

# IL PONTE TERMICO: COS'È, COSA NON È, PERCHÈ, QUANDO E QUALI CONSEGUENZE

di  
\* Sergio Pesaresi



Riportiamo di seguito un contributo tratto dal libro  
“I ponti termici nella transizione ecologica”, Maggioli Editore

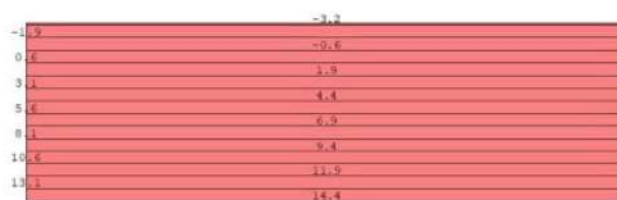
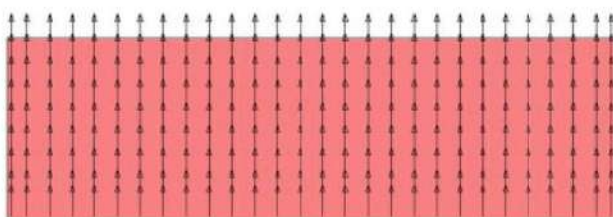
## COS'È IL PONTE TERMICO

Possiamo definire ponte termico la parte dell'involucro di un edificio in cui avviene una perturbazione del flusso termico e, quindi, dell'andamento delle isoterme, con conseguente modifica della temperatura superficiale interna e della portata termica.

O anche che il ponte termico è quella la zona dell'involucro nella quale decadono le ipotesi di flusso termico monodimensionale in regime stazionario.

## PONTE TERMICO - DEFINIZIONI

1. definiamo ponte termico la parte dell'involucro di un edificio in cui avviene una perturbazione del flusso termico e, quindi, dell'andamento delle isoterme, con conseguente modifica della temperatura superficiale interna e della portata termica;
2. definiamo ponte termico quella zona dell'involucro nella quale decadono le ipotesi di flusso termico monodimensionale in regime stazionario;
3. siamo in presenza di ponte termico quando si determina una modifica della temperatura superficiale interna o del flusso termico.



*fig. 1 - Il flusso termico monodimensionale 1D e le isoterme*

Chiamiamo flusso termico monodimensionale il flusso termico quando è perfettamente ortogonale alle superfici interne ed esterne dell'elemento costruttivo. Poiché il flusso di calore è attivato dalla differenza di temperatura fra l'ambiente interno e quello esterno, in condizio-

ni “normali” la direzione del flusso non può che essere costante e perpendicolare alle due facce. Di conseguenza le isoterme, che hanno andamento sempre ortogonale al flusso, non possono che essere parallele alle facce della parete, cioè presentano la sola componente geometrica  $y$ .

