




# RAPPORTO DI PROVA

| SQM\_415\_2017 |

**VALUTAZIONE NUMERICA DEL CONTRIBUTO ALLA TRASMITTANZA TERMICA DI PARETE OPACA VERTICALE (UNI EN ISO 6946) DI UN CICLO TERMICO PER INTERNI PRODOTTO DALLA DITTA "TECNOSTUK S.R.L.", BELLUSCO (MB).**

LUOGO E DATA DI EMISSIONE:	Faenza, 31/01/2018
COMMITTENTE:	<b>Tecnostuk S.r.L.</b>
STABILIMENTO:	Via dell' Artigianato 17/21-20882 BELLUSCO (MB)
SEDE LEGALE:	Via Mazzini 16- 24121 BERGAMO (BG)
TIPO DI PRODOTTO:	<i>Ciclo termico per interni</i>
NORMATIVE APPLICATE:	P.O.I.
DATA RICEVIMENTO CAMPIONI:	13/12/2017
DATA ESECUZIONE PROVE:	Gennaio 2018
PROVE ESEGUITE PRESSO:	CertiMaC, Faenza

NOTA: I risultati contenuti nel presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto alle prove di seguito descritte. E' inoltre ad uso esclusivo del Committente nell'ambito dei limiti previsti dalla normativa cogente e non può essere ri-prodotto (in forma cartacea o digitale) parzialmente, senza l'approvazione scritta del laboratorio.

Esecuzione	Redazione	Approvazione
<i>_Ing. Giulia De Aloysio_</i> 	<i>_Ing. Giulia De Aloysio_</i> 	<i>_Ing. Luca Laghi_</i> 
Revisione -		Pagina 1 di 8

## 1 Introduzione

Il presente rapporto ha come oggetto la valutazione numerica del contributo fornito dal ciclo termico per interni al valore di Resistenza e di Trasmittanza Termiche di pareti opache verticali, richiesta al laboratorio Certimac di Faenza (RA) dal Committente (Rif. 2-a, 2-b).

La valutazione è stata sviluppata ai sensi della procedura di calcolo riportata nella norma di cui al Rif. 2-c, sulla base dei metodi messi a punto di cui al Rif. 2-d applicandola a due differenti tipologie di sistemi in muratura ed a partire dai valori sperimentali di conducibilità termica e di emissività misurati su campioni di rivestimento multistrato per muratura (Rif. 2-e, h).

## 2 Riferimenti

- a. Preventivo: Prot 17275/lab del 24/10/2017
- b. Conferma d'ordine: e-mail del 27/11/2017.
- c. Norma UNI EN 6946:2008. Componenti ed elementi per edilizia. Resistenza termica e trasmittanza termica. Metodo di calcolo.
- d. Rapporto di Calibrazione CertiMaC 040219-C-17/Rev01 del 10/03/2009. Calibrazione di un Modello Bidimensionale per il Calcolo della Conducibilità Equivalente di un Mattone per Muratura.
- e. Rapporto di prova SQM\_412\_2017 del 30/01/2018: "Determinazione sperimentale della conducibilità termica (Norma UNI EN 1745 e ASTM E 1530) di un ciclo termico per interni prodotto dalla ditta "Tecnostuk S.r.l.", Bellusco (MB)
- f. Norma UNI EN 1745:2012. Muratura e prodotti per muratura. Metodi per determinare i valori termici di progetto.
- g. Norma UNI 10355:1994. Murature e Solai. Valori della resistenza Termica e Metodo di Calcolo.
- h. Rapporto di prova SQM\_413\_2017 del 30/01/2018 "Determinazione sperimentale della riflettanza solare (norma ASTM 1980-11 e dell'emissività termica (norma ASTM C 1371-04a) di un ciclo termico per interni prodotto dalla ditta "Tecnostuk S.r.l.", Bellusco(MB)

