



TISS srl  
Via Pievaiola, 45 - Perugia

Laboratorio di Termotecnica



## Relazione di calcolo

**Determinazione della resistenza e trasmittanza termica statica, dello sfasamento e della trasmittanza termica dinamica di pacchetti multistrato costituiti da 3 pannelli riflettenti e finitura esterna in Magnesiacore, ai sensi delle UNI EN ISO 6946/2008 e UNI EN ISO 13786/2008**

Committente

**SA.M.E. s.r.l.**

**Via Ferriera, 68 – 06089 – Torgiano (PG)**

**Tel. 075-5996528 – Fax 075-5976846**

**Sito internet: [www.samesrl.com](http://www.samesrl.com)**

Denominazione del campione virtuale:  
(secondo le indicazioni fornite dal committente)

**Triplo pannello ISOLIVING e finitura esterna in Magnesiacore  
SA.M.E. s.r.l.**

Data di emissione: 02/03/2010

Rilasciato da: TISS srl

Luogo: Perugia

Il Responsabile:.....*Giz. Blasi*.....

## Riferimenti normativi

- UNI EN ISO 6946:2008 – Componenti ed elementi per edilizia – Resistenza termica e trasmittanza termica – Metodo di calcolo.
- UNI EN ISO 13786/2008 – Prestazione termica dei componenti per edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche - Metodi di calcolo.

## Caratteristiche geometriche e termofisiche della sezione di calcolo

Il pacchetto oggetto del calcolo (fig. 1) è formato da un pannello esterno (Magnesiacore) composto principalmente da ossido di magnesio, tre pannelli (Isolving) la cui superficie interna ed esterna è ricoperta da materiale basso emissivo e la parete interna che non viene inserita nel calcolo delle proprietà termiche. I pannelli sono intervallati da intercapedini d'aria di spessore pari a 21 mm; lo spessore complessivo del pacchetto è pari a circa **119 mm**.

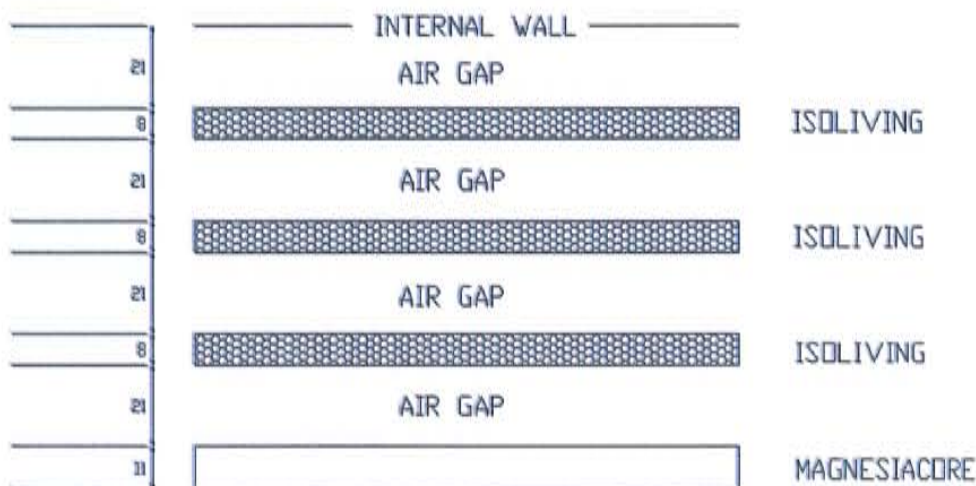


Figura 1 – Stratigrafia della struttura oggetto dell'analisi.

In tab. 1 sono riportate le proprietà termofisiche di ogni singolo componente.

Tabella 1 – Proprietà termofisiche dei componenti del pacchetto.

Strato	Spessore	Conducibilità termica	Densità	Capacità termica	Emissività superficiale
<b>Unità di misura</b>	m	W/mK	kg/m <sup>3</sup>	J/kg K	-
<b>Magnesiacore</b>	0,011	0,216	980	1000*	0,80
<b>Intercapedini d'aria (4)</b>	0,021	**	1,2	1000	-
<b>Isoliving (3)</b>	0,008	0,033	62,0	1865	0,06
<b>Parete interna</b>	-	-	-	-	0,80

\* In assenza di dati specifici del produttore, è stata utilizzata la capacità termica della silice naturale, uno dei costituenti base del pannello Magnesiacore.

\*\* La conducibilità termica equivalente dell'aria viene calcolata successivamente, in funzione delle emissività delle superfici che le delimitano.

## Calcolo della resistenza termica e della trasmittanza termica in condizioni stazionarie

La resistenza termica in condizioni stazionarie  $R$  è calcolata ai sensi della normativa UNI EN ISO 6946, secondo la relazione seguente:

$$R = \sum_j \frac{S_j}{\lambda_j}$$

dove

Spessore dello strato $j$ -esimo	$S_j$	$m$
Conducibilità termica equivalente dello strato $j$ -esimo*	$\lambda_j$	W/mK

Le conducibilità termiche equivalenti sono pari a quelle del materiale stesso per gli strati solidi, mentre per le intercapedini d'aria, la UNI EN ISO 6946 prevede di valutare preliminarmente la resistenza termica con l'espressione:

$$R_g = \frac{1}{h_a + h_r}$$

dove:

- $R_g$  è la resistenza termica dell'intercapedine d'aria;
- $h_a$  è il coefficiente di conduzione/convezione;
- $h_r$  è il coefficiente di irraggiamento.