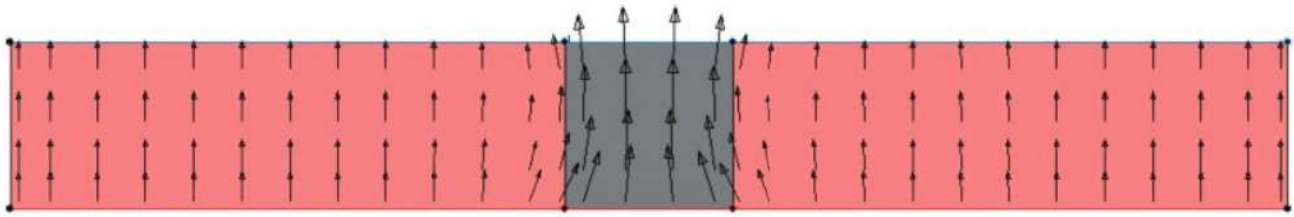


fig. 2 - Flusso di calore bidimensionale 2D

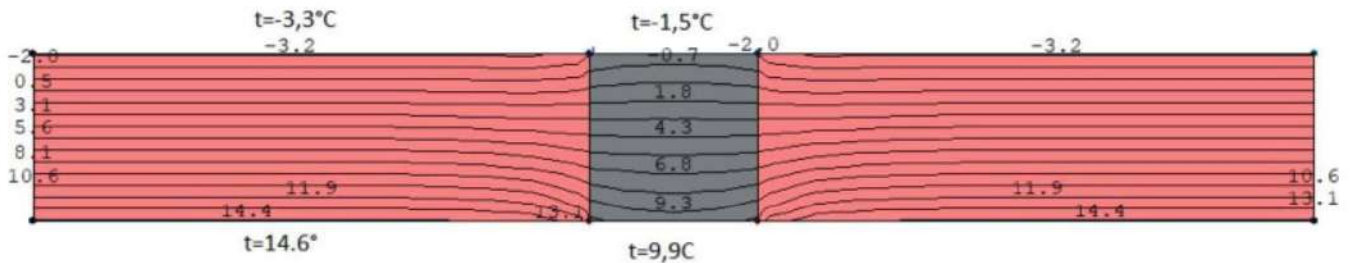


fig. 3 - Andamento delle isoterme in regime bidimensionale 2D

A seguito della perturbazione causata dal ponte termico, in una zona attorno ad esso, il flusso termico assume un andamento curvilineo-planare e quindi “bidimensionale”, cioè rappresentato geometricamente da due componenti  $x$  e  $y$ , quando non addirittura curvilineo-spaziale e quindi “tridimensionale”, cioè rappresentabile geometricamente da tre componenti  $x$ ,  $y$  e  $z$ .

Simmetricamente possiamo dire che siamo in presenza di ponte termico quando si determina una modifica della temperatura superficiale interna o del flusso termico.

Le ipotesi su cui si basa questa teoria sono le seguenti:

- la trasmissione di calore per conduzione avviene in regime stazionario (cioè la differenza di temperatura fra i due ambienti rimane costante nel tempo);
- i materiali che compongono la stratigrafia del componente edilizio sono continui, uniformi e isotropi;
- tutte le proprietà fisiche dei materiali coinvolti sono indipendenti dalla temperatura;
- non ci sono sorgenti di calore all'interno del componente edilizio.

## QUANDO

L'ipotesi di flusso termico monodimensionale è accettabile in tutti gli elementi costruttivi dell'involucro ad eccezione di quando si incontra un ponte termico, cosa che avviene:

- per penetrazione totale o parziale di materiali aventi diversa conduttività (ponte termico strutturale): ad esempio un pilastro o una trave inseriti nella parete;
- per variazione di spessore dell'elemento costruttivo (ponte termico geometrico); ad esempio nelle nicchie dei radiatori sotto la finestra;
- in corrispondenza di angoli fra gli elementi costruttivi (ponte termico geometrico), ad esempio gli angoli di casa.

## CONSEGUENZE

Le conseguenze causate da un ponte termico sono:

- una modifica della temperatura superficiale interna, che comporta
  - il rischio di formazione di condensa superficiale;
  - il rischio di determinare le condizioni