## 3 Oggetto della prova

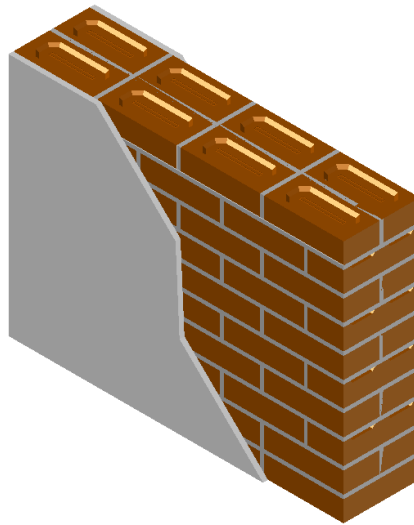
Il calcolo è stato effettuato per il suddetto prodotto, supponendolo montato su due differenti tipologie di muratura:

Rev. --	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 2 di 8
	_Ing. Giulia De Aloysio_	_Ing. Giulia De Aloysio_	_Ing. Luca Laghi_	SQM_415_2017

1 – Muratura “Tradizionale” tipica del patrimonio edilizio esistente anni ‘60-’70 – Parete A: sistema costituito da muratura a due teste formato da mattoni pieni in laterizio, giunti di malta orizzontali e verticali ed intonaci interno ed esterno a base di calce e gesso (Figura 1).

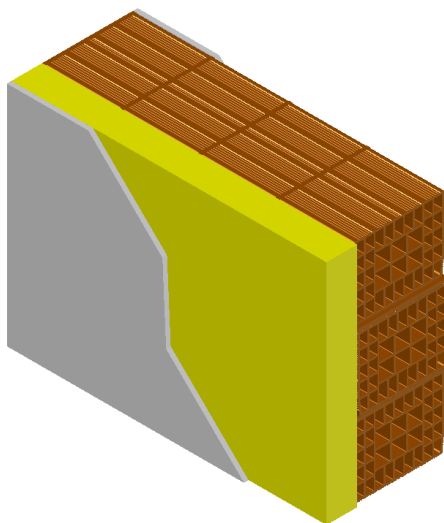
2 – Muratura di Moderna Concezione tipica del patrimonio edilizio di nuova Costruzione (conforme ai Req. Richiesti dai D.Lgs. 192/'05 e 311/'06) – Parete B: sistema costituito da mattone in laterizio forato, rettificato, porizzato e predisposto per giunti verticali ad incastro, strato isolante ed intonaci interno ed esterno a base di calce e gesso e termoisolante (Figura 2).

Su tali sistemi di muratura si valuta la variazione di prestazione termica dovuta alla presenza del rivestimento ceramico termoisolante posto internamente alla muratura, al fine di valutarne il potenziale applicativo nei casi di riqualificazione di edifici esistenti o di edifici di nuova costruzione. Le valutazioni sono da ritenersi valide entro i limiti di accuratezza dei limiti di calcolo imposti dalle normative vigenti e solo ed esclusivamente per le “stratigrafie” considerate che schematizzano strutture murarie tipiche del patrimonio edilizio italiano nei due casi suddetti.



**Figura 1. Esempio 3D di Muratura “Tradizionale” – Parete A**

Rev. --	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 3 di 8
	_Ing. Giulia De Aloysio_	_Ing. Giulia De Aloysio_	_Ing. Luca Laghi_	SQM_415_2017



**Figura 2. Esempio 3D di Muratura di “Nuova Concezione” – Parete B**

Si fa inoltre riferimento per la realizzazione dei calcoli alla conducibilità termica equivalente di malta, intonaci e mattoni, determinata a partire dalle tabelle delle norme di cui al Rif. 2-f e 2-g e per quel che riguarda il ciclo termico per interni dalle misure sperimentali contenute nel Rapporto di Prova di cui al Rif. 2-e, come valor minimo delle misure effettuate, in modo da restituire il valore massimo possibile in termini di resistenza termica.

Infine, i valori termici calcolati fanno riferimento allo stato secco (*dry*) e non alla condizione di progetto (*wet*) in quanto l'obiettivo del calcolo è effettuare un'analisi comparativa senza indagare i valori assoluti di performance, da cui decade l'importanza dei valori di progetto per i quali occorre tener conto anche dell'umidità presente all'interno delle strutture.

## 4 Metodologia di calcolo

### 4.1 Dati di Input

Sulla base delle indicazioni fornite dal Committente e delle ipotesi fatte, riportate in sintesi in Tabella 1, si sono sviluppati i calcoli considerando, sulla base dei due sistemi di parete sopra riportati, la seguente serie di ipotesi:

#### Parete A (Tabella 1):

- Muratura a due teste in mattoni pieni in laterizio – prospetto 1 muratura tipo 1.1.02-c norma Rif. 2-g;
- Giunti di malta (sia orizzontali che verticali).
- Intonaci interno ed esterno a base di calce e gesso (prospetto A.12, norma rif. 2-f).

