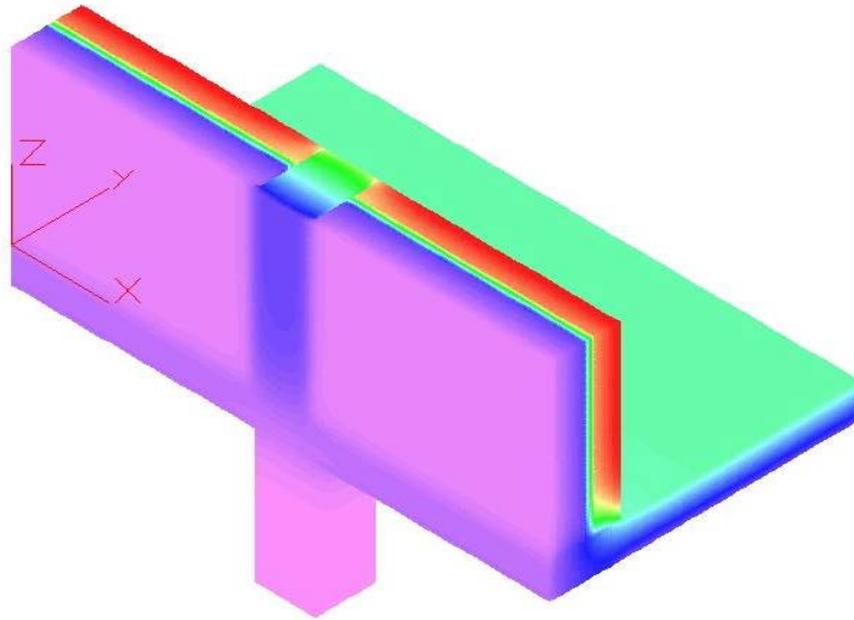
(FAQ 2.24 di Agosto 2016)

Oppure anche con un'analisi igrotermica dinamica secondo UNI EN 15026).

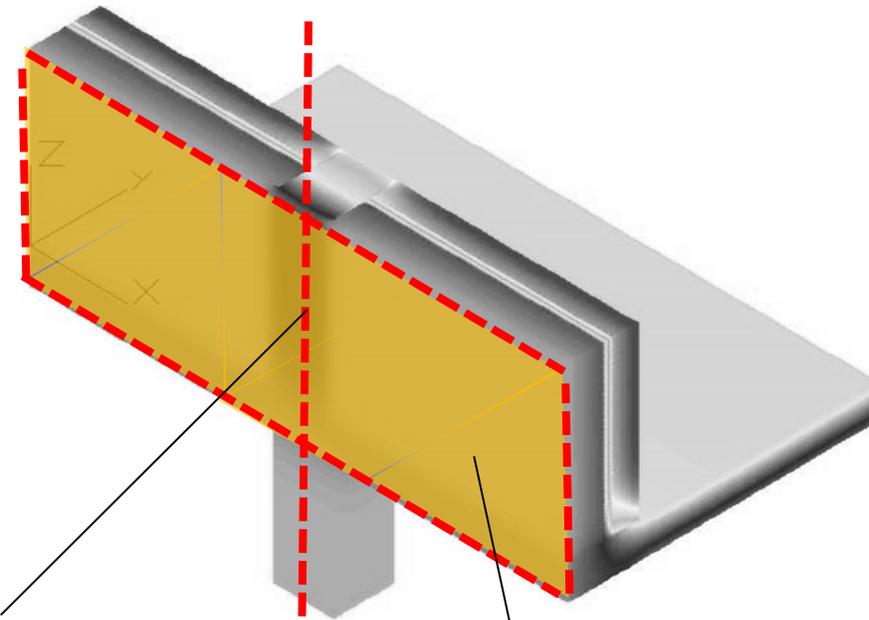
Nella bozza di decreto, oltre ad **integrare le FAQ nel testo** (in merito alla quantità di condensa massima accettabile e all'utilizzo di metodi di calcolo più raffinati), la frase riportata sembra indicare che **le verifiche di rischio muffa debbano essere eseguite sui ponti termici in tutti i casi**, anche negli edifici esistenti.

TRASMITTANZA E PONTI TERMICI

Come considero i ponti termici?