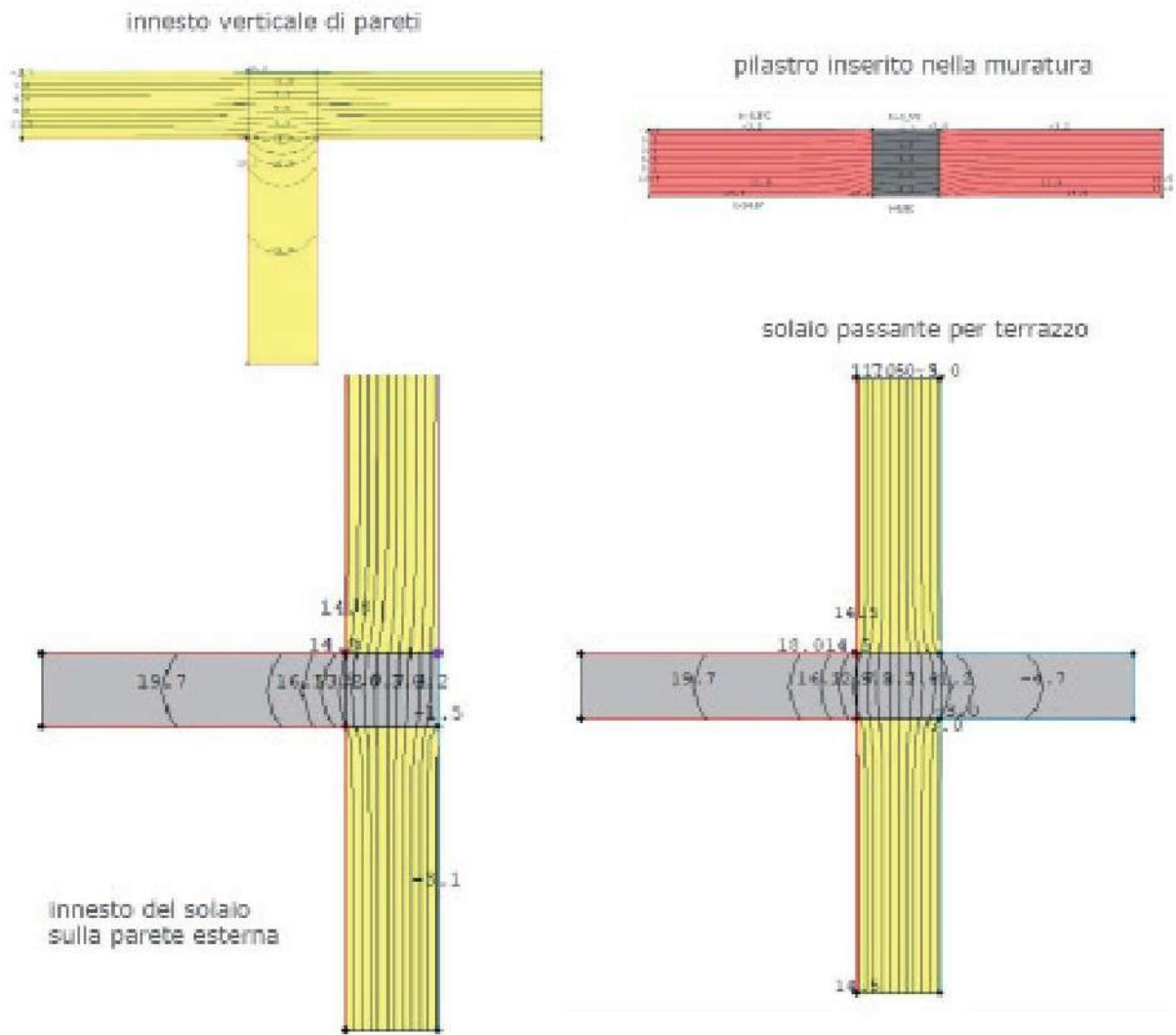


fig. 4 - Ponti termici strutturali

**E**

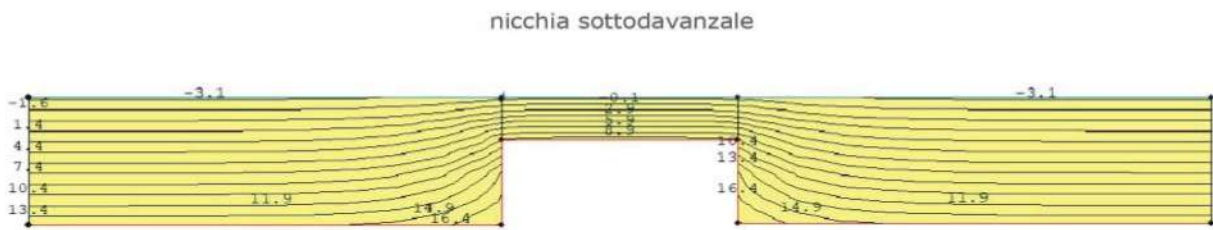


fig. 5 - Ponte termico geometrico\_variazione di sezione

fig. 3.6 - Ponte termico geometrico\_angoli esterni e logge



- adatte all'attecchimento della muffa;
- una diminuzione del comfort abitativo.
- una modifica della densità e portata del flusso termico, che comporta
  - un aumento delle dispersioni termiche;
  - un aumento del fabbisogno energetico dell'edificio.

