




# RAPPORTO DI PROVA

| SQM\_408\_2021 |

**DETERMINAZIONE SPERIMENTALE DELLA CONDUCIBILITA' TERMICA (NORME UNI EN 12664 E ASTM E 1530) DI UNA TIPOLOGIA DI PRODOTTO IN MARMORESINA DENOMINATO "COPRIMURO IN MARMORESINA" FORNITO DALLA DITTA "CO-PRIMURO S.R.L.", CORIANO (RIMINI)**

LUOGO E DATA DI EMISSIONE:	Faenza, 09/06/2021
COMMITTENTE:	<b>Coprimuro S.r.L.</b>
STABILIMENTO:	Via Raibano, 35 47853 Coriano (Rimini)
TIPO DI PRODOTTO:	<i>Prodotto in Marmoresina</i>
NORMATIVE APPLICATE:	EN 12664 – ASTM E 1530
DATA RICEVIMENTO CAMPIONI:	06/05/2021
DATA ESECUZIONE PROVE:	Maggio - Giugno 2021
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
_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_ 	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_ 	_ Ing. Luca Laghi_ 
Revisione -		Pagina 1 di 7

## 1 Introduzione

Il presente rapporto descrive la prova di:

- determinazione della conducibilità termica alla temperatura media di 10 °C,  $\lambda_{10, dry mat}$  effettuata su un prodotto in marmoresina denominato "Coprimuro in Marmoresina", inviato al laboratorio CertiMaC di Faenza dal Committente (Rif. 2-a e 2-b) ed ivi pervenuto in data 06/05/2021.

## 2 Riferimenti

- a. Preventivo: prot. 21238/lab del 26/04/2021.
- b. Conferma d'ordine: e-mail del 26/04/2021.
- c. Norma UNI EN 1745:2020. Muratura e prodotti per muratura. Metodi per determinare i valori termici di progetto;
- d. 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.
- e. Norma ASTM E1530:2019. Standard Test Method for Evaluating the Resistance to Thermal Transmission of Materials by the Guarded Heat Flow Meter Technique.
- f. Rapporto CAL\_001\_2017 sulla calibrazione di una metodologia sperimentale per la determinazione della conducibilità termica di materiali per l'involucro edilizio. Rev del 090220-C-29.
- g. Rapporto CAL\_002\_20017 sulle norme procedurali messe a punto per la determinazione della conducibilità termica di materiali per l'involucro edilizio. Rev del 090220-C-30.
- h. Rapporto Tecnico del 17/01/2011: Experimental tests with 2022 Unitherm™ Heat Flow Meter: preliminary uncertainty analysis in Thermal Conductivity measurements.

## 3 Oggetto della prova

La prova è stata eseguita su tre provini ricavati da campioni forniti dal Committente in data 06/05/2021 e inviati sotto forma di:

- N.3 provini di dimensioni pari a circa 100 mm x 100 mm x 16 mm.

Una riproduzione fotografica dei campioni consegnati in Laboratorio è riportata in Figura 1.

I provini per le prove di conducibilità sono stati realizzati mediante lavorazioni successive a partire dai campioni consegnati come descritto nei paragrafi a seguire.

Rev. --	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 2 di 7
	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Luca Laghi_	SQM_408_2021



Figura 1. Riproduzione fotografica dei campioni forniti dal Committente e consegnati al laboratorio.

## 4 Esecuzione della prova e descrizione dei risultati

### 4.1 Metodologia di prova

La prova è stata eseguita nel pieno rispetto delle norme 2-c, 2-d che fissano i metodi per determinare i valori termici di progetto e della norma 2-e, su cui si basa il principio di funzionamento dell'apparato di misura utilizzato. Quest'ultimo implementa il metodo con termoflussimetro e anello di guardia che consente la determinazione, in via indiretta e previa procedura di taratura dello strumento, della conducibilità termica. La determinazione è indiretta poiché si perviene alla conducibilità passando attraverso la rilevazione diretta del flusso termico lungo uno stack di prova, all'interno del quale viene inserito il provino, che ricrea le condizioni ideali, stazionarie e monodimensionali di scambio termico. Il flusso, a sua volta, viene determinato grazie alla misura dei salti termici sul provino e su di un materiale di riferimento che costituisce il termoflussimetro (sensore di flusso termico).