$\Psi \cdot L$

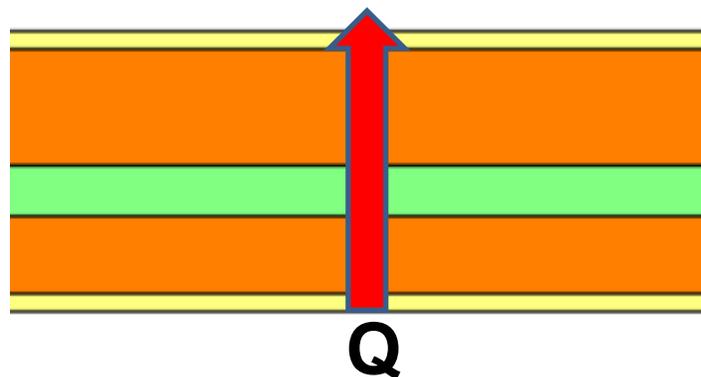


$A \cdot U$

PERCHE' IL CALCOLO AD ELEMENTI FINITI?

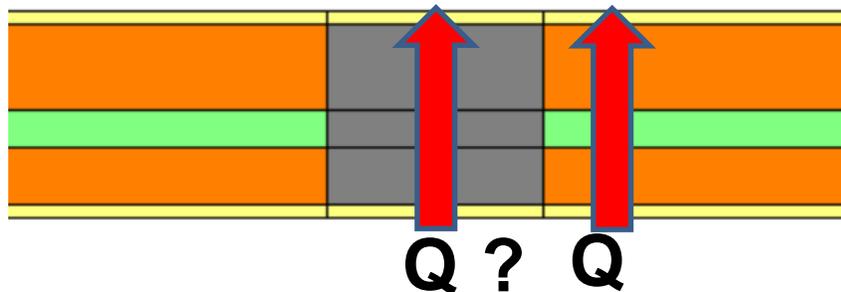
Calcolo del flusso attraverso una parete

$$Q = \frac{A \times U \times \Delta T}{H} \quad (W)$$



NB. Ipotesi: il flusso è **monodimensionale** e **perpendicolare alle facce** della parete

Che cosa succede se c'è una discontinuità? Posso ragionare allo stesso modo (come se fossero due diverse pareti affiancate)?

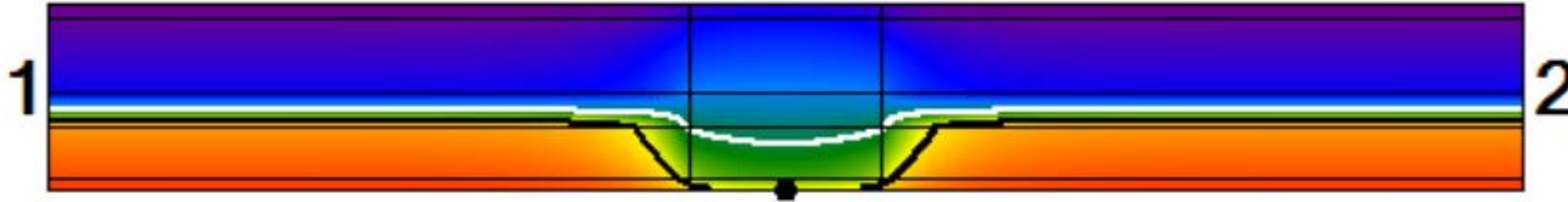


$H_{\text{parete}} + H_{\text{pilastro}}$
??

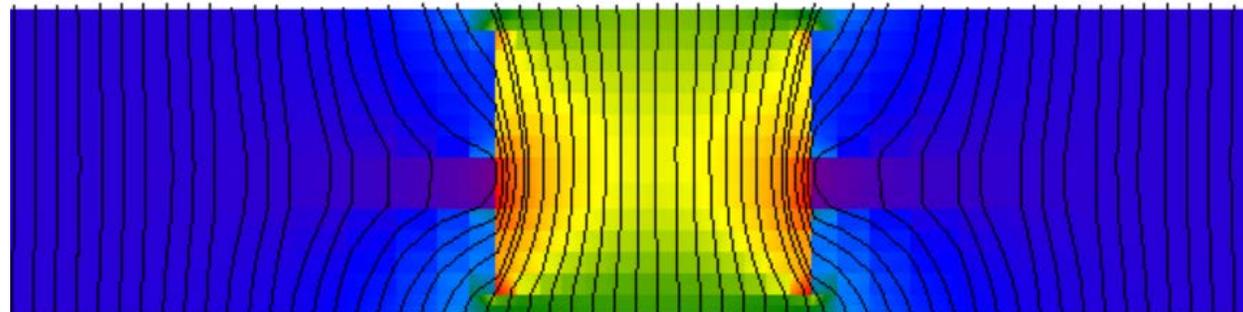
PERCHE' IL CALCOLO AD ELEMENTI FINITI?