## COSA NON È

Il concetto e il significato di ponte termico sono rimasti nel tempo sempre piuttosto nebulosi. Sono state date (e si danno tutt'ora) definizioni ambigue o non proprio corrette. È ciò ha alimentato quell'alone di mistero e di confusione che aleggia tutt'ora attorno al nostro. Così come crea confusione confondere o, meglio, identificare un ponte termico unicamente con il parametro  $\Psi$  (che vedremo più avanti) o solo con la sua conseguenza, tra l'altro errata, di au-

mentare le dispersioni termiche.

Cercherò ora di spiegare perché alcune definizioni, anche normative e legislative, non sono corrette e che possono generare confusione o ambiguità.

## Il ponte termico non è la variazione di resistenza termica

La norma europea UNI EN ISO 10211 "Ponti termici in edilizia. Flussi termici e temperature superficiali", definisce così il ponte termico:

**3.1.1 ponte termico:** *parte dell'involucro edilizio dove la resistenza termica, altrove uniforme, cambia in modo significativo, per effetto della compenetrazione totale o parziale di materiali con conduttività termica diversa nell'involucro edilizio, e/o della variazione dello spessore della costruzione, e/o delle differenze tra le aree interne ed esterne, come avviene ad esempio in corrispondenza delle giunzioni tra parete, pavimento e soffitto.*