La taratura invece, viene realizzata su una serie di provini di riferimento di caratteristiche termiche note e certificate e consente di risalire alla conducibilità incognita del materiale che si sta testando sfruttando la definizione di resistenza termica  $R_s$  ( $m^2K/W$ ), come riportato nell'Eq.(1), la quale è funzione appunto dello spessore  $s$  del provino e della conducibilità termica  $\lambda$  ( $W/mK$ ):

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

Dove:

$R_s$  = Resistenza termica ( $m^2K/W$ )

$s$  = spessore del campione (m);

$\lambda$  = conducibilità termica del provino ( $W/mK$ )

Rev. --	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 3 di 7
	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Luca Laghi_	SQM_408_2021

La procedura di prova standard messa a punto prevede i seguenti passi, illustrati nei paragrafi che seguono. Per maggiori informazioni in merito al principio metodologico utilizzato per la sperimentazione si faccia riferimento ai documenti di cui ai Riff. 2f e 2-g. A valle della sperimentazione è stato poi valutato il budget di incertezza legato alla misurazione attraverso l'implementazione del modello di analisi definito al Rif. 2-h che consente di estrapolare l'incertezza tipo legata alla misura.

## 4.2 Controllo della densità del campione di partenza

A partire dal materiale pervenuto in laboratorio, si è proceduto alla determinazione della densità dei campioni di partenza. La densità è stata determinata in via geometrica (Rif. 2-f) con bilancia analitica ( $\pm 0,001$  g) e calibro centesimale ( $\pm 0,01$  mm). I valori di densità dei campioni di partenza sono riportati in Tabella 1. Successivamente, dai suddetti campioni, sono stati effettuati carotaggi, mediante mola a tazza, a seguito dei quali è stato ricavato rispettivamente un provino per ogni campione di diametro ( $50,8 \pm 0,25$  mm), come descritto nel paragrafo successivo.

Campione di partenza Controllo Densità	Densità (kg/m <sup>3</sup> )
Campione 1	2210
Campione 2	2170
Campione 3	2153

Tabella 1. Controllo della densità dei campioni di partenza.

## 4.3 Realizzazione e condizionamento del provino

A partire dai campioni consegnati in laboratorio, sono stati realizzati i provini oggetto dell'analisi (Figura 2) mediante le seguenti operazioni in successione: carotaggio con mola a tazza e cilindratura al tornio parallelo per realizzare la finitura sulla dimensione diametrale ( $50,8 \pm 0,25$  mm) secondo la norma 2-e. Di seguito si è condizionato il materiale in stufa ventilata a  $50^{\circ}\text{C}$  per almeno 24 h per raggiungere lo stato essiccato come richiesto dalla norma 2-d, fino al raggiungimento della condizione di massa costante. I 3 provini impiegati per le determinazioni sperimentali sono stati nominati CMI2189, CMI2190 e CMI2191.

Rev. --	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 4 di 7
	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Luca Laghi_	SQM_408_2021



**Figura 2. Riproduzione fotografica dei provini oggetto dell'analisi sperimentale.**

Infine, si è ripetuta la misura di densità sui provini carotati, che ha restituito i risultati di Tabella 2. Questi ultimi sono stati determinati in via geometrica (Rif. 2-f) con bilancia analitica ( $\pm 0,001$  g) e calibro centesimale ( $\pm 0,01$  mm).

Provini di Coprimuro in Marmoresina	Controllo della Densità dei provini (kg/m <sup>3</sup> )
Provino	Densità Post-essiccazione (kg/m <sup>3</sup> )
CMI2189	2183
CMI2190	2186
CMI2191	2138