- $h_a$  è calcolato per flusso termico orizzontale come il più grande tra i due valori: 1,25 W/(m<sup>2</sup> K) e 0,025/d W/(m<sup>2</sup> K), con d spessore dell'intercapedine d'aria nella direzione del flusso termico.
- $h_r$  è dato da:

$$h_r = E h_{r0}$$

con E è l'emittanza tra le due superfici, definita dalla relazione:

$$E = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$$

in cui  $\varepsilon_1$  ed  $\varepsilon_2$  sono le emissività emisferiche delle superfici che delimitano l'intercapedine d'aria.

$h_{r0}$  è il coefficiente di irraggiamento del corpo nero (funzione della temperatura) e i cui valori sono riportati nella tabella che segue.

#### Valori del coefficiente di irraggiamento $h_{r0}$ del corpo nero

Temperatura °C	$h_{r0}$ W/(m <sup>2</sup> · K)
- 10	4,1
0	4,6
10	5,1
20	5,7
30	6,3

Ipotizzando una temperatura dell'intercapedine di 10°C, per le due intercapedini a contatto con le pareti interne ed esterne, si ottengono resistenze termiche pari a: 0,643 m<sup>2</sup>K/W (conducibilità termica equivalente pari a: 0,033 W/mK).

Per le due intercapedine interne, le cui superfici sono entrambe costituite da materiale basso emissivo, il valore della resistenza termica sale 0,709 m<sup>2</sup>K/W (conducibilità termica equivalente pari a: 0,030 W/mK).

La resistenza termica complessiva del pacchetto risulta dunque pari a:

$$R = 3,480 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Il calcolo del valore di trasmittanza termica in condizioni stazionarie  $U$  è stato effettuato ai sensi della normativa UNI EN ISO 6946, utilizzando l'espressione:

$$U = \left( R_i + \sum_j \frac{s_j}{\lambda_j} + R_e \right)^{-1}$$

In cui

<i>Resistenza termica superficiale interna ai sensi della normativa</i>	$R_i$	$m^2K/W$
<i>Resistenza termica superficiale esterna ai sensi della normativa</i>	$R_e$	$m^2K/W$

Le resistenze termiche superficiali che compaiono nel calcolo sono pari a  $0,04 m^2K/W$  per la parete esposta verso l'esterno e  $0,13 m^2K/W$  per la parete esposta verso l'interno.

Pertanto, il valore della trasmittanza complessiva del pacchetto in condizioni stazionarie è pari a:

$$U = 0,274 W/m^2K$$

## Calcolo dello sfasamento e della trasmittanza termica dinamica

Le caratteristiche termiche in regime dinamico di un componente edilizio descrivono il comportamento termico del componente soggetto a condizioni al contorno variabili ovvero flusso termico variabile o temperatura variabile su una o entrambe le facce. Nella UNI EN ISO 13786/2008 sono considerate condizioni al contorno variabili solo con andamento sinusoidale: i confini del sistema sono considerati sottoposti a variazioni sinusoidali di temperatura o di flusso termico.

Le proprietà termiche considerate sono le ammettenze termiche e le proprietà termiche di trasferimento dinamico, che mettono in relazione un flusso termico variabile ciclicamente con variazioni cicliche di temperatura. Il fattore di decremento (o coefficiente di attenuazione) quantifica la proprietà di accumulo termico di un componente; il ritardo del fattore di decremento correla i valori delle grandezze fisiche su una faccia del componente con quelle in corrispondenza dell'altra faccia.

La normativa fornisce un metodo di calcolo semplificato per i componenti piani costituiti da strati piani di materiali edilizi omogenei o sostanzialmente omogenei, pertanto, nel calcolo si è approssimato il pacchetto come costituito da una stratigrafia a piani paralleli omogenei.

La definizione delle caratteristiche termiche dinamiche e le espressioni per il calcolo di queste sono valide per qualsiasi periodo delle variazioni termiche. I valori delle caratteristiche termiche dinamiche dipendono dai periodi.

Periodi di tempo pratici sono:

- un'ora (3 600 s), che corrisponde a variazioni temporali ridotte, come quelle relative a sistemi di controllo della temperatura;
- un giorno (86 400 s), corrispondente a variazioni meteorologiche e di temperatura giornaliere;
- una settimana (604 800 s), corrispondente a medie a termine più lungo dell'edificio;
- un anno (31 556 926 s), utile per il trattamento dello scambio termico attraverso il terreno.

Nel caso in esame si è scelto di stimare le caratteristiche dinamiche in corrispondenza di variazioni giornaliere. Per ogni componente della stratigrafia, i dati richiesti per calcolare le caratteristiche termiche dinamiche sono:

- la conducibilità termica;
- la capacità termica;
- la densità;
- lo spessore.

Applicando la procedura dettata dalla UNI EN ISO 13786/2008 è stato valutato il modulo della trasmissione termica dinamica ovvero, il parametro che definisce la trasmissione termica in regime dinamico del componente, legando le variazioni di flusso termico specifico sul lato interno alle variazioni di temperatura sulla faccia esterna:

$$|Y_{12}| = 0,272$$

Inoltre, è stato valutato il valore dello sfasamento (in ore) della trasmissione termica periodica (fattore di sfasamento), che rappresenta il ritardo temporale (in ore) che esiste fra l'oscillazione del flusso termico avvenuta sulla faccia interna della parete e la corrispondente oscillazione della temperatura sul lato esterno. La sua espressione è data dalla relazione seguente:

$$\varphi = \frac{T}{2\pi} \arg(Y_{12})$$

dove T è il periodo in esame e l'argomento è calcolato nell'intervallo tra  $-2\pi$  e 0.

Nel caso in esame, si ottiene:

$$\varphi = 0,8 \text{ h}$$

**Data di emissione:** 02/03/2010

Rilasciato da: TISS srl

**Luogo:** Perugia

Il Responsabile:.....