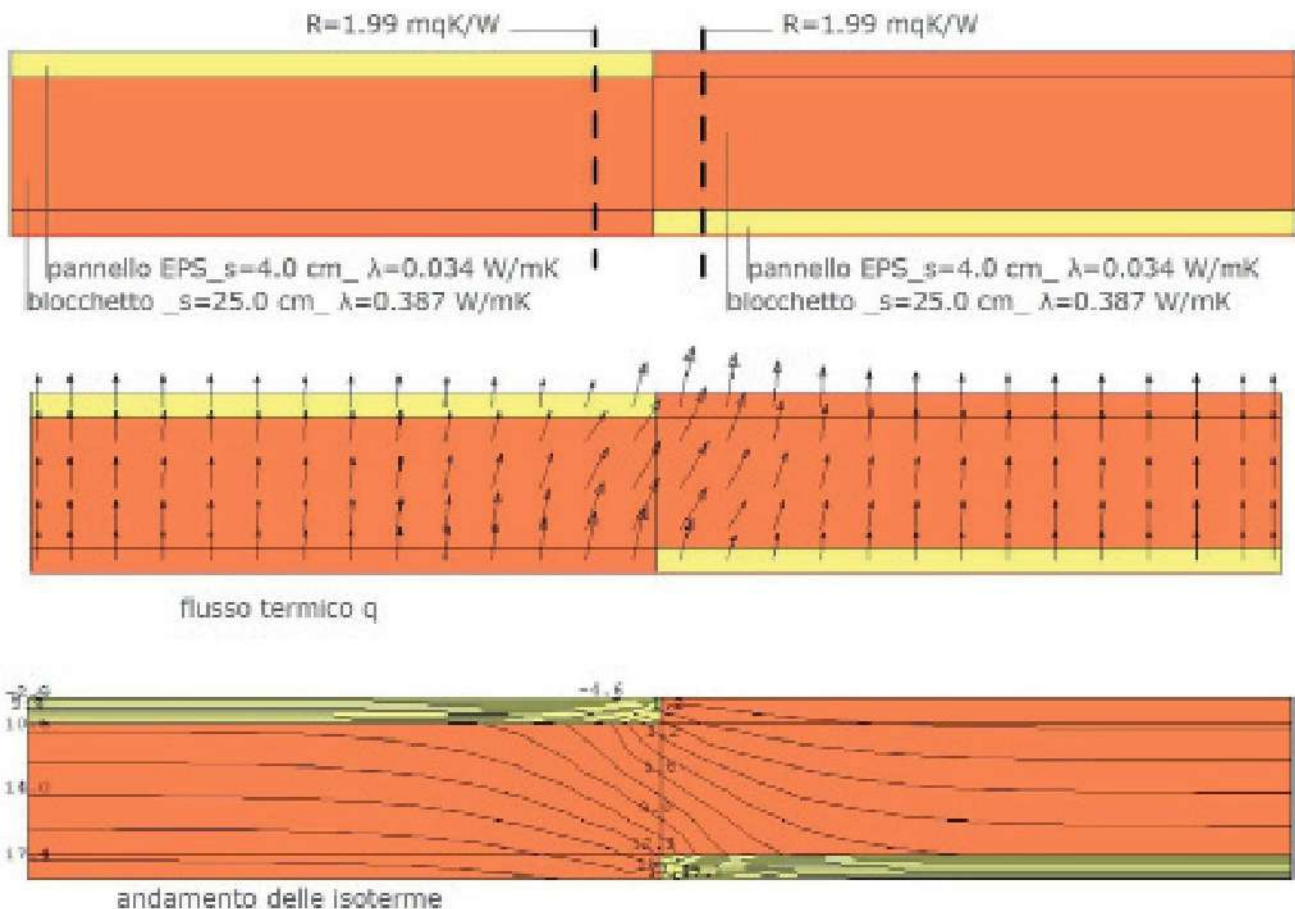


fig. 7 - Il ponte termico non è dovuto alla variazione di resistenza  $R$

La norma imputa quindi la formazione del ponte termico alla variazione della resistenza termica.

Questa definizione non appare corretta, vediamo perché attraverso il cosiddetto “ragionamento per assurdo” che si adotta in fisica e in matematica.

Prendiamo il caso in figura in cui la stratigrafia della parte di parete di destra è esattamente uguale alla stratigrafia della parete di sinistra, con l'unica differenza che risulta “ribaltata” cioè ruotata sul suo asse.

In questa maniera la resistenza termica  $R_t$  delle due parti è esattamente la stessa per cui, secondo la norma, non si dovrebbe determinare un ponte termico. E invece dal risultato del calcolo agli EF riportato in figura possiamo notare che vi è perturbazione del flusso, delle isoterme e quindi modifica della temperatura superficiale interna e anche aumento della dispersione termica!

Si tratta a tutti gli effetti di un ponte termico!

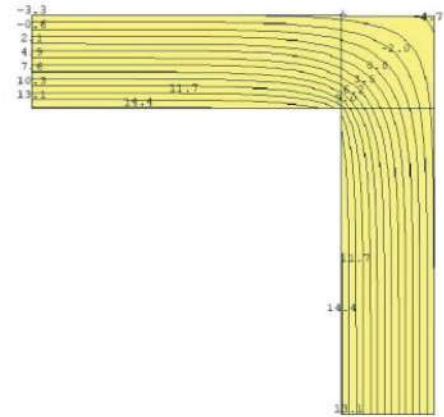
### Un ponte termico non è la discontinuità dell'isolamento termico

Il D. Lgs, 19/08/2005 n. 192 nell'All. A fornisce questa definizione:

*32. **ponte termico** è la discontinuità di isolamento termico che si può verificare in corrispondenza agli innesti di elementi strutturali (solai e pareti verticali o pareti verticali tra loro);*

La definizione di cui al punto 32. imputa la formazione di un ponte termico alla discontinuità di isolamento termico che si può verificare in corrispondenza degli innesti fra due o più elementi strutturali. Anche in questo caso la definizione viene contraddetta sia dall'esempio riportato nella figura precedente<sup>7</sup> dove non ci sono innesti, non c'è discontinuità dell'isolamento, nel senso di diverso valore della trasmittanza  $U$ , e quindi non ci dovrebbe essere un ponte termico che invece c'è, sia nella successiva fig. 8 nella quale invece c'è sì un innesto (nel senso di variazione di direzione dell'asse della parete)

ma non c'è discontinuità di isolamento termico per cui non dovrebbe esserci un ponte termico, che invece c'è.



