



# ISTITUTO GIORDANO



Istituto Giordano S.p.A.  
Via Rossini, 2 - 47814 Bellaria-Igea Marina (RN) - Italy  
Tel. +39 0541 343030 - Fax +39 0541 345540  
istitutogiordano@giordano.it - [www.giordano.it](http://www.giordano.it)  
Cod. Fisc./ P.IVA 00 549 540 409 - Cap. Soc. € 1.500.000 i.v.  
R.E.A. c/o C.C.I.A.A. (RN) 156766  
Registro Imprese di Rimini n. 00 549 540 409  
Organismo Europeo notificato n. 0407  
Accreditamenti: SINCERT (057A e 082B) - SIT (20)

#### RICONOSCIMENTI DA MINISTERI ITALIANI:

- Legge 1086/71 con D.M. 27/11/82 n. 22913 "Prove sui materiali da costruzione".
- Decreto 21/07/06 "Certificazione CE per le unità da dipinto".
- D.M. 04/08/94 "Certificazione CEE sulle macchine".
- Notifica n. 757890 del 15/12/98 "Certificazione CEE per gli apparecchi a gas".
- D.M. 09/07/93 "Certificazione CEE in materia di recipienti semplici a pressione".
- D.M. 08/07/93 "Certificazione CEE concernente la sicurezza dei giocattoli".
- Incarichi di verifica della sicurezza e conformità dai prodotti nell'ambito della sorveglianza sul mercato e tutela del consumatore.
- D.M. 02/04/98 "Rilascio di attestazioni di conformità delle caratteristiche e prestazioni energetiche dei componenti degli edifici e degli impianti".
- Legge 818/84 e D.M. 26/03/85 con autorizzazione del 21/03/86 "Prove di reazione al fuoco secondo D.M. 26/06/84".
- Legge 818/84 e D.M. 26/03/85 con autorizzazione del 03/07/92 "Prove di resistenza al fuoco secondo Circolare n. 7 del 02/04/91 norma CNVVF/CCI UNI 9723".
- Legge 818/84 e D.M. 26/03/85 con autorizzazione del 08/02/08 "Prove di resistenza al fuoco ai sensi del D.M. 21/06/04 e del D.M. 16/02/07".
- Legge 46/82 con D.M. 09/10/85 "Immissione nell'albo dei laboratori autorizzati a svolgere ricerche di carattere applicativo a favore delle piccole e medie industrie".
- Protocollo n. 116 del 27/03/87 "Iscrizione allo Schedario Anagrafe Nazionale delle ricerche con codice N.E0490Y9Y".
- Decreto 24/05/02 "Certificazione CE di rispondenza della conformità delle attrezzature a pressione".
- Decreto 13/12/04 "Certificazione di conformità di attrezzature a pressione trasportabili".
- Decreto 14/02/02 "Certificazione CE di conformità in materia di emissione acustica ambientale per macchine e attrezzature".
- Decreto 05/02/03 "Esecuzione delle procedure di valutazione della conformità dell'equipaggiamento marittimo".
- Decreto 17/09/04 "Certificazione CE sugli ascensori e componenti di sicurezza".
- Notifica per le attività di attestazione della conformità alle norme armonizzate della Direttiva 89/106/CE sui prodotti da costruzione.
- Decreto 20/01/05 "Verifiche di prova su dispositivi medici".
- D.Lgs. 02/02/07 n. 22 "Certificazione ai sensi della Direttiva 2004/22/CE (MID) di contatori per energia elettrica di corrente alternata (c.a.) monofase e trifase e di contatori volumetrici di gas a membrana".
- Decreto 11/09/07 "Certificazione CE di dispositivi di protezione individuale".
- Decreto 10/12/07 n. 218 "Certificazione del processo di produzione del conglomerato cementizio prodotto con processo industrializzato".

#### RICONOSCIMENTI DA ENTI TERZI:

- SINCERT: Accreditamenti n. 057A del 19/02/00 "Organismo di certificazione di sistemi di gestione per la qualità" e n. 082B del 12/04/06 "Organismo di certificazione di prodotto".
- SIT: Accreditamento Centro multisede n. 20 (Bellaria - Pomezia) per grandezze termometriche ed elettriche.
- ICIM: "Prove di laboratorio nell'ambito degli schemi di Certificazione di Prodotto".
- IMQ: "Prove di laboratorio nell'ambito degli schemi di Certificazione di Prodotto per carne fumate".
- UNCSAAL: Riconoscimento del 26/03/85 "Laboratorio per le prove di certificazione UNCSAAL su serramenti e lacciate continue".
- KEYMARK per isolanti termici: "Misure di conduttività termica per materiali isolanti".
- IFT: "Prove di laboratorio e sorveglianza in azienda nell'ambito degli schemi di Certificazione di Prodotto per porte, finestre, chiusure oscuranti (antifurto) e serramenti".
- EFSG: "Prove di laboratorio su casseforti e altri mezzi di custodia".
- AENOR: "Valutazione della conformità ai fini della marcatura CE per alcuni prodotti inerenti la direttiva prodotti da costruzione".
- VTT - Finlandia: "Valutazione della conformità ai fini della marcatura CE per alcuni prodotti inerenti la direttiva prodotti da costruzione".
- C.C.I.A.A. Rimini: 28/01/04 "Verifica periodica dell'affidabilità metrologica di strumenti metrici in materia di commercio".
- FBTVKF - Svizzera: "Laboratorio di riferimento per le prove di resistenza al fuoco di componenti edilizi".