**Tabella 2. Controllo densità sui provini.**

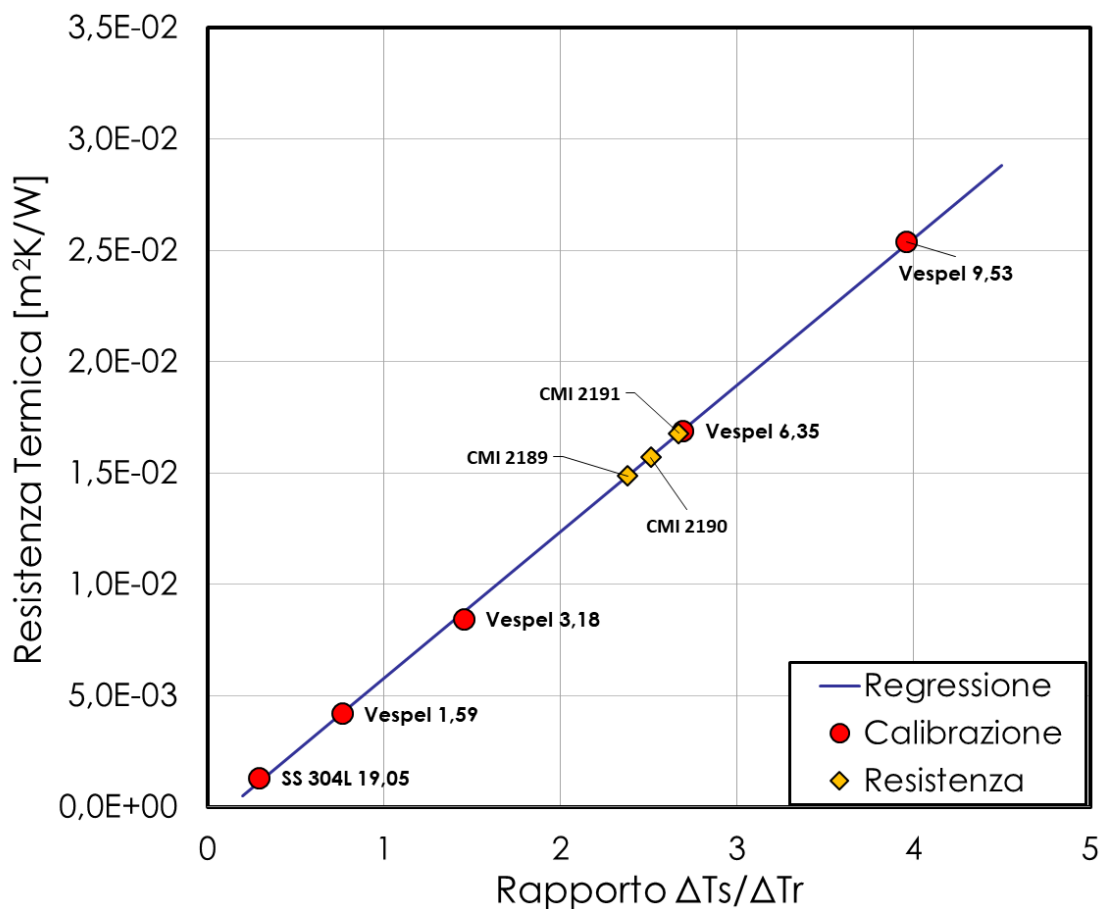
#### 4.4 Determinazione della conducibilità termica

In accordo con la norma 2-a e sulla base della metodologia messa a punto in 2-f e 2-g, sono state realizzate le prove per la determinazione della conducibilità termica a 10°C sfruttando la retta di taratura precedentemente elaborata e verificata.

## 5 Risultati

In Figura 3 si riporta la retta di taratura rappresentante la relazione  $R_s - \Delta T_s / \Delta T_r$ , con sopra evidenziati i punti rappresentativi delle misurazioni fatte sui provini. Il risultato scaturito dall'analisi sperimentale è stato ulteriormente verificato con la ripetizione di alcune prove e la realizzazione di ulteriori misurazioni sui materiali di taratura per confermare quanto precedentemente ottenuto.

Rev. --	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 5 di 7
	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Luca Laghi_	SQM_408_2021



**Figura 3. Rappresentazione grafica dei risultati dei provini.**

Inoltre si è implementato su di essi il modello di analisi statistica per la definizione dell'incertezza tipo (Rif. 2-h).

Dal grafico elaborato in Figura 3 è stato possibile pervenire al valor di conducibilità termica  $\lambda_{10,dry,mat}$ , come riportato in Tabella 3.

Materiale	Spessore (mm)	Resistenza Termica ( $m^2K/W$ )	Conducibilità Termica ( $W/mK$ )	Densità ( $kg/m^3$ )
CMI2189	16,65	1,49E-02	$1,120 \pm 0,024$	2183
CMI2190	16,83	1,57E-02	$1,071 \pm 0,022$	2186
CMI2191	16,73	1,68E-02	$0,997 \pm 0,017$	2138

**Tabella 3. Valori di conducibilità termica ottenuti sperimentalmente.**

## 6 Conclusioni

Dalla sperimentazione eseguita, si ottengono valori di conducibilità termica compresi tra **0,997 W/mK e 1,120 W/mK**.

## 7 Lista di distribuzione

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

Rev. --	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 7 di 7
	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Luca Laghi_	SQM_408_2021