Rev. --	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 4 di 8
	_Ing. Giulia De Aloysio_	_Ing. Giulia De Aloysio_	_Ing. Luca Laghi_	SQM_415_2017

Dati di input del calcolo – Parete A		
	Caratteristiche Dimensionali (mm)	Proprietà termiche:
Mattone in Laterizio Pieno + Giunti di malta Tradizionale	<b>275x150x55</b> Spessore Giunti = 12	<b>Resistenza Termica</b> <b>0.47 m<sup>2</sup>K/W</b>
Intonaco a Base calce e gesso	Spessore = 15	<b>Conducibilità Termica</b> <b>0.700 W/mK</b>

**Tabella 1. Dati utilizzati per l'esecuzione del calcolo – Parete A**

Parete B (Tabella 2):

- Muratura costituita da mattoni in laterizio forati, porizzati, rettificati e predisposti per giunti ad incastro verticali;
- Giunti di malta assenti;
- Isolante generico;
- Intonaci interno ed esterno con caratteristiche termoisolanti.

Dati di input del calcolo – Parete B		
	Caratteristiche Dimensionali (mm)	Conducibilità Termica (W/mK)
Mattone in Laterizio Forato	<b>300x180x170</b>	<b>0.208</b>
Giunti di malta	-	-
Pannello Isolante	Spessore = <b>100</b>	<b>0.045</b>
Intonaco termoisolante	Spessore = <b>15</b>	<b>0.200</b>

**Tabella 2. Dati utilizzati per l'esecuzione del calcolo – Parete B**

A tali dati di input ipotizzati od estrapolati dalle normative cogenti di riferimento, si aggiunge il valore di conducibilità termica sperimentalmente determinato per il rivestimento (Rif. 2-e) che si considera mediamente applicata ad uno spessore nominale di **4mm** e che presenta una conducibilità termica minima valutata a 10 °C, pari a **0.062 W/mK**.

## 4.2 Condizioni al contorno

Secondo quanto previsto dalla norma del Rif. 2-c i valori di resistenza termica superficiale (o liminare) interna ed esterna del mattone costituiscono le condizioni al contorno. Questi valori tengono conto dei fenomeni di convezione ed irraggiamento che si hanno sulle superfici del mattone e vengono così valutati sulla base delle indicazioni fornite dal par. 5.2 dell'Appendice A della norma del Rif. 2-c:

**Resistenza Superficiale Interna:  $R_{si} = 0.13 \text{ (m}^2\text{K/W)}$**

**Resistenza Superficiale Esterna:  $R_{se} = 0.04 \text{ (m}^2\text{K/W)}$**

Rev. --	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 5 di 8
	_Ing. Giulia De Aloysio_	_Ing. Giulia De Aloysio_	_Ing. Luca Laghi_	SQM_415_2017

Tali valori fanno riferimento alla seguente condizione di lavoro per la parete posta tra due ambienti, quello esterno a **0°C** e quello interno a **20°C**.

Sulla base delle prove sperimentate effettuate (Rif 2-h) si è valutata la resistenza superficiale interna in corrispondenza di un valore di emissività pari a  $\epsilon=0.60$ . Il valore di  $R_{si}$  risultante è pari a **0.1687 m<sup>2</sup>K/W**, mentre il valore di  $R_{se}$  risultante è pari a **0.0427 m<sup>2</sup>K/W**, pari a un incremento percentuale rispettivamente del 29.8 e del 6.75 % rispetto ai valori standard.