## RELAZIONE DI CALCOLO N. 279353

**Luogo e data di emissione:** Bellaria-Igea Marina - Italia, 23/02/2011

**Committente:** S.A.C.M.E. SERVICE S.r.l. - Via I Maggio, 85 - 33082 AZZANO DECIMO (PN) - Italia

**Data della richiesta del calcolo:** 20/01/2011

**Numero e data della commessa:** 51546, 21/01/2011

**Data del ricevimento del campione:** 10/12/2010

**Data del ricevimento del disegno:** 25/01/2011

**Data dell'esecuzione del calcolo:** dal 07/02/2011 al 21/02/2011

**Oggetto del calcolo:** determinazione delle proprietà termiche di elementi per muratura e di murature secondo la norma UNI EN 1745:2005 utilizzando il metodo di calcolo agli elementi finiti e determinazione delle caratteristiche termiche dinamiche di murature secondo la norma UNI EN ISO 13786:2008

**Luogo del calcolo:** Istituto Giordano S.p.A. - Blocco 2 - Via Rossini, 2 - 47814 Bellaria-Igea Marina (RN) - Italia

**Provenienza del campione:** campionato e fornito dalla ditta MEDICO S.r.l. - Contrada Grotta dell'Acqua, 340/A - 70043 Monopoli (BA) - Italia

**Identificazione del campione in accettazione:** n. 2010/2921-1

#### CLAUSOLE:

Il presente documento si riferisce solamente al campione o materiale sottoposto a prova.  
Il presente documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta dell'Istituto Giordano.



La presente relazione di calcolo è composta da n. 15 fogli.

Foglio  
n. 1 di 15

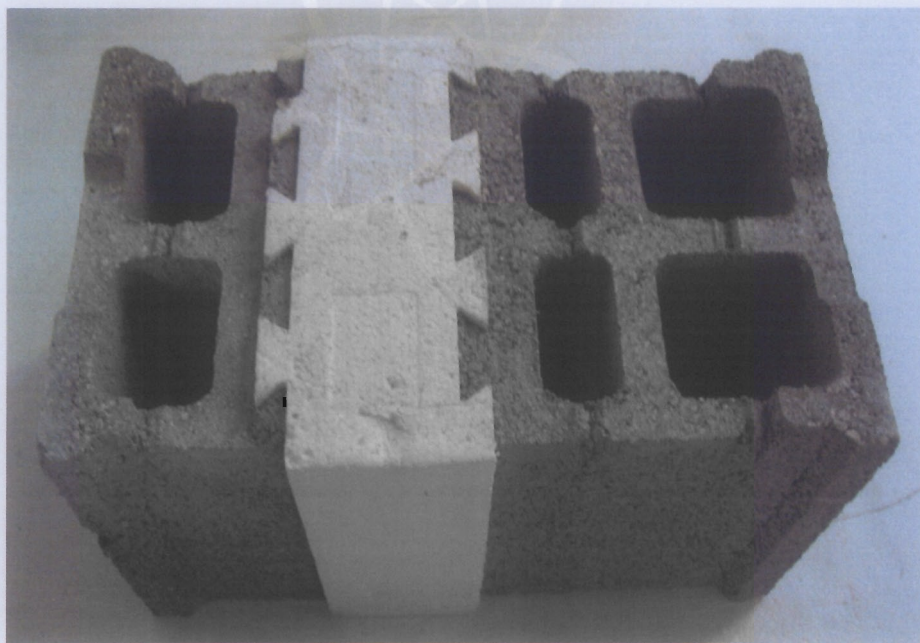
**Denominazione del campione\*.**

Il campione in esame, fornito dalla ditta Medico S.r.l., è denominato “THERMOBLOCCO DA TAMPONAMENTO 400 x H.250 x 250 A 6 FORI (spessore 400 mm)”.

