

## RAPPORTO DI PROVA N. 427782

Cliente

**ISOBLOC S.r.l.**

Via delle Castelline, 28 - 43019 SORAGNA (PR) - Italia

Oggetto#

**blocchi cassero in legno cemento mineralizzato denominati  
"BLOCCO HI 40/15+21 GRAFITE"**

Attività



**determinazione delle proprietà termiche di muratura secondo la norma UNI EN ISO 6946:2018 con riferimento alla norma UNI EN 15498:2008 (norma non accreditata da ACCREDIA) mediante il metodo agli elementi finiti e determinazione delle caratteristiche termiche dinamiche di murature secondo la norma UNI EN ISO 13786:2018 (prova non accreditata da ACCREDIA)**

Risultati

CARATTERISTICHE TERMICHE DELLA MURATURA		
Condizioni	Trasmittanza termica della muratura completa di intonaco [W/(m <sup>2</sup> · K)]	Resistenza termica della muratura priva di intonaco [m <sup>2</sup> · K/W]
la	<b>U<sub>10,dry,mas</sub> = 0,16</b>	<b>R<sub>dry,mas</sub> = 5,91</b>
lb	<b>U<sub>design,mas</sub> = 0,17</b>	<b>R<sub>design,mas</sub> = 5,73</b>
CARATTERISTICHE TERMICHE DINAMICHE DELLA MURATURA		
Trasmittanza termica periodica "Y <sub>12</sub> "	<b>0,007 W/(m<sup>2</sup> · K)</b>	<b>-15,24 h</b>
Fattore di attenuazione "f"	<b>0,042</b>	-

(#) secondo le dichiarazioni del cliente.

Bellaria-Igea Marina - Italia, 18 aprile 2025

L'Amministratore Delegato

Commessa:  
105155Provenienza della documentazione tecnica:  
fornita dal clienteData del ricevimento documentazione tecnica:  
11 marzo 2025 e 3 aprile 2025Data dell'attività:  
dal 1 aprile 2025 al 15 aprile 2025Luogo dell'attività:  
Istituto Giordano S.p.A. - Blocco 2 - Via Gioacchino Rossini, 2 - 47814 Bellaria-Igea Marina (RN) - Italia

Indice	Pagina
Descrizione dell'oggetto#	2
Riferimenti normativi	3
Modalità e condizioni della prova	3
Risultati	8

Il presente documento è composto da n. 9 pagine e non può essere riprodotto parzialmente, estrapolando parti di interesse a discrezione del cliente, con il rischio di favorire una interpretazione non corretta dei risultati, fatto salvo quanto definito a livello contrattuale.

I risultati si riferiscono solo all'oggetto in esame, così come ricevuto, e sono validi solo nelle condizioni in cui l'attività è stata effettuata.

L'originale del presente documento è costituito da un documento informatico firmato digitalmente ai sensi della Legislazione Italiana applicabile.

Responsabile Tecnico di Prova:

Dott. Ing. Paolo Ricci

Responsabile del Laboratorio di Trasmissione del Calore - Calcoli:

Dott. Corrado Colagiacomo

Compilatore: Agostino Vasini

Pagina 1 di 9

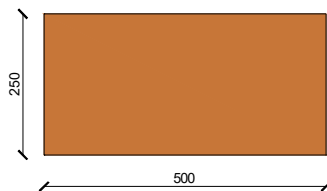
### Descrizione dell'oggetto#

Il disegno fornito dal cliente rappresenta un blocco cassero in legno cemento mineralizzato, avente massa volumica  $500 \text{ kg/m}^3$  e le seguenti caratteristiche:

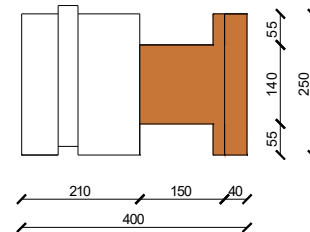
- lunghezza 500 mm ed altezza 250 mm, nominali;
- spessore della muratura priva di intonaco 400 mm;
- foratura del blocco cassero riempita per una parte con calcestruzzo avente spessore 150 mm; il restante spessore della foratura è riempito con lastre di materiale isolante (polistirene espanso con grafite) avente conduttività termica dichiarata  $\lambda_D = 0,031 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$  e spessore 210 mm.