*fig. 8 - Ponte termico senza variazione di isolamento termico*

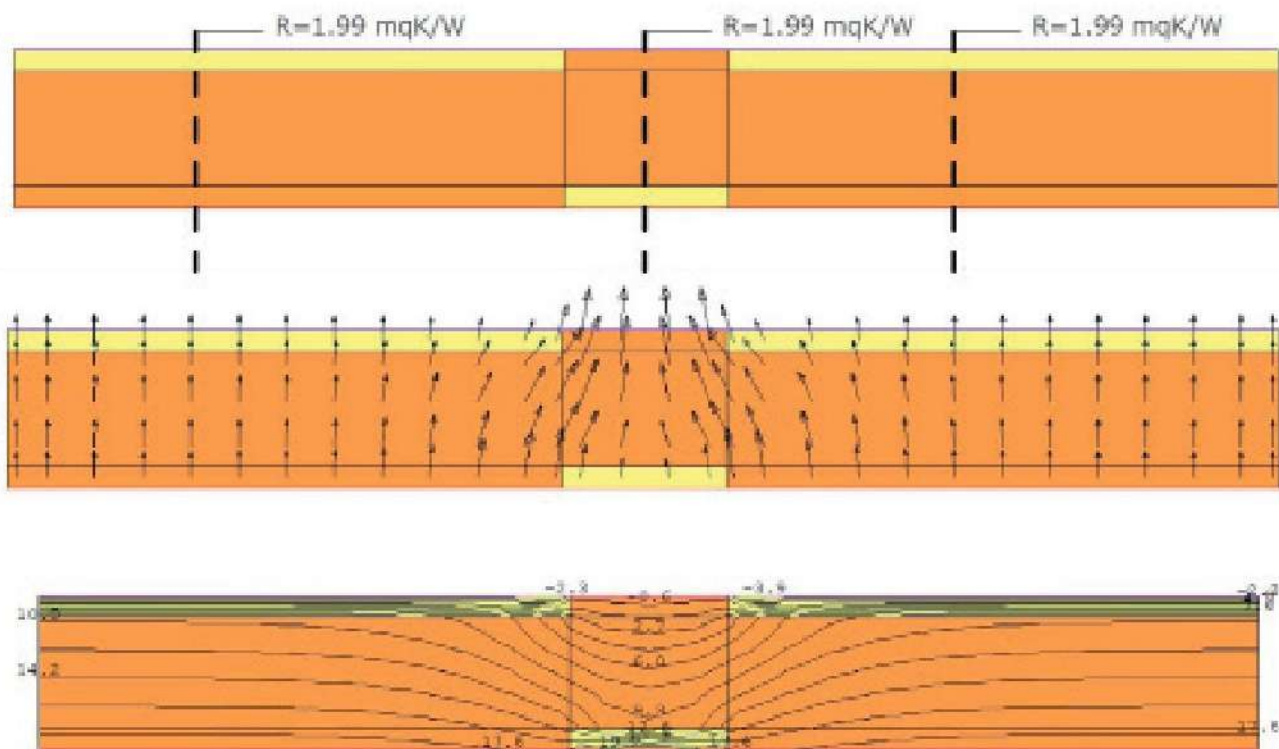
### La variazione della trasmittanza inferiore al 15% non implica che un ponte termico sia necessariamente corretto

Il D. Lgs, 19/08/2005 n. 192 nell'All. A fornisce una seconda definizione:

*33. **ponte termico corretto** è quando la trasmittanza termica della parete fittizia (il tratto di parete esterna in corrispondenza del ponte termico) non supera per più del 15% la trasmittanza termica della parete corrente;*

Ritengo che la definizione 33. di ponte termico corretto non sia pertinente. Infatti è anch'essa contraddetta dall'esempio in figura 7 perché le due trasmittanze termiche sono uguali (cioè differiscono di meno del 15%) ma non è sicuramente il caso di considerare tale ponte termico corretto (che cioè non necessita di intervento di attenuazione) stante le conseguenze in termini di temperatura superficiale e di modifica al flusso termico che ne derivano.

Questa considerazione risulta ancora più chiara utilizzando il caso in fig. 9, in cui l'alternanza della medesima sezione ma con la posizione invertita degli strati pone ancora più in evidenza il disturbo causato al flusso termico e alle isoterme:



*fig. 9 - La variazione di R inferiore al 15% non implica che il ponte termico sia corretto*

## PERCHÈ. LA NATURA DELLE COSE

Il flusso di calore per conduzione all'interno di un corpo solido è innescato dal gradiente termico, ossia dalla differenza di temperatura fra due punti posti ad una certa distanza fra loro. Il flusso di calore procede dal punto più caldo verso quello più freddo.

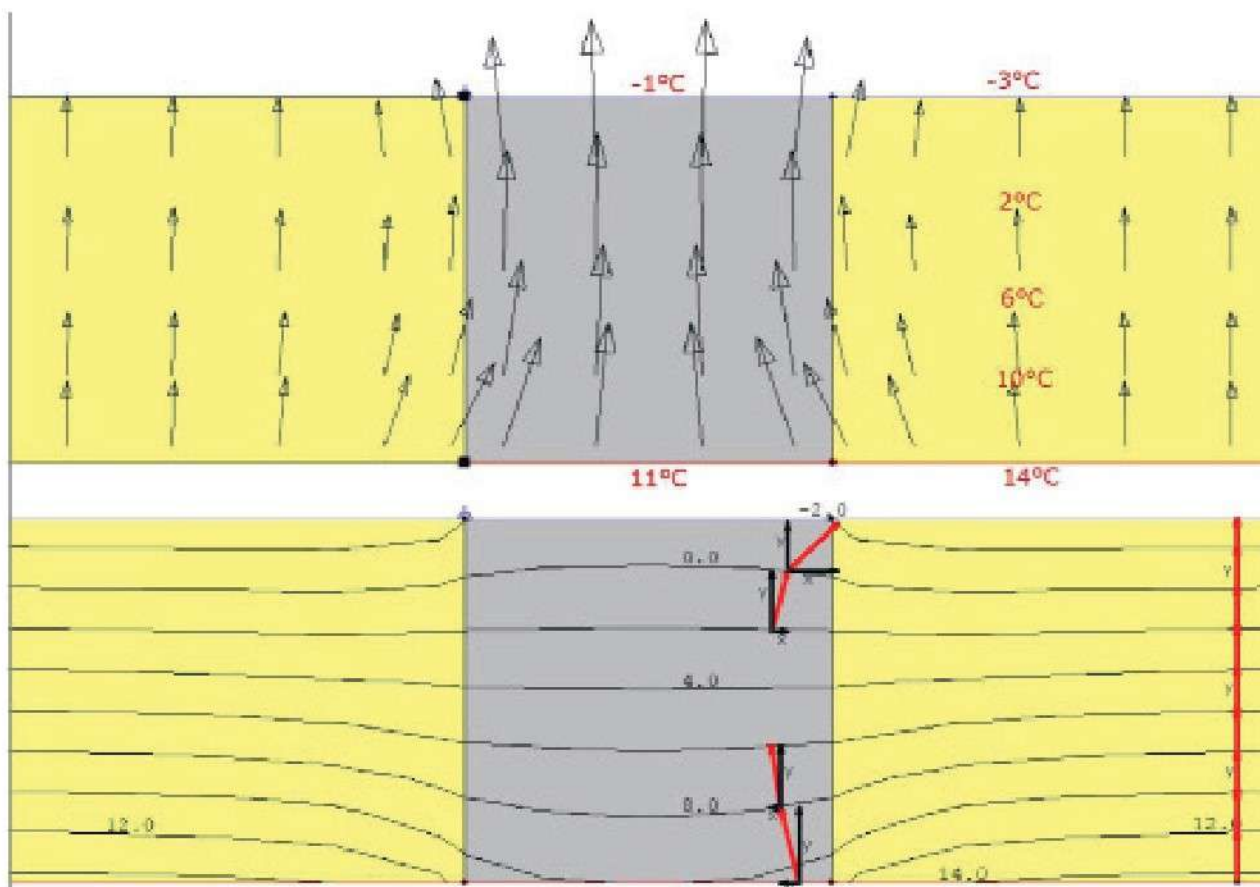
In una sezione di parete "corrente" il flusso si muove perpendicolarmente alla facciata (flusso monodimensionale), attivato dalla differenza di temperatura fra l'interno e l'esterno, con tutti i punti della superficie interna posti alla stessa temperatura e tutti i punti della superficie esterna posti, anch'essi, a una stessa temperatura.