**Descrizione del campione\*.**

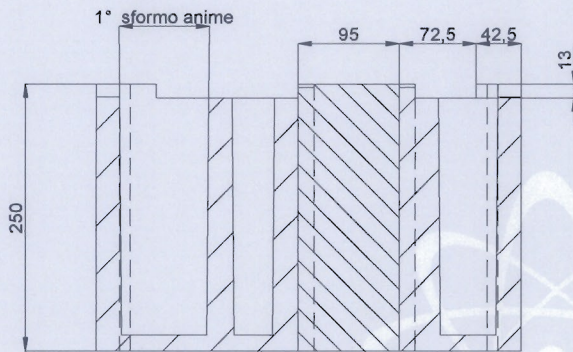
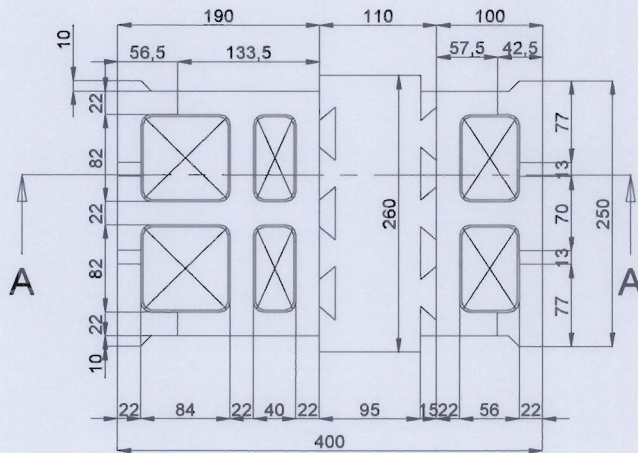
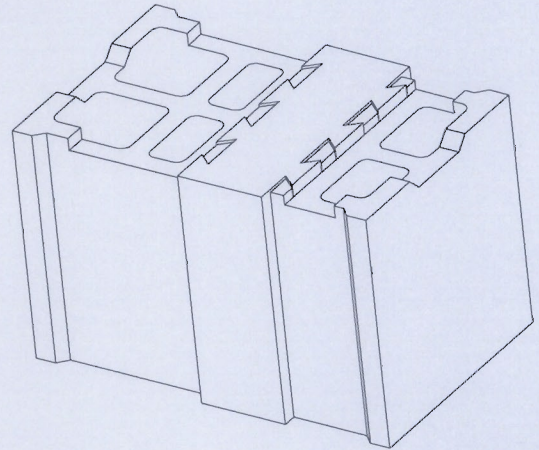
Il campione in esame è costituito da un elemento per muratura in calcestruzzo, dimensioni nominali  $250 \times 400 \times 250$  mm, con inserto grecato in EPS (spessore massimo 110 mm).

Nota: le dimensioni nominali sono indicate nell'ordine lunghezza  $\times$  larghezza  $\times$  altezza, come prescritto dalla norma UNI EN 771-3§5.2.1 “Dimensioni”, conseguentemente la seconda dimensione riportata è lo spessore della muratura priva di intonaco.



**Fotografia dell'elemento per muratura.**

(\*) secondo le dichiarazioni del Committente.

**DISEGNO SCHEMATICO DELL'ELEMENTO PER MURATURA**

**SEZIONE A-A**

**Dati dichiarati dal Committente.**

<b>Elemento per muratura</b>	<b>Massa volumica a secco netta (del materiale) e tolleranza</b>	2020 kg/m <sup>3</sup>	+ 0 %
			- 5 %
<b>Pannello in EPS</b>	<b>Conduttività termica dichiarata (come da documentazione fornita dal Committente)</b>	0,034 W/(m K)	
	<b>Massa volumica</b>	27 kg/m <sup>3</sup>	

### Dati rilevati sul campione.

<b>Lunghezza</b>	250 mm
<b>Larghezza (corrispondente allo spessore della muratura priva di intonaco)</b>	400 mm
<b>Altezza (senza distanziatori superiori)</b>	237 mm
<b>Massa dell'elemento essiccato</b>	22,775 kg
<b>Massa volumica a secco netta (del materiale) *</b>	2018 kg/m <sup>3</sup>
<b>Massa volumica a secco lorda dell'elemento per muratura</b>	911 kg/m <sup>3</sup>

(\*) La massa volumica a secco netta è stata determinata come rapporto tra la massa dell'elemento per muratura essiccato ed il suo volume netto determinato secondo la norma UNI EN 772-13:2002 del 01/10/2002 "Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione della massa volumica a secco assoluta e della massa volumica a secco apparente degli elementi per muratura (ad eccezione della pietra naturale)".

