



# Corso

## Impianti Termotecnici e Riqualificazione Energetica

### Proprietà dei materiali



## Che valori per i materiali?

- Per i calcoli di trasmittanza ho necessità di determinare i valori di conducibilità termica
- È essenziale che i valori siano ben definiti
- Posso ottenere risultati molto diversi senza controllo sul materiale
- Sono richiesti valori per
  - Conducibilità termica
  - permeabilità
  - Capacità termica
  - Densità
- Ultimi termini richiesti per:
  - Calcolo della costante di tempo  $\tau$
  - Caratteristiche dinamiche, trasmittanza periodica



## Calcolo proprietà dei materiali UNI/TS 11300-1

- Per il calcolo della trasmittanza termica dei componenti opachi, occorre che:
  - le proprietà termofisiche dei materiali siano ricavate dai dati di accompagnamento della **marcatatura CE** (ove disponibile), **opportunamente corretti** per tenere conto delle condizioni in cui si opera mediante il metodo descritto nella UNI EN ISO 10456, oppure da dati di progetto forniti dalla UNI EN ISO 10456 o dalla UNI 10351 o dalla UNI EN 1745;
  - le resistenze termiche di murature e solai siano ricavate dai dati di accompagnamento della marcatatura CE (ove disponibile) oppure dalla UNI 10355 o dalla UNI EN 1745;
  - i coefficienti superficiali di scambio termico e le resistenze termiche delle intercapedini d'aria siano conformi ai valori stabiliti dalla UNI EN ISO 6946.
- In assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, i valori dei parametri termici dei componenti edilizi di edifici esistenti possono essere ricavati dalla UNI/TR 11552 o da letteratura tecnica in funzione della tipologia edilizia e del periodo di costruzione.



## Norme per il reperimento delle proprietà

- UNI EN ISO 10456
  - Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà igrometriche - Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto
- UNI 10351
  - Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà termoigrometriche - Procedura per la scelta dei valori di progetto
- UNI EN 1745:2020
  - Muratura e prodotti per muratura - Metodi per determinare le proprietà termiche
- UNI/TR 11552
  - Abaco delle strutture costituenti l'involucro opaco degli edifici - Parametri termofisici



## UNI EN 10456

- La norma specificai metodi per la determinazione dei valori di progetto delle proprietà termofisiche
- Fornisce un metodo per trasformare i valori da una data condizione ad un'altra
- Fornisce i fattori di conversione per temperatura e umidità
- Fornisce inoltre tabelle con valori di progetto per il calcolo dello scambio termico e di massa



## Utilizzo

- Per i produttori
  - In assenza di norme di prodotto specifica le operazioni necessarie per la determinazione sperimentale delle proprietà dei materiali
  - In questo caso è rivolta ai produttori e stabilisce una procedura per la determinazione dei valori dichiarati
- Per i progettisti
  - Fornisce valori di progetto
  - Fornisce metodologie per trasformare i valori dichiarati in valori di progetto



## Condizioni di prova per materiali UNI EN ISO 10456

Proprietà	Condizioni			
	10° C		23 °C	
	a)	b)	a)	b)
Temperatura	10 °C	10 °C	23 °C	23 °C
umidità	Secco	23 °C - 50 %	Secco	23 °C - 50 %
invecchiamento	invecchiato	invecchiato	invecchiato	invecchiato



## Calcolo proprietà UNI EN ISO 10456

- I valori di conducibilità sono ottenuti tramite analisi statistiche sulla produzione
- I valori di conducibilità devono essere modificati in funzione delle condizioni operative

$$\lambda_2 = \lambda_1 \cdot F_T \cdot F_m \cdot F_a$$

$F_T$  fattore di variazione con la temperatura

$F_m$  fattore di variazione con umidità

$F_a$  fattore di conversione per l'età



## Fattori di conversione

- Fattore di conversione per temperatura

$$F_T = e^{f_T \cdot (\theta_2 - \theta_1)}$$

- Fattore di conversione per umidità massa/massa

$$F_m = e^{f_u \cdot (u_2 - u_1)}$$

- Fattore di conversione per umidità volume/volume

$$F_T = e^{f_\psi \cdot (\psi_2 - \psi_1)}$$



## Fattori di conversione

- $f_T$  coefficiente di conversione per temperatura (da tabella)
- $f_u$  coefficiente di conversione per umidità massa/massa
- $f_\psi$  coefficiente di conversione per umidità volume/volume
- $u$  contenuto di umidità massa su massa
- $\psi$  contenuto di umidità volume su volume