### DISEGNO DEL BLOCCO CASSERO

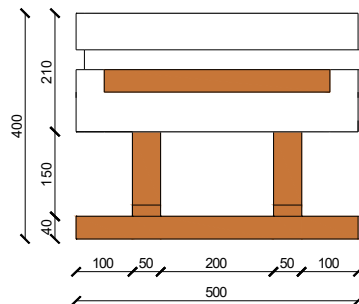
VISTA FRONTALE



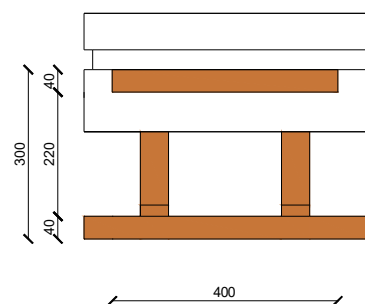
VISTA LATERALE



VISTA SUPERIORE



VISTA INTERNA



(#) secondo le dichiarazioni del cliente; Istituto Giordano declina ogni responsabilità sulle informazioni e sui dati forniti dal cliente che possono influenzare i risultati.



00019

## Riferimenti normativi

Norma	Titolo
UNI EN 15498:2008*	Prodotti prefabbricati di calcestruzzo. Blocchi cassero di calcestruzzo con trucioli di legno. Proprietà e prestazioni dei prodotti”, paragrafo 5.2.8.3 “Thermal resistance of the finished wall”
UNI EN ISO 6946:2018	Componenti ed elementi per edilizia. Resistenza termica e trasmittanza termica. Metodo di calcolo
UNI EN ISO 10211:2018	Ponti termici in edilizia. Flussi termici e temperature superficiali. Calcoli dettagliati
UNI EN 1745:2020	Muratura e prodotti per muratura. Metodi per determinare i valori termici
UNI EN ISO 13786:2018*	Prestazione termica dei componenti per edilizia. Caratteristiche termiche dinamiche. Metodi di calcolo
UNI EN ISO 10456:2008* ##	Materiali e prodotti per edilizia. Proprietà igrotermiche. Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto

(##) riferimento datato nella norma UNI EN 15498.

(\*) norme non oggetto dell’accreditamento di ACCREDIA.

## Modalità e condizioni della prova

Il calcolo è stato eseguito utilizzando la procedura interna di dettaglio PP072 nella revisione vigente al momento della prova.

### Determinazione delle proprietà termiche (stazionarie) di murature

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

La muratura ipotizzata nei calcoli è costituita dai blocchi cassero con foratura riempita con calcestruzzo e materiale isolante, senza giunti di malta. La trasmittanza termica è stata determinata ipotizzando un intonaco applicato su entrambe le superfici della muratura.

L’analisi termica ha lo scopo di determinare le “proprietà termiche dichiarate” specifiche della muratura, valutate in condizioni di riferimento. L’analisi è stata eseguita considerando i vari materiali, sia nelle condizioni a secco che con un contenuto di umidità in equilibrio con un ambiente in condizioni standard.

Il calcolo delle proprietà termiche della muratura è stato eseguito in accordo alla norma UNI EN ISO 6946, come richiesto dal paragrafo 5.2.8.3 “Thermal resistance of the finished wall” della norma UNI EN 15498.

Ai fini di ottenere risultati più precisi è stato utilizzato il metodo di calcolo agli elementi finiti conforme alla norma UNI EN ISO 10211, come previsto al paragrafo 6.5.1 “By detailed calculation method” della norma UNI EN ISO 6946.

Il calcolo è stato svolto utilizzando un programma agli elementi finiti tridimensionale che soddisfa i requisiti dell’Annex C “Validation of calculation methods” della norma UNI EN ISO 10211.