### 4.3 Metodologia di Calcolo

Il calcolo è stato portato a termine sulla base dei requisiti previsti dalla norma 2-c, utilizzando le convenzioni classiche della fisica tecnica e implementando cioè il principio dell'analogia elettrica secondo cui valgono le relazioni di serie e parallelo di resistenze all'interno di una rete elettrica. L'analogia vede lo stesso fenomeno, ma considera resistenze termiche definite dalla relazione (1) tra lo spessore dello strato considerato e la conducibilità termica del materiale di cui è costituito.

$$R_s = \frac{s}{\lambda} \quad (1)$$

### 4.4 Calcolo della Trasmittanza Termica delle pareti A e B standard

Sulla base dei dati e delle ipotesi fornite ai paragrafi precedenti, è stato possibile valutare Resistenza e Trasmittanza Termica delle pareti A e B considerate in condizioni standard, ossia senza considerare l'applicazione del rivestimento multistrato (Tabella 3), da cui risulta:

Prestazione TERMICA Pareti Standard			
Oggetto del Calcolo	Tipo di Parete	Resistenza Termica R (m <sup>2</sup> K/W)	Trasmittanza Termica U (W/m <sup>2</sup> K)
1- Parete Opaca Verticale	A	0.674	1.484
1- Parete Opaca Verticale	B	3.982	0.251

Tabella 3. Prestazione Termica Pareti Standard

## 5 Valutazione del contributo del ciclo multistrato alla Trasmittanza U di muratura

Sulla base dei risultati ottenuti in Tabella 3 e di quanto esposto al Par. 4.1 è possibile valutare in termini quantitativi rivestimento multistrato sulla trasmittanza di muratura nel caso di:

Rev. --	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 6 di 8
	_Ing. Giulia De Aloysio_	_Ing. Giulia De Aloysio_	_Ing. Luca Laghi_	SQM_415_2017

- Parete Tradizionale – Parete A;
- Parete di Nuova Concezione – Parete B.

In Tabella 4 si riportano i risultati, in termini di trasmittanza termica, ottenuti nei casi sopraelencati grazie all'applicazione del rivestimento nel caso di applicazione solo sul lato interno e successivamente, in Tabella 5 si riportano i risultati ottenuti a seguito dell'applicazione del ciclo termico anche sul lato esterno:

TRASMITTANZA TERMICA				
Oggetto del Calcolo	Tipo di Parete	Resistenza Termica R (m <sup>2</sup> K/W)	Trasmittanza Termica U (W/m <sup>2</sup> K)	Variazione % rispetto al Valore standard U
1- Parete Opaca Verticale	A	0.780	1.282	-13.6
1- Parete Opaca Verticale	B	4.088	0.245	-2.6

Tabella 4. Prestazione Termica Pareti con ciclo termico applicato solo internamente

TRASMITTANZA TERMICA				
Oggetto del Calcolo	Tipo di Parete	Resistenza Termica R (m <sup>2</sup> K/W)	Trasmittanza Termica U (W/m <sup>2</sup> K)	Variazione % rispetto al Valore standard U
1- Parete Opaca Verticale	A	0.844	1.184	-20.2
1- Parete Opaca Verticale	B	4.152	0.241	-4.1

Tabella 5. Prestazione Termica Pareti con ciclo termico applicato sia internamente che esternamente

## 6 Conclusioni

A livello generale si può concludere che lo strato di rivestimento deposto a tali spessori e con tali prestazioni termiche consente di ottenere un miglioramento della prestazione termica e tale incidenza diminuisce, come si poteva ipotizzare, quanto più la parete è termicamente prestante (Parete B). Infatti nel caso di edifici di nuova costruzione il rivestimento non sembra poter dare, a livello di scambio termico stazionario, un contributo estremamente rilevante (-2.6%). Viceversa, nel caso di riqualificazione di edifici esistenti (Parete A), il miglioramento è dell'ordine del 13.6%, nel caso di applicazione del prodotto sul lato interno, mentre del 20.2% se il prodotto venisse applicato sia sul lato interno che su quello esterno e quindi può costituire una buona soluzione di *retrofitting* a limitato impatto in termini di spessore.

Rev. --	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 7 di 8
	_Ing. Giulia De Aloysio_	_Ing. Giulia De Aloysio_	_Ing. Luca Laghi_	SQM_415_2017

## 7 Lista di distribuzione

<b>ENEA</b>	Archivio	1 copia
<b>CertiMaC</b>	Archivio	1 copia
<b>Committente</b>	Tecnostuk S.r.l.	1 copia

Rev. --	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 8 di 8
	_Ing. Giulia De Aloysio_	_Ing. Giulia De Aloysio_	_Ing. Luca Laghi_	SQM_415_2017