### Riferimenti normativi.

L'analisi è stata eseguita secondo le prescrizioni delle seguenti norme:

- UNI EN 771-3:2005 del 01/06/2005 "Specifiche per elementi di muratura. Parte 3: Elementi per muratura di calcestruzzo vibrocompresso (aggregati pesanti e leggeri)";
- UNI EN 1745:2005 del 01/04/2005 "Muratura e prodotti per muratura. Metodi per determinare i valori termici di progetto" con EC del 27/03/2008: paragrafi 5.2.2 "Calcolo numerico", 6.2 "Valori  $R_U$  o valori  $\lambda_U$  equivalenti di elementi per muratura con vuoti formati ed elementi di muratura compositi" e 6.3.3 "Valori  $R_U$  o valori  $\lambda_U$  equivalenti di muratura costruita da elementi per muratura con vuoti formati o elementi per muratura compositi e malta. Metodi di calcolo";
- UNI EN ISO 13786:2008 del 22/05/2008 "Prestazione termica dei componenti per edilizia. Caratteristiche termiche dinamiche. Metodi di calcolo";
- UNI EN ISO 6946:2007 del 17/05/2007 "Componenti ed elementi per edilizia. Resistenza termica e trasmittanza termica. Metodo di calcolo";
- UNI EN ISO 10456:2008 del 22/05/2008 "Materiali e prodotti per edilizia. Proprietà igrotermiche. Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto".

### Procedure di calcolo.

#### **Determinazione delle proprietà termiche (stazionarie) di elementi per muratura e di murature.**

Il calcolo è stato condotto sulla base del disegno fornito dal Committente.

Il calcolo delle proprietà termiche (stazionarie) è stato eseguito sia sull'elemento in esame considerato singolarmente, sia sulla muratura costituita con tali elementi.

L'analisi termica ha lo scopo di determinare le "proprietà termiche dichiarate" specifiche dell'elemento e della muratura, valutate in condizioni di riferimento. L'analisi riguardante il singolo elemento è effettuata nelle condizioni a secco dell'elemento senza giunti di malta né intonaco, mentre quella della muratura viene effettuata considerando anche i giunti di malta, l'intonaco e l'effetto di un contenuto di umidità in equilibrio con un ambiente in condizioni standard.

Le analisi sono state effettuate secondo i paragrafi 5.2.2, 6.2 e 6.3.3 della norma UNI EN 1745, applicando il metodo agli elementi finiti a sezioni piane bidimensionali dell'elemento per muratura e della muratura, *utilizzando un programma di calcolo che soddisfa i requisiti dell'Appendice D "Requisiti per procedimenti di calcolo corretti" della norma UNI EN 1745.*

Le cavità presenti sono state valutate calcolando il relativo valore di conduttività termica equivalente, secondo i criteri esposti nell'Annex B "Thermal resistance of airspaces" della norma UNI EN ISO 6946.

#### **Condizioni utilizzate per l'analisi termica (in regime stazionario) dell'elemento per muratura.**

Le caratteristiche termiche (stazionarie) dell'elemento per muratura (resistenza termica e conduttività termica equivalente) sono state valutate nelle condizioni riportate nella Table 1 "Declared value conditions" della norma UNI EN ISO 10456, per l'insieme di condizioni "Ia":

- temperatura di riferimento: 10 °C;
- umidità: "u<sub>dry</sub>" (materiale essiccato).

La conduttività termica del materiale costituente l'elemento per muratura è stata determinata in accordo al paragrafo 4.2.1 "Valori  $\lambda$  tabellari (determinazione basata esclusivamente sulla relazione  $\lambda$ -massa volumica)" della norma UNI EN 1745, interpolando i dati forniti dalla tabella A.3 "Elementi di cemento

aggregato denso ed elementi di pietra lavorata” per il frattile  $P = 50 \%$ , in base alla massa volumica a secco netta fornita dal Committente.

L’analisi termica agli elementi finiti è stata eseguita su una sezione bidimensionale parallela al flusso termico e perpendicolare all’asse della foratura degli elementi.

#### **Condizioni utilizzate per l’analisi termica (in regime stazionario) della muratura.**

La muratura ipotizzata nei calcoli è costituita dagli elementi in esame con giacitura dei fori ad asse verticale e da giunti di malta interrotti in prossimità del pannello in EPS, di cui quelli orizzontali di spessore 13 mm (imposto da n. 4 distanziatori superiori degli elementi) e quelli verticali all’interno delle tasche perimetrali.

Le proprietà termiche (stazionarie) della muratura sono state determinate nelle condizioni riportate nella Table 1 “Declared value conditions” della norma UNI EN ISO 10456, per l’insieme di condizioni “Ib”:

- temperatura di riferimento:  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- umidità: “ $u_{23,50}$ ” (contenuto all’equilibrio con aria a  $23 \text{ }^\circ\text{C}$  ed umidità relativa del  $50 \%$ ).

Il valore della conduttività termica del materiale costituente gli elementi in esame è stato determinato applicando le formule per il calcolo della conduttività termica di progetto riportate al paragrafo 4.3 “Valori  $R_U$  o  $\lambda_U$  di progetto di elementi per muratura solidi e malte” della norma UNI EN 1745, utilizzando il valore di conduttività termica precedentemente impiegato per il calcolo delle caratteristiche termiche dell’elemento, il contenuto di umidità ed il coefficiente correttivo dell’umidità riportati nella Table 4 “Moisture properties and specific heat capacity of thermal insulation materials and masonry materials” della norma UNI EN ISO 10456.