### Condizioni utilizzate per l’analisi termica a secco della muratura

Le caratteristiche termiche (trasmittanza termica “ $U_{10,dry,mas}$ ” e resistenza termica “ $R_{dry,mas}$ ”) a secco della muratura 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: “ $u_{dry}$ ” (materiale essiccato).



00019

La conduttività termica a secco del materiale costituente dei blocchi cassero è stata determinata secondo il paragrafo 5 “Determination of declared thermal values” e l’Annex C “Statistical calculation” della norma UNI EN ISO 10456, in base a n. 3 determinazioni sperimentali con il metodo della piastra calda con anello di guardia secondo la norma UNI EN 12664:2002 “Prestazione termica dei materiali e dei prodotti per edilizia. Determinazione della resistenza termica con il metodo della piastra calda con anello di guardia e con il metodo del termoflussimetro. Prodotti secchi e umidi con media e bassa resistenza termica”.

Le conduttività termiche a secco del calcestruzzo e dell’intonaco sono state determinate utilizzando i dati forniti dalla norma UNI EN 1745 in base alla massa volumica del materiale (tabelle A.3 “Dense aggregate concrete units and manufactured stone units” e A.12 “Mortar (masonry mortar and rendering mortar)”, per  $P = 50\%$ ).

### Condizioni utilizzate per l’analisi termica della muratura con contenuto di umidità

Le caratteristiche termiche (trasmittanza “ $U_{design,mas}$ ” e resistenza termica “ $R_{design,mas}$ ”) della muratura con contenuto di umidità sono state valutate nelle condizioni riportate nella Table 1 della norma UNI EN ISO 10456, per l’insieme di condizioni “Ib”:

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

Il valore della conduttività termica del materiale costituente i blocchi cassero in esame è stato determinato applicando le formule per il calcolo della conduttività termica di progetto riportate al paragrafo 7.3 “Conversion for moisture” della norma UNI EN ISO 10456, utilizzando il valore di conduttività termica precedentemente impiegato per il calcolo delle caratteristiche termiche a secco della muratura ed il valore del fattore di correzione “ $F_m$ ”, determinato in base a n. 2 misure sperimentali con il metodo della piastra calda con anello di guardia secondo la norma UNI EN 12664.

I valori delle conduttività termiche del calcestruzzo e dell’intonaco sono state determinate applicando le formule per il calcolo della conduttività termica di progetto riportate al paragrafo 7.3 della norma UNI EN ISO 10456, utilizzando il valore di conduttività termica precedentemente impiegato per il calcolo delle caratteristiche termiche a secco della muratura con il contenuto di umidità riportato nella Table 4 “Moisture properties and specific heat capacity of thermal insulation materials and masonry materials” della norma UNI EN ISO 10456.

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

### Determinazione delle caratteristiche termiche dinamiche di murature

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

L’analisi è stata svolta considerando la muratura con contenuto di umidità (condizioni “Ib”) e costituita da strati omogenei paralleli alle superfici della muratura e perpendicolari al flusso termico.

Gli strati non omogenei sono stati descritti con un materiale omogeneo equivalente, i cui valori equivalenti di massa volumica e capacità termica specifica sono stati determinati come media pesata ed il valore di conduttività termica è stata determinato in modo da ottenere il medesimo valore di trasmittanza termica in regime stazionario.

Come capacità termica specifica del legno cemento mineralizzato è stato utilizzato il valore riportato al paragrafo 5.2.8.2 “Specific heat capacity” della norma UNI EN 15498, per il calcestruzzo, gli intonaci ed il pannello in polistirene espanso con grafite sono stati utilizzati i valori ottenuti dalle tabelle A.3 ed A.4 della norma UNI EN ISO 10456.