## Esempio valori

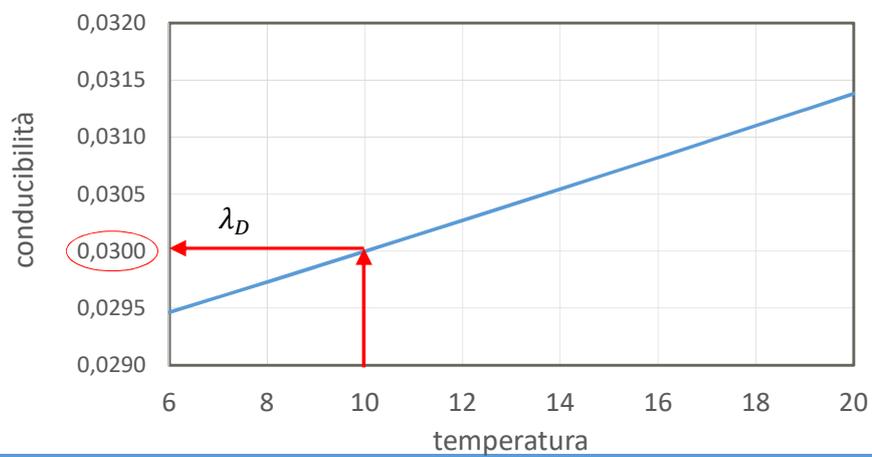
Tabella A.3 – polistirene estruso

Prodotto	Conduttività	Fattore di conversione	Fattore di conversione
	$\lambda$	$f_T$	$f_\psi$
	W/(m K)	1/K	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
Senza pelle	0,025	0,004 6	2,5
	0,030	0,004 5	
	0,040	0,004 5	



## Variazione della conducibilità termica

$$F_T = e^{f_T \cdot (\theta_2 - \theta_1)}$$





## UNI EN ISO 10346: Tabelle

- La norma riporta valori tabulati per diversi materiali
- Sono presenti valori per
  - Conducibilità termica
  - Capacità termica
  - Densità
  - Permeabilità al vapore
- I valori riportati possono essere usati nei calcoli preliminari
- Una volta selezionati i materiali devono essere utilizzati i valori certificati (marcatura CE)



## Nota Enea Materiali isolanti

- In tal senso precisiamo che per l'ammissibilità alle detrazioni fiscali previste dall'ecobonus bisogna rispettare i requisiti tecnici richiesti dal decreto 26/06/2015 "requisiti minimi" e dal decreto 11 marzo 2008 coordinato con il decreto 26 gennaio 2010. In particolare, questi decreti, per gli elementi edilizi opachi, pongono dei limiti sui valori delle trasmittanze in funzione delle zone climatiche. Il valore della trasmittanza dell'elemento edilizio si calcola secondo la norma UNI EN ISO 6946. I valori della conducibilità termica o della resistenza termica dei materiali, da utilizzare nel calcolo della trasmittanza, vanno desunti **dalle caratteristiche dichiarate dal produttore.**



## Nota Enea Materiali isolanti – 2/12/2020

- In ogni caso vige ancora in Italia il DM 2 aprile 1998 che prescrive, nei casi in cui nella denominazione di vendita, nell'etichetta, o nella pubblicità sia fatto esplicito riferimento alle caratteristiche e prestazioni energetiche, ovvero siano usate espressioni che possano indurre l'acquirente a ritenere il prodotto destinato a qualsivoglia utilizzo ai fini del risparmio di energia, che le prestazioni energetiche vengano determinate mediante prove effettuate presso un laboratorio o certificate da un organismo di certificazione di prodotto, accreditati presso uno dei Paesi membri della Comunità europea, **applicando una o più delle procedure previste dalla regole e norme tecniche emesse dagli organismi di normazione.**



## Valori da utilizzare

- Gli isolanti con norma di prodotto devono avere una marcatura CE
- Le prove sono effettuate secondo le specifiche norme di prodotto
- Il valore di conducibilità è il  $\lambda_D$  è un valore dichiarato che deriva da un'analisi statistica su campioni di materiale
- Deve essere garantita una stabilità nella produzione
- Se manca la marcatura CE è necessario accedere a prove in laboratori applicando la UNI EN 10456
- Non basta una unica misura (applicando una o più delle procedure previste dalla regole e norme tecniche emesse dagli organismi di normazione.)