Come conduttività termica dei giunti di malta è stato impiegato il valore di  $1,00 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ , ricavato dalla Table 3 “Design thermal values for materials in general building applications” della norma UNI EN ISO 10456, per malte di massa volumica  $1800 \text{ kg}/\text{m}^3$ .

La muratura è stata considerata rivestita con un intonaco di spessore 10 mm e di conduttività termica di progetto di  $1,00 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ , applicato su entrambe le superfici della muratura. Tale valore di conduttività termica è stato ottenuto dalla Table 3 della norma UNI EN ISO 10456, per intonaci di massa volumica  $1800 \text{ kg}/\text{m}^3$ .



L'analisi termica agli elementi finiti è stata eseguita su una sezione della muratura, parallela al flusso termico e perpendicolare all'asse della foratura degli elementi.

Per tenere conto dei giunti di malta orizzontali è stata eseguita un'analisi termica agli elementi finiti su una sezione parallela alla direzione prevalente del flusso termico e perpendicolare alla sezione precedentemente considerata.

Per tenere conto della penetrazione della malta all'interno dei fori lo spessore dei giunti di malta perpendicolari all'asse dei fori è stato maggiorato di 5 mm.

### **Determinazione delle caratteristiche termiche dinamiche di murature.**

Il calcolo è stato condotto sulla base del disegno dell'elemento fornito dal Committente.

La muratura ipotizzata e le condizioni utilizzate nei calcoli sono le stesse utilizzate per l'analisi termica in regime stazionario della muratura.

L'analisi è stata svolta considerando la muratura costituita da strati omogenei paralleli alle superfici della muratura e perpendicolari al flusso termico.

Lo strato non omogeneo costituito dal calcestruzzo, dalla foratura e dalle malte (orizzontali e verticali) è stato descritto con un materiale omogeneo equivalente (denominato "calcestruzzo equivalente"), i cui valori di massa volumica equivalente e capacità termica specifica equivalente sono stati determinati come media pesata (del calcestruzzo, della foratura e delle malte) ed il valore di conduttività termica equivalente è stata determinato in modo da ottenere il medesimo valore di trasmittanza termica in regime stazionario;

Come capacità termica specifica del materiale costituente l'elemento per muratura, gli intonaci (interno ed esterno) e le malte è stato utilizzato il valore di 1000 J/(kg·K), ottenuti dalle Table 3 e 4 della norma UNI EN ISO 10456. Per il pannello in EPS è stato utilizzato il valore di 1450 J/(kg·K), ottenuto dalla Table 4 della norma UNI EN ISO 10456.

Tutte le caratteristiche termiche dinamiche sono state considerate per variazioni termiche aventi un periodo di 24 h.

Il dettaglio di tutte le caratteristiche termoigrometriche impiegate nei calcoli è riportato nel paragrafo seguente.



**Dati di calcolo.****Dati per il calcolo delle proprietà termiche degli elementi per muratura.**

<b>Elemento per muratura</b>	<b>Foratura</b>	verticale	
	<b>Materiale</b>	calcestruzzo	
	<b>Massa volumica a secco netta (del materiale)</b> (valore misurato sull'elemento fornito dal Committente)	2018 kg/m <sup>3</sup>	
	<b>Massa volumica a secco netta (del materiale)</b> (dato fornito dal Committente)	2020 kg/m <sup>3</sup>	+ 0 %
			- 5 %
	<b>Massa volumica a secco netta (del materiale) utilizzata per i calcoli</b>	2020 kg/m <sup>3</sup>	
<b>Conduttività termica del materiale essiccato "<math>\lambda_{10, dry}</math>"</b> (UNI EN 1745 - Tabella 3 "Elementi di cemento aggregato denso ed elementi di pietra lavorata" per il frattile P = 50 %)	1,022 W/(m·K)		
<b>Pannello in EPS</b>	<b>Conduttività termica dichiarata</b> (come da documentazione fornita dal Committente)	0,034 W/(m K)	
<b>Temperatura ambiente interno "<math>T_i</math>"</b>		20 °C	
<b>Temperatura ambiente esterno "<math>T_e</math>"</b>		0 °C	
<b>Resistenza termica superficiale interna "<math>R_{si}</math>"</b> (UNI EN ISO 6946 § 5.2)		0,13 m <sup>2</sup> ·K/W	
<b>Resistenza termica superficiale esterna "<math>R_{se}</math>"</b> (UNI EN ISO 6946 § 5.2)		0,04 m <sup>2</sup> ·K/W	