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


**Dati di calcolo delle proprietà termiche della muratura**

BLOCCO CASSERO	Valore	Fonte dei dati
Giacitura della foratura	verticale	Documentazione fornita dal cliente
Materiale	legno cemento mineralizzato	Documentazione fornita dal cliente
Massa volumica a secco netta dichiarata " $\rho_{n,dry,mat}$ "	500 kg/m <sup>3</sup>	Documentazione fornita dal cliente
Conduktività termica sperimentale del materiale essiccato	0,109 W/(m · K)	Rapporto di prova n. 161816 emesso da Istituto Giordano
	0,101 W/(m · K)	Rapporto di prova n. 250578 emesso da Istituto Giordano
	0,104 W/(m · K)	Rapporto di prova n. 269272 emesso da Istituto Giordano
Conduktività termica sperimentale del materiale nelle condizioni "lb"	0,114 W/(m · K)	Rapporto di prova n. 255810 emesso da Istituto Giordano
	0,118 W/(m · K)	Rapporto di prova 270607 emesso da Istituto Giordano
Fattore di correzione " $F_m$ " della conduktività termica	1,127	UNI EN ISO 10456 paragrafo 7.3
Conduktività termica media del materiale essiccato " $\bar{\lambda}$ "	0,105 W/(m · K)	UNI EN ISO 10456 Annex C
Deviazione standard della conduktività termica " $s$ "	0,004 W/(m · K)	UNI EN ISO 10456 Annex C
Coefficiente " $k_2$ " (frattile " $p$ " = 90 %, numero di misure " $n$ " = 3)	4,26	UNI EN ISO 10456 Table C.1 "Coefficients for one-sided tolerance intervals"
Conduktività termica dichiarata del materiale essiccato " $\lambda_{10,dry,mat}$ " (utilizzata per i calcoli)	0,125 W/(m · K)	UNI EN ISO 10456 paragrafo 5
Conduktività termica " $\lambda_{design,mat}$ " nelle condizioni "lb" (utilizzata per i calcoli)	0,145 W/(m · K)	UNI EN ISO 10456 paragrafo 7.3
Capacità termica specifica " $c_p$ "	1500 J/(kg · K)	UNI EN 15498 paragrafo 5.2.8.2

ISOLANTE	Valore	Fonte dei dati
Materiale	Polistirene espanso con grafite	Documentazione fornita dal cliente
Conduktività termica dichiarata " $\lambda_D$ "	0,031 W/(m · K)	Documentazione fornita dal cliente
Spessore	210 mm	Documentazione fornita dal cliente
Massa volumica	22 kg/m <sup>3</sup>	Documentazione fornita dal cliente



00019

ISOLANTE	Valore	Fonte dei dati
Capacità termica specifica "c <sub>p</sub> "	1450 J/(kg · K)	UNI EN ISO 10456 Table 4 "Expanded polystyrene"

CALCESTRUZZO DI RIEMPIMENTO	Valore	Fonte dei dati
Massa volumica a secco	2400 kg/m <sup>3</sup>	Stabilito dal laboratorio
Conduttività termica del materiale secco " $\lambda_{10, dry, mat}$ "	1,52 W/(m · K)	UNI EN 1745 Table A.3
Coefficiente di correzione dell'umidità "f <sub>ψ</sub> "	4	UNI EN ISO 10456 Table 4
Contenuto di umidità in volume "ψ", nelle condizioni T = 23 °C, UR = 50 %	0,025 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	UNI EN ISO 10456 Table 4
Fattore di correzione "F <sub>m</sub> " della conduttività termica	1,105	UNI EN ISO 10456 paragrafo 7.3
Conduttività termica " $\lambda_{design, mat}$ ", nelle condizioni "Ib"	1,68 W/(m · K)	UNI EN ISO 10456 paragrafo 7.3
Spessore	150 mm	Documentazione fornita dal cliente
Capacità termica specifica "c <sub>p</sub> "	1000 J/(kg · K)	UNI EN ISO 10456 Table 4 "Concrete. High density"