Risultati:

1) Andamento delle temperature



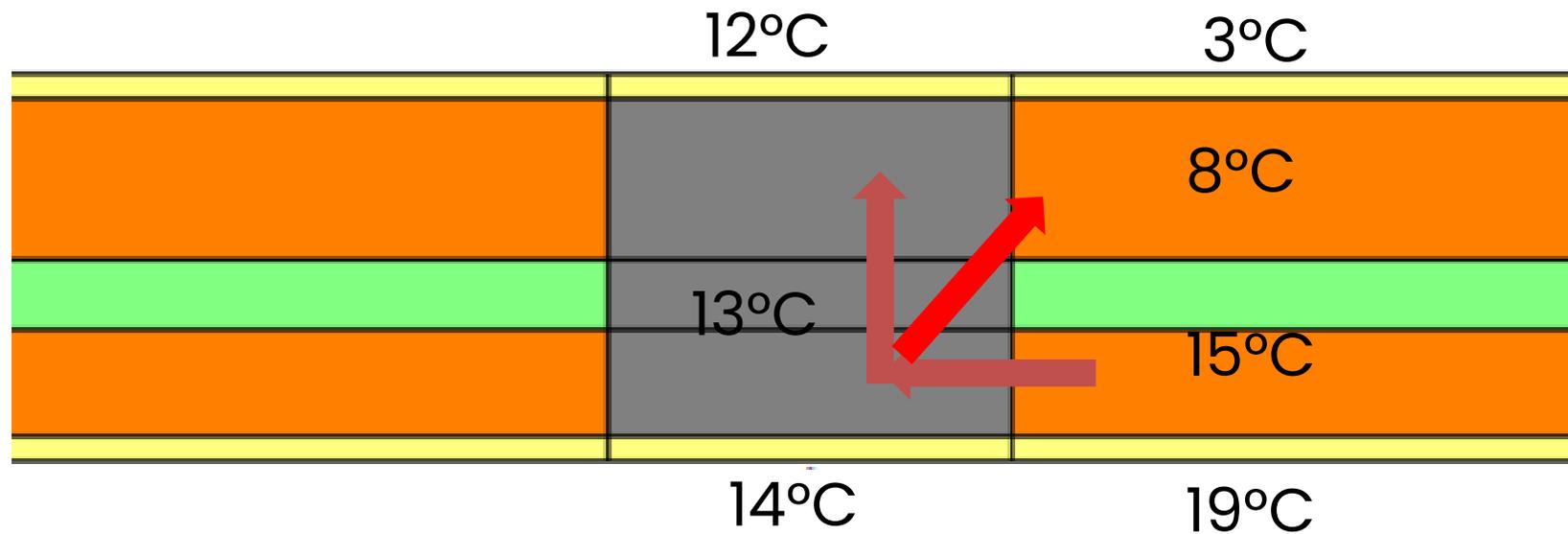
2) Andamento dei flussi



PERCHE' IL CALCOLO AD ELEMENTI FINITI?