**Dati per il calcolo delle proprietà termiche della muratura.**

<b>Giacitura della foratura</b>		verticale	
<b>Elemento per muratura</b>	<b>Materiale</b>	calcestruzzo	
	<b>Massa volumica a secco netta (del materiale)</b> (valore misurato sull'elemento fornito dal Committente)	2018 kg/m <sup>3</sup>	
	<b>Massa volumica a secco netta (del materiale)</b> (dato fornito dal Committente)	2020 kg/m <sup>3</sup>	+ 0 %
			- 5 %
	<b>Massa volumica a secco netta (del materiale) utilizzata per i calcoli</b>	2020 kg/m <sup>3</sup>	
	<b>Conduttività termica del materiale essiccato "<math>\lambda_{10, dry}</math>"</b> (UNI EN 1745 - Tabella A.3 "Elementi di cemento aggregato denso ed elementi di pietra lavorata" per il frattile P = 50 %)	1,022 W/(m·K)	
	<b>Coefficiente di correzione dell'umidità "<math>f_{\psi}</math>"</b> (UNI EN ISO 10456 - Table 4 "Dense aggregate concrete and manufactured stone")	4	
	<b>Contenuto di umidità in peso e in volume del materiale dell'elemento</b> (UNI EN ISO 10456 - Table 4 "Dense aggregate concrete and manufactured stone", nelle condizioni T = 23 °C, UR = 50 %)	0,012 kg/kg	
		0,025 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	<b>Fattore di correzione "<math>F_m</math>" della conduttività termica del materiale dell'elemento</b> (UNI EN 1745 § 4.3)	1,105	
	<b>Conduttività termica del materiale dell'elemento nelle condizioni "Ib"</b> (UNI EN 1745 § 4.3, UNI EN ISO 10456 - Table 4)	1,129 W/(m K)	
<b>Capacità termica specifica "<math>c_p</math>"</b> (UNI EN ISO 10456 - Table 4 "Dense aggregate concrete and manufactured stone")	1000 J/(kg K)		
<b>Pannello in EPS</b>	<b>Massa volumica</b> (dato fornito dal Committente)	27 kg/m <sup>3</sup>	
	<b>Conduttività termica dichiarata</b> (come da documentazione fornita dal Committente)	0,034 W/(m K)	
	<b>Capacità termica specifica "<math>c_p</math>"</b> (UNI EN ISO 10456 - Table 4 "Expanded polystyrene")	1450 J/(kg K)	

<b>Giunti di malta</b>	<b>Descrizione</b>	verticali: all'interno delle tasche perimetrali ed interrotti in corrispondenza del pannello in EPS  orizzontali: interrotti in corrispondenza del pannello in EPS
	<b>Massa volumica</b>	1800 kg/m <sup>3</sup>
	<b>Conduttività termica (UNI EN ISO 10456 - Table 3 "Plasters and renders di massa volumica 1800 kg/m<sup>3</sup>")</b>	1,00 W/(m·K)
	<b>Capacità termica specifica "c<sub>p</sub>" (UNI EN ISO 10456 - Table 3 "Plasters and renders")</b>	1000 J/(kg K)
	<b>Spessore (giunti verticali)</b>	20 mm
	<b>Spessore (giunti orizzontali)</b>	13 + 5* mm
<b>Intonaco</b>	<b>Massa volumica</b>	1800 kg/m <sup>3</sup>
	<b>Conduttività termica (UNI EN ISO 10456 - Table 3 "Plasters and renders di massa volumica 1800 kg/m<sup>3</sup>")</b>	1,00 W/(m·K)
	<b>Capacità termica specifica "c<sub>p</sub>" (UNI EN ISO 10456 - Table 3 "Plasters and renders")</b>	1000 J/(kg K)
	<b>Spessore</b>	10 mm
<b>Temperatura ambiente interno "T<sub>i</sub>"</b>		20 °C
<b>Temperatura ambiente esterno "T<sub>e</sub>"</b>		0 °C
<b>Resistenza termica superficiale interna "R<sub>si</sub>"</b> (UNI EN ISO 6946 § 5.2 "Resistenza termica superficiale. Direzione del flusso termico orizzontale")		0,13 m <sup>2</sup> ·K/W
<b>Resistenza termica superficiale esterna "R<sub>se</sub>"</b> (UNI EN ISO 6946 § 5.2 "Resistenza termica superficiale. Direzione del flusso termico orizzontale")		0,04 m <sup>2</sup> ·K/W

(\*) Maggiorazione che tiene conto della penetrazione della malta nei setti.