INTONACO	Valore	Fonte dei dati
Massa volumica a secco	1600 kg/m <sup>3</sup>	Stabilito dal laboratorio
Conduttività termica del materiale secco " $\lambda_{10, dry, mat}$ "	0,61 W/(m · K)	UNI EN 1745 Table A.12
Coefficiente di correzione dell'umidità "f <sub>ψ</sub> "	4	UNI EN ISO 10456 Table 4
Contenuto di umidità in volume, nelle condizioni T = 23 °C, UR = 50 %)	0,04 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	UNI EN ISO 10456 Table 4
Fattore di correzione "F <sub>m</sub> " della conduttività termica	1,174	UNI EN ISO 10456 paragrafo 7.3
Conduttività termica del materiale " $\lambda_{design, mat}$ " nelle condizioni "Ib"	0,72 W/(m · K)	UNI EN ISO 10456 paragrafo 7.3
Spessore	20 mm	Stabilito dal laboratorio
Capacità termica specifica "c <sub>p</sub> "	1000 J/(kg · K)	UNI EN ISO 10456 Table 4 "Mortar"

Temperatura media	10 °C	UNI EN 1745
Resistenza termica superficiale interna "R <sub>si</sub> "	0,13 m <sup>2</sup> · K/W	UNI EN ISO 6946
Resistenza termica superficiale esterna "R <sub>se</sub> "	0,04 m <sup>2</sup> · K/W	Table 7 "Conventional surface resistances" con direzione del flusso termico orizzontale



00019

### Schematizzazione della muratura per il calcolo delle caratteristiche termiche dinamiche

La muratura è stata descritta dalla seguente stratificazione:

STRATIFICAZIONE DELLA MURATURA				
Materiale	Spessore "d" [mm]	Conduttività termica "λ" [W/(m · K)]	Massa volumica "ρ" [kg/m <sup>3</sup> ]	Capacità termica specifica "c <sub>p</sub> " [J/(kg · K)]
Intonaco interno	20	0,72	1600	1000
Legno cemento (parete interna)	40	0,145	500	1500
Legno cemento e calce- struzzo	150	1,49	2165	1062
Legno cemento e polistire- ne espanso con grafite	110	0,0516	195	1468
Polistirene espanso con grafite (parte esterna)	100	0,031	22	1450
Intonaco esterno	20	0,72	1600	1000
<b>Massa superficiale della muratura priva di intonaco</b>				<b>368 kg/m<sup>2</sup></b>
<b>Massa superficiale della muratura con intonaco</b>				<b>432 kg/m<sup>2</sup></b>



## Risultati

Di seguito sono riportati i risultati dell'analisi termica effettuata sulla muratura costituita con i blocchi cassero analizzati, secondo le modalità esposte nei paragrafi precedenti.

### Proprietà termiche della muratura

La muratura definita nei precedenti paragrafi presenta le seguenti caratteristiche:

Condizioni	Trasmittanza termica della muratura completa di intonaco [W/(m <sup>2</sup> · K)]	Resistenza termica della muratura priva di intonaco [m <sup>2</sup> · K/W]
la	<b>U<sub>10,dry,mas</sub> = 0,16</b>	<b>R<sub>dry,mas</sub> = 5,91</b>
lb	<b>U<sub>design,mas</sub> = 0,17</b>	<b>R<sub>design,mas</sub> = 5,73</b>