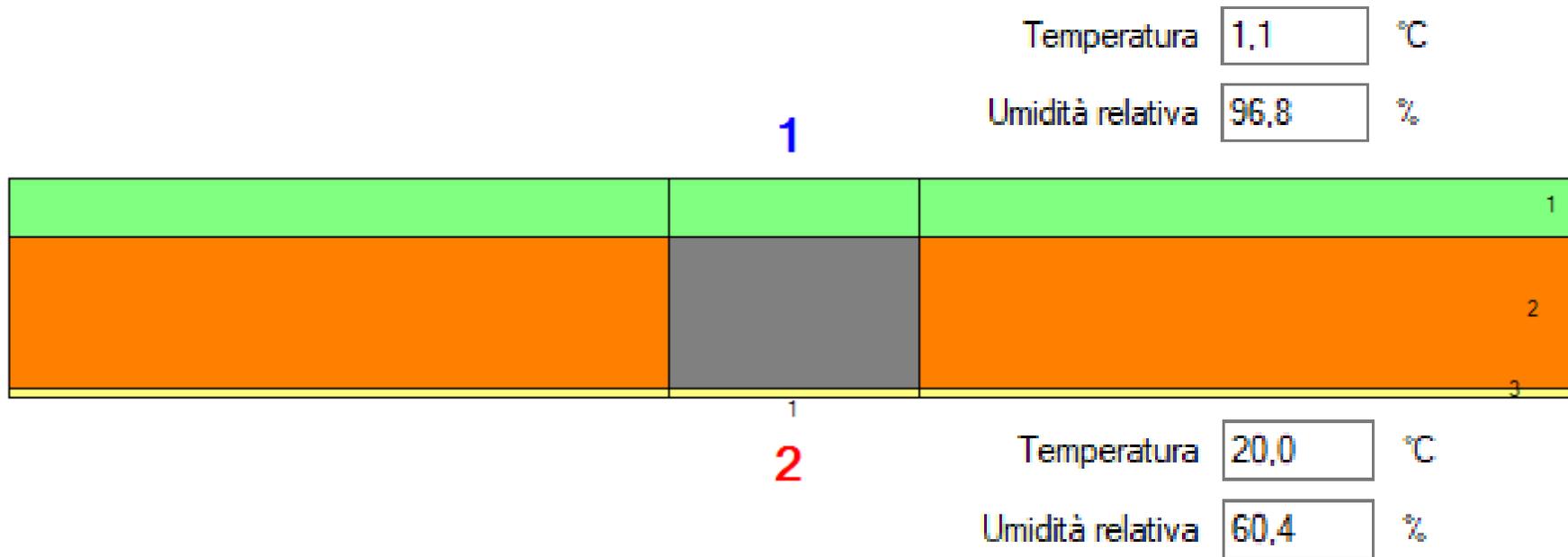
Con l'analisi FEM si riesce a rilevare il flusso aggiuntivo generato dalla discontinuità

$$E - T_e$$



$$I - T_i$$

DALLA FEM ALLE DISPERSIONI- SIGNIFICATO FISICO DI ψ



A L'analisi agli elementi finiti risponde a questa domanda:

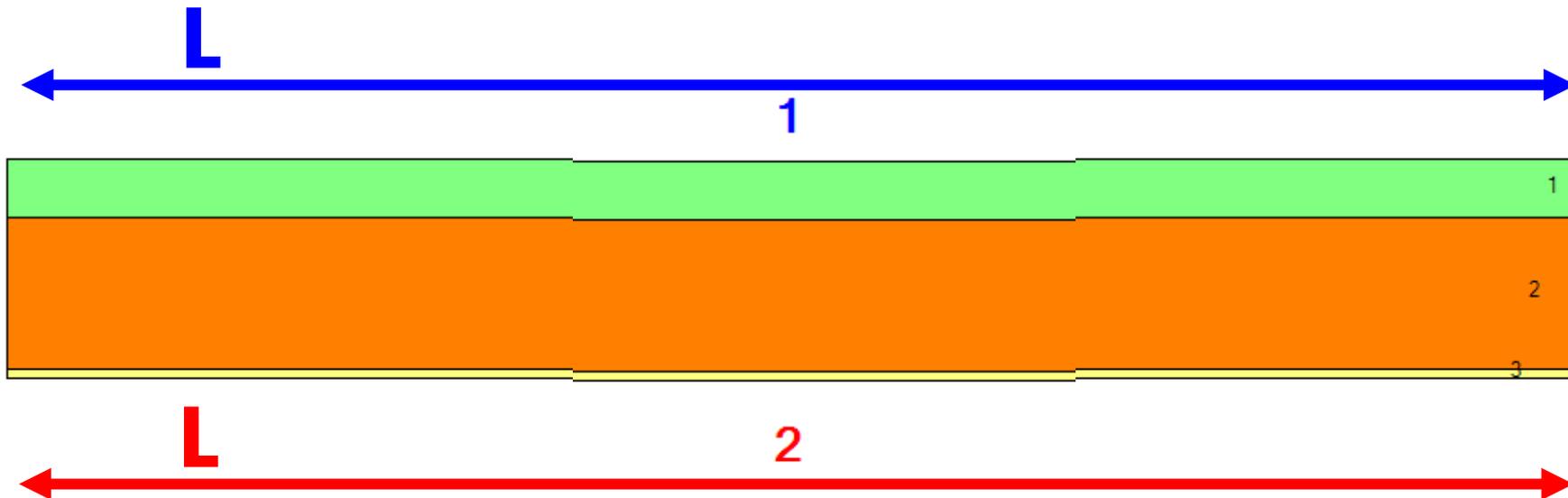
Quanto vale il flusso attraverso il nodo?