**Schematizzazione della muratura per il calcolo delle caratteristiche termiche dinamiche.**

La muratura è stata descritta dalla seguente stratificazione:

<b>Stratificazione della muratura</b>				
<b>Materiale</b>	<b>Spessore “d” [mm]</b>	<b>Conduttività termica “λ” [W/(m·K)]</b>	<b>Massa volumica “ρ” [kg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>Capacità termica specific “c<sub>p</sub>” [J/(kg·K)]</b>
Intonaco interno	10	1,00	1800	1000
Calcestruzzo equivalente interno	205	0,559	1242	1000
Pannello EPS	80	0,034	27	1450
Calcestruzzo equivalente esterno	115	0,559	1242	1000
Intonaco esterno	10	1,00	1800	1000

<b>Massa superficiale della muratura priva di intonaco</b>	<b>400 kg/m<sup>2</sup></b>
<b>Massa superficiale della muratura con intonaco</b>	<b>436 kg/m<sup>2</sup></b>

### Risultati dell'analisi.

Le proprietà termiche (stazionarie), valutate utilizzando i dati di conduttività termica del materiale costituente l'elemento per muratura per il frattile P = 50 % della norma UNI EN 1745 - Tabella A.3 "Elementi di cemento aggregato denso ed elementi di pietra lavorata", sono le seguenti:

#### Proprietà termiche (stazionarie) degli elementi per muratura.

<b>Spessore dell'elemento per muratura</b>	400 mm	
<b>Massa dell'elemento essiccato</b>	22,775 kg	
<b>Massa volumica a secco netta (del materiale)</b> (valore misurato sull'elemento fornito dal Committente)	2018 kg/m <sup>3</sup>	
<b>Massa volumica a secco netta (del materiale)</b> (dato fornito dal Committente)	2020 kg/m <sup>3</sup>	+ 0 % - 5 %
<b>Massa volumica a secco netta (del materiale) utilizzata per i calcoli</b>	2020 kg/m <sup>3</sup>	
<b>Resistenza termica a secco dell'elemento per muratura</b> (Condizioni "Ia" *)	3,04 m <sup>2</sup> ·K/W	
<b>Conduttività termica equivalente a secco dell'elemento per muratura</b> (Condizioni "Ia" *)	0,132 W/(m·K)	

(\*) Condizioni "Ia" - UNI EN ISO 10456 - Table 1:

- temperatura di riferimento: 10 °C;
- basso contenuto di umidità ottenuto mediante essiccamento del materiale.

#### Proprietà termiche (stazionarie) della muratura.

La muratura definita nei precedenti paragrafi presenta le seguenti caratteristiche:

<b>Spessore della muratura priva di intonaco</b>	400 mm	
<b>Massa volumica a secco netta (del materiale)</b> (valore misurato sull'elemento fornito dal Committente)	2018 kg/m <sup>3</sup>	
<b>Massa volumica a secco netta (del materiale)</b> (dato fornito dal Committente)	2020 kg/m <sup>3</sup>	+ 0 % - 5 %
<b>Massa volumica a secco netta (del materiale) utilizzata per i calcoli</b>	2020 kg/m <sup>3</sup>	
<b>Resistenza termica "R" della muratura priva di intonaco</b> (Condizioni "Ib" **)	2,93 m <sup>2</sup> ·K/W	
<b>Trasmittanza termica in regime stazionario "U" della muratura con intonaco</b> (Condizioni "Ib" **)	0,321 W/(m <sup>2</sup> ·K)	

(\*\*) Condizioni "Ib" - UNI EN ISO 10456 - Table 1:

- temperatura di riferimento: 10 °C;
- contenuto di umidità all'equilibrio con aria a 23 °C ed umidità relativa del 50 %.

### Proprietà termiche dinamiche della muratura.

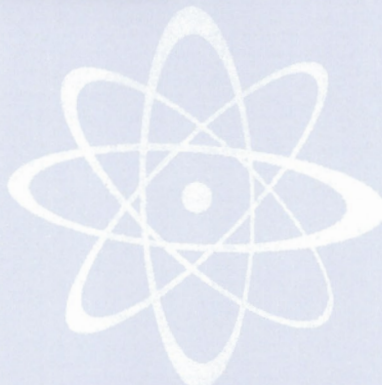
La muratura definita nei precedenti paragrafi presenta le seguenti caratteristiche:

Matrice di trasferimento		
Elemento della matrice	Modulo	Argomento
$Z_{11}$	115,2	-2,29 rad
$Z_{12}$	27,01 m <sup>2</sup> ·K/W	0,45 rad
$Z_{21}$	809,9 W/m <sup>2</sup> ·K	1,62 rad
$Z_{22}$	189,9	-1,92 rad