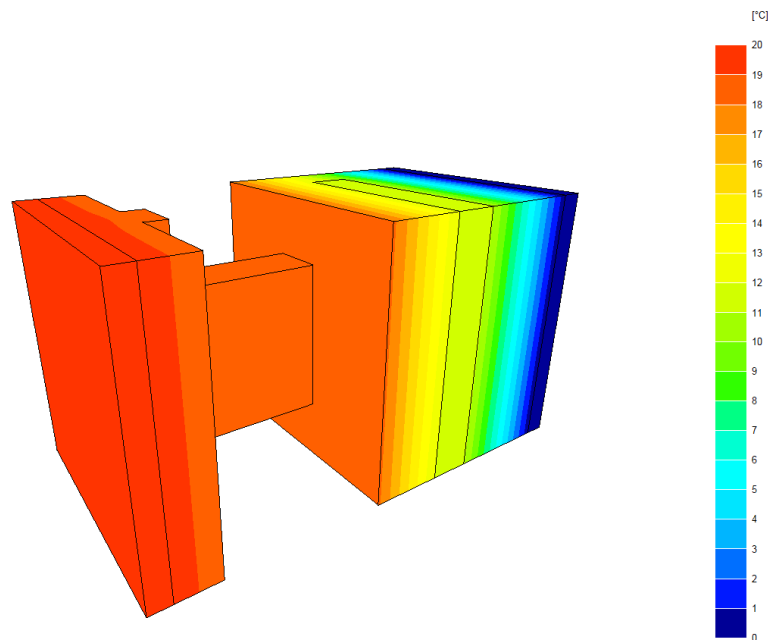
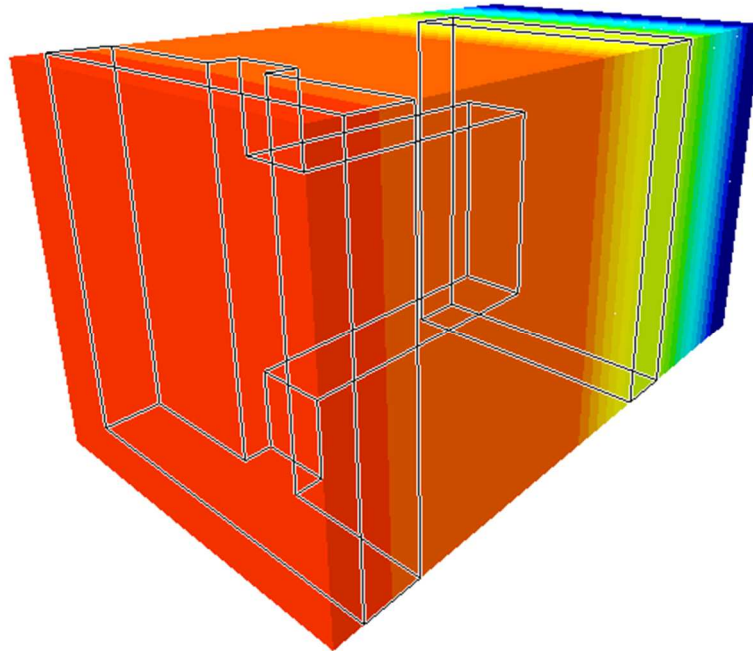
### Proprietà termiche dinamiche della muratura

La muratura definita nei precedenti paragrafi presenta le seguenti caratteristiche, per un periodo "T" di 24 h:

MATRICE DI TRASFERIMENTO		
Elemento della matrice	Modulo	Argomento
Z <sub>11</sub>	430	-1,79 rad
Z <sub>12</sub>	141 m <sup>2</sup> · K/W	0,85 rad
Z <sub>21</sub>	1040 W/(m <sup>2</sup> · K)	2,69 rad
Z <sub>22</sub>	341	-0,95 rad

CARATTERISTICHE TERMICHE DINAMICHE DELLA MURATURA		
	Modulo	Sfasamento
Ammetenza termica interna "Y <sub>11</sub> "	3,06 W/(m <sup>2</sup> · K)	1,92 h
Ammetenza termica esterna "Y <sub>22</sub> "	2,42 W/(m <sup>2</sup> · K)	5,13 h
Capacità termica areica periodica interna "k <sub>1</sub> "	42,0 kJ/(m <sup>2</sup> · K)	-
Capacità termica areica periodica esterna "k <sub>2</sub> "	33,2 kJ/(m <sup>2</sup> · K)	-
Trasmittanza termica in regime stazionario "U <sub>0</sub> "	<b>0,17 W/(m<sup>2</sup> · K)</b>	-
Trasmittanza termica periodica "Y <sub>12</sub> "	<b>0,007 W/(m<sup>2</sup> · K)</b>	<b>-15,24 h</b>
Fattore di attenuazione "f"	<b>0,042</b>	-

### ISOTERME DELLA MURATURA NELLE CONDIZIONI Ib



Il Responsabile Tecnico di Prova  
(Dott. Ing. Paolo Ricci)



Il Responsabile del Laboratorio  
di Trasmissione del Calore - Calcoli  
(Dott. Corrado Colagiaco)