$$\text{Flusso} = 14,762 \text{ [W/m]}$$

$$\text{L2D} = \text{Flusso} / \Delta T = 14,762 / (20.0 - 1.1) = 0,781 \text{ [W/mK]}$$

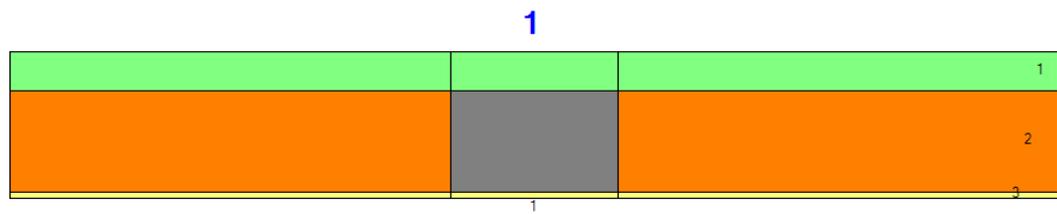
B Quanto vale la dispersione in assenza del ponte termico?

$$\mathbf{Disp.} = U \times A = U \times (L \times 1\text{m}) = 0,760 \text{ [W/mK]}$$

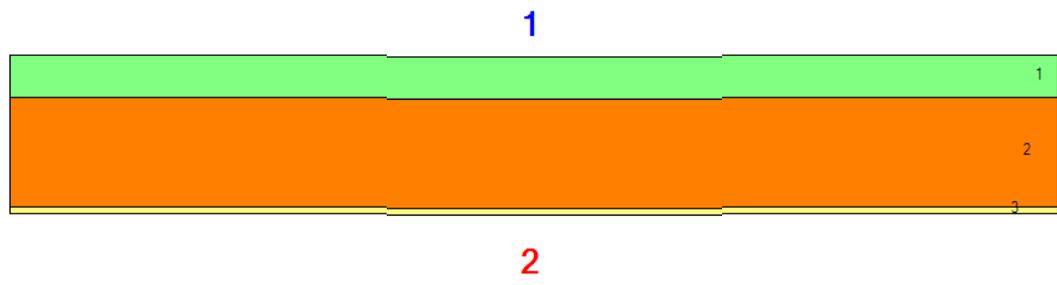


C Quanto pesa energeticamente il pilastro?
Per rispondere confrontiamo il caso A e il caso B

L2D = 0,781 [W/mK]



Disp. = 0,760 [W/mK]