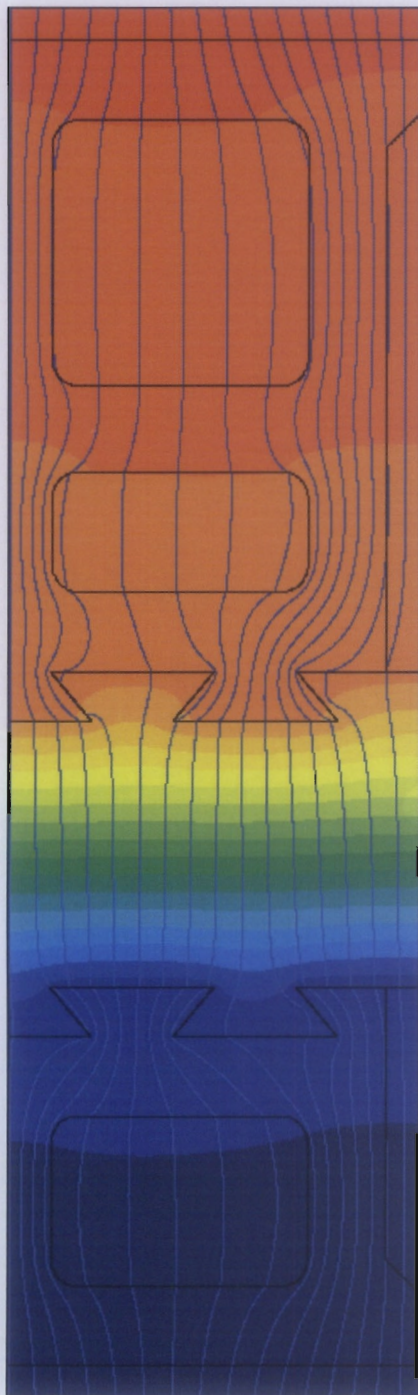
Caratteristiche termiche dinamiche della muratura		
	Modulo	Sfasamento
Ammettenza termica interna " $Y_{11}$ "	4,265 W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,56 h
Ammettenza termica esterna " $Y_{22}$ "	7,030 W/(m <sup>2</sup> ·K)	2,94 h
Capacità termica areica periodica interna " $k_1$ "	59,0 kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	-
Capacità termica areica periodica esterna " $k_2$ "	96,9 kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	-
Trasmittanza termica in regime stazionario " $U$ "	0,321 W/(m <sup>2</sup> ·K)	-
Trasmittanza termica periodica " $Y_{12}$ "	0,037 W/(m <sup>2</sup> ·K)	-13,71 h
Fattore di attenuazione " $f$ "	0,115	-

Le caratteristiche sopra riportate sono state valutate per un periodo " $T$ " di 24 h.

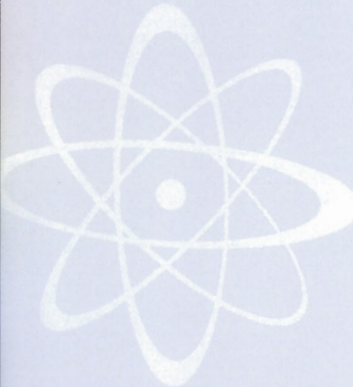
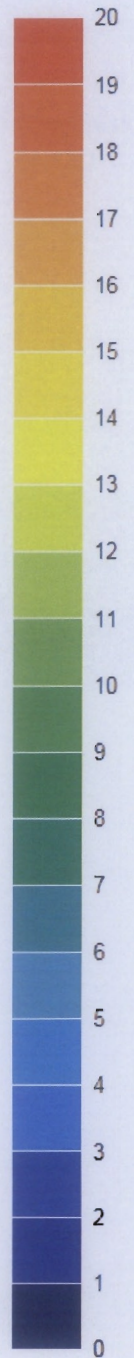
- Note:** – le proprietà termiche dell'elemento valutate in condizioni di materiale essiccato possono essere impiegate per la dichiarazione delle proprietà termiche intrinseche dell'elemento, ma non possono essere utilizzate, tal quali, per determinare le dispersioni termiche della muratura realizzata con tali elementi, poiché non tengono conto dei giunti di malta e del contenuto di umidità presente nella struttura;
- le proprietà termiche della muratura “R” ed “U” possono essere impiegate per valutare le dispersioni termiche della muratura purché le condizioni ipotizzate nel calcolo corrispondano alle condizioni di esercizio. Nel caso di impieghi che comportano contenuti di umidità diversi da quelli ipotizzati per il presente calcolo le proprietà termiche devono essere corrette come prescritto dalla norma UNI EN 1745, facendo riferimento al contenuto di umidità;
- le proprietà termiche degli elementi o della muratura possono essere confrontate con quelle di altri prodotti solo nel caso che siano state determinate con lo stesso procedimento, nelle stesse condizioni e per gli stessi frattile e livello di confidenza.



**ISOTERME E LINEE DI FLUSSO  
DELLA SEZIONE DI MURATURA ANALIZZATA**



[°C]



Il Responsabile  
Tecnico  
(Dott. Ing. Paolo Ricci)



Il Responsabile del Laboratorio  
di Fisica Tecnica  
(Dott. Ing. Vincenzo Iommi)

L'Amministratore Delegato

L'AMMINISTRATORE DELEGATO  
Dott. Ing. Vincenzo Iommi