Abbiamo visto che in occasione di un ponte termico la temperatura superficiale interna risulta più bassa di quella della parete corrente circostante, mentre la temperatura superficiale esterna risulta più alta rispetto a quella della parete corrente circostante.

Pertanto, all'approssimarsi del ponte termico, il flusso di calore risente ancora del gradiente termico dato dalla parete fredda esterna ma

anche, contemporaneamente, del gradiente termico determinato dalla presenza di punti più freddi posti nella zona del ponte termico. Per cui il flusso termico risultante (bidimensionale) è dato dalla composizione vettoriale della componente ortogonale lungo l'asse Y (uguale a quello monodimensionale della parete corrente) e della componente X parallela alla facciata. Tale componente aggiuntiva X comporta, pertanto, un aumento della densità e dell'intensità del flusso termico rispetto alla situazione corrente monodimensionale.

In termini "divulgativi" possiamo dire che in corrispondenza del ponte termico il flusso termico aumenta la sua intensità e la sua densità perché "sente" non più solo la parete fredda esterna ma anche i punti freddi interni alla zona di ponte termico e "corre a scaldarli" cioè a trasferire loro calore.



**fig. 10** - La causa della dispersione energetica

## DEFINIZIONI

Al termine di questa disanima, penso sia il caso di definire alcuni concetti.

### PONTE TERMICO - DEFINIZIONI

Poiché le finalità didattiche di questo libro sono dichiaratamente quelle di stimolare una progettazione generale e di dettaglio attenta al tema del risparmio energetico e del comfort abitativo, una progettazione profondamente inserita nella realtà sociale, scientifica e tecnica, declinata in un'ottica prestazionale e non ottusamente prescrittiva, senza alcuna pretesa di scavalcare o di far scavalcare la normativa tecnica e la legislazione vigente, propongo sottovoce queste definizioni di ponte termico a uso e consumo di questo libro e delle sue finalità didattiche:

1. definiamo ponte termico la parte dell'involucro di un edificio in cui avviene una perturbazione del flusso termico e, quindi, dell'andamento delle isoterme, con conseguente modifica della temperatura superficiale interna e della portata termica;
2. definiamo ponte termico quella zona dell'involucro nella quale decadono le ipotesi di flusso termico monodimensionale in regime stazionario;
3. siamo in presenza di ponte termico quando si determina una modifica della temperatura superficiale interna o del flusso termico;
4. Definiamo corretto un ponte termico, quando in ogni suo punto la temperatura superficiale interna  $T_{si}$  risulti maggiore o uguale ai  $17^\circ$ . **E**

\* Ing. Sergio Pesaresi