$\Psi = \text{L2D} - \text{Disp.} = 0,021 \text{ [W/mK]}$ **$\Psi_e = \Psi_i$**

Il rischio di formazione di muffa



Spigoli e pilastri



Cassonetti



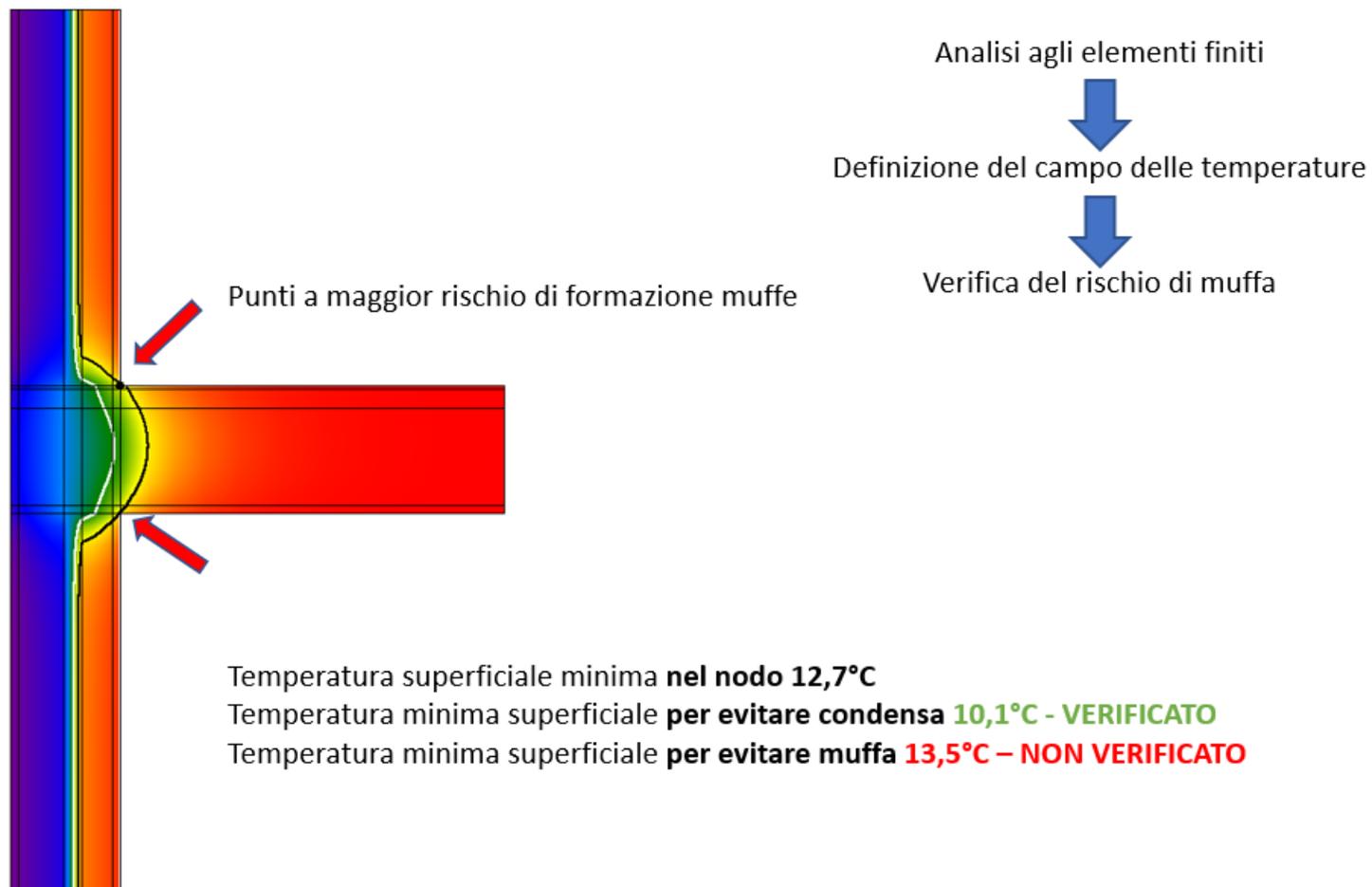
Pareti non isolate

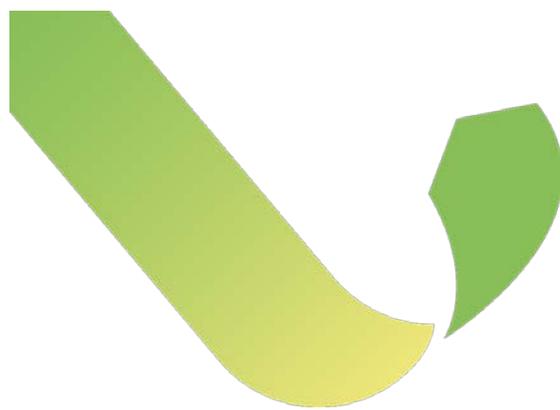


Serramenti

Fonte: TEP srl

Verifica del rischio di muffa sui ponti termici





Grazie per l'attenzione