## UNI 10351:2015

- Sostituisce UNI 10351:1994
- Da applicare per individuare i valori per:
  - conduttività termica,
  - resistenza al passaggio del vapore
  - calore specifico materiali da costruzione
- Tiene conto del periodo di installazione
- installazione. La UNI 10351 integra quanto non presente nella UNI EN ISO 10456:2008 con particolare riferimento
  - ai materiali isolanti per l'edilizia e precisa i campi di applicazione e i differenti metodi di valutazione dei valori di conducibilità
- conduttività termica e relativi fattori correttivi da utilizzare in base all'epoca di installazione dei materiali. La UNI EN ISO 10456:2008 prevede inoltre un metodo per definire un lambda dichiarato in assenza di procedure legate alla marcatura CE.



## UNI 10351:2015 scelta proprietà dei materiali in opera

	installazione		$\lambda$	$\mu$	c
generici	Prima CE		Prospetto A.1	Prospetto A.1	UNI EN ISO 10456
	Dopo CE	Presenti nella norma	UNI EN ISO 10456	UNI EN ISO 10456	UNI EN ISO 10456
		Non presenti	Prospetto A.1	Prospetto A.1	letteratura
isolanti	Prima CE		Prospetto A.1	Prospetto A.1	UNI EN ISO 10456
	POST CE Volontaria	Etichetta CE	Etichetta CE	Etichetta CE	UNI EN ISO 10456
		CE non disponibile	Prospetto 2	UNI EN ISO 10456	UNI EN ISO 10456



## UNI 10351:2015 scelta proprietà dei materiali installati

		$\lambda$	$\mu$	c
generici	Presenti nella norma	CE o UNI EN ISO 10456	CE o UNI EN ISO 10456	CE o UNI EN ISO 10456
	Non presenti	Prospetto A.1	Prospetto A.1 ( $\delta$ )	letteratura
isolanti	Prodotto commerciale scelto	Etichetta CE	Etichetta CE	UNI EN ISO 10456, dati sperimentali o 1000 J/(kg K)
	Prodotto non selezionato	Prospetto 2	UNI EN ISO 10456	UNI EN ISO 10456, dati sperimentali o 1000 J/(kg K)



## UNI EN 1745

- La norma consente il calcolo delle prestazioni termiche di pareti
- Considera l'insieme blocchi da costruzione e malte
- I produttori di laterizi devono riferirsi alla norma specifica per specificare le caratteristiche termiche del materiale
- La norma propone diversi metodi per ricavare le prestazioni dei blocchi forati da
  - Geometria
  - Proprietà del materiale  $\lambda_{10,dry,mat}$
  - si ottiene una conducibilità dell'unità  $\lambda_{10,dry,unit}$
- Possono essere utilizzati valori tabellari della norma o metodi numerici (elementi finiti)



## UNI EN 1745

- I valori ottenuti nella condizione a secco devono essere portati alle condizioni effettive di utilizzo sia per il blocco che per la malta

$$\lambda_{design} = \lambda_{10,dry} \cdot F_m$$

$$F_m = e^{f_u \cdot u_{design}} \text{ oppure } F_m = e^{f_\psi \cdot \psi_{design}}$$

$f_u$  fattore di conversione in massa

$f_\psi$  fattore di conversione sul volume



## UNI EN 1745

- Una volta determinato il valore della conducibilità del blocco e della malta  $\lambda_{design,unit}$  e  $\lambda_{design,mor}$  si risale alle proprietà di una struttura con malta

$$\lambda_{design,mas} = a_{mor} \cdot \lambda_{design,mor} + a_{unit} \cdot \lambda_{design,unit}$$

$a_{mor}$  percentuale di area della malta

$a_{unit}$  percentuale di area dei blocchi



## Conclusioni

- La scelta dei valori per i materiali è particolarmente gravosa
- Dalla nota ENEA si evince anche il rischio se la scelta del valore non è oculata
- Soprattutto per i materiali isolanti la marcatura CE fornisce una garanzia in questo senso
- Proposte con valori particolarmente bassi di conducibilità devono essere vagliati con attenzione. Non basta una generica dichiarazione del produttore!