

**Collana:**  
**L'ISOLAMENTO TERMICO E**  
**ACUSTICO**

**VOL. 1**  
***I materiali isolanti***

*Guida all'approccio prestazionale  
per la scelta dei materiali isolanti*

**Matteo Borghi**  
**Valeria Erba**  
**Rossella Esposti**  
**Giorgio Galbusera**  
**Alessandro Panzeri**  
**Daniela Petrone**

Edito da TEP srl  
Via Savona 1/B, 20144 – Milano

Tutti i diritti sono riservati.  
Nessuna parte può essere riprodotta in alcun modo (comprese  
fotocopie e microfilm) senza il permesso dell'editore.

Prima edizione: Ottobre 2005  
Prima ristampa: Gennaio 2006  
Seconda ristampa: Giugno 2006  
Terza ristampa: Ottobre 2007  
Quarta ristampa: Marzo 2008  
Quinta ristampa: Settembre 2008  
Seconda edizione: Gennaio 2013  
Terza edizione: Gennaio 2016

Stampa:  
Ingraph srl via Bologna 104/106  
20038 Seregno, Milano

Copertina: Susanna Mammi  
Coordinamento scientifico ed editoriale: Giorgio Galbusera

---

# INDICE

## INTRODUZIONE

### GRANDEZZE E UNITÀ DI MISURA

#### PARTE 1:

##### “Prestazioni invernali”

1. INTRODUZIONE .....	9
2. CENNI DI TEORIA DELLA TRASMISSIONE DEL CALORE .....	9
2.1 Conduzione .....	9
2.2 Convezione.....	10
2.3 Irraggiamento .....	11
2.4 Dispersioni termiche: teoria e formule di calcolo .....	12
2.5 Il calcolo della trasmittanza termica .....	14
3. I MATERIALI ISOLANTI.....	15
4. LA CONDUTTIVITÀ TERMICA .....	16
4.1 Conduttività di progetto $\lambda$ .....	18
4.2 Conduttività dichiarata $\lambda_D$ .....	19
4.3 Variazione di $\lambda$ in funzione della temperatura .....	21
4.4 Variazione di $\lambda$ in funzione dell'umidità.....	28
4.5 Variazione di $\lambda$ in funzione di spessore e densità .....	30
4.6 Variazione di $\lambda$ in funzione dell'invecchiamento .....	33
5. LA RESISTENZA TERMICA .....	36
5.1 Resistenza termica di materiali omogenei.....	36
5.2 Resistenza termica di materiali non omogenei.....	37
5.3 Resistenze termiche superficiali $R_{si}$ ed $R_{se}$ .....	39
5.4 Resistenza termica di intercapedini d'aria .....	40
5.5 Resistenza termica per isolanti riflettenti .....	44

#### PARTE 2:

##### “Prestazioni estive”

1. INTRODUZIONE .....	50
2. ISOLAMENTO ESTIVO .....	50
2.1 Ciò che isola in inverno, isola anche in estate?.....	50
2.2 Il regime variabile estivo.....	51
3. I PARAMETRI CHE DESCRIVONO IL PROBLEMA ESTIVO .....	53
3.1 Sollecitazioni esterne .....	54
3.2 Sollecitazioni interne.....	55
4. CARATTERISTICHE ESTIVE DEI MATERIALI.....	56
4.1 Il calore specifico .....	56
4.2 La capacità termica delle strutture opache .....	57
4.3 La diffusività termica .....	58

---

---

### **PARTE 3:** **“Prestazioni igrotermiche”**

1. INTRODUZIONE .....	62
2. LA MIGRAZIONE DEL VAPORE NELLE STRUTTURE .....	62
2.1 Trasmissione del calore e trasmissione del vapore .....	63
3. I PARAMETRI IGROTERMICI.....	64
3.1 Permeabilità al vapore $\delta$ .....	64
3.2 Fattore di resistenza al vapore $\mu$ .....	64
3.3 Spessore equivalente d'aria $S_d$ .....	65
4. IL MODELLO DI GLASER .....	66
4.1 Descrizione sintetica del metodo di Glaser.....	66
5. MODELLI IN REGIME VARIABILE .....	68
5.1 I limiti del modello di Glaser .....	68
5.2 Igroscopia in regime variabile.....	68
5.3 Caratteristiche dei materiali .....	70

### **PARTE 4:** **“Prestazioni acustiche”**

1. INTRODUZIONE .....	75
2. CARATTERISTICHE ACUSTICHE DEI MATERIALI .....	76
2.1 Resistenza al flusso d'aria (R).....	76
2.2 Rigidità dinamica .....	77
2.3 Spessore e comprimibilità (c) di materiali anticalpestio .....	79
2.4 Scorrimento viscoso (creep) a compressione.....	80
2.5 Correlazioni tra rigidità, comprimibilità e scorrimento viscoso .....	81
2.6 Assorbimento acustico in camera riverberante .....	82
3. PRESTAZIONI DELLE STRUTTURE EDILI .....	83
3.1 Potere fonoisolante (R) .....	83
3.2 Livello di rumore di calpestio di un solaio (L) .....	84
3.3 Riduzione del livello di rumore da calpestio ( $\Delta L$ ).....	85
3.4 Incremento di isolamento ai rumori aerei ( $\Delta R$ ) .....	86

### **PARTE 5:** **“Reazione al fuoco”**

1. INTRODUZIONE .....	88
2. SICUREZZA E INCENDIO.....	88
2.1 Requisito di sicurezza e marcatura CE.....	88
2.2 Comportamento all'incendio.....	89
3. REAZIONE AL FUOCO.....	92
3.1 La classificazione europea .....	92
3.2 Classi e metodi di prova di comportamento al fuoco.....	94
3.3 Reazione al fuoco in “end use condition” .....	102
4. MATERIALI ISOLANTI E FOTOVOLTAICO.....	103

---

---

## **PARTE 6:** **“Sostenibilità e altre caratteristiche”**

1. IL CONCETTO DI SOSTENIBILITÀ IN EDILIZIA .....	106
1.1 Sostenibilità di un materiale .....	106
1.2 Ciclo di vita di un prodotto: metodo LCA .....	106
1.3 Struttura di una LCA .....	107
1.4 Etichette e dichiarazioni ambientali .....	108
1.5 Strumenti per valutare la sostenibilità in edilizia .....	109
1.6 I materiali nei protocolli di valutazione della sostenibilità .....	109
1.7 I materiali isolanti nel protocollo ITACA .....	109
1.8 I materiali isolanti nel protocollo LEED .....	111
2. ALTRE CARATTERISTICHE .....	112
2.1 Tolleranze dimensionali .....	112
2.2 Stabilità dimensionale in specifiche condizioni T e UR .....	113
2.3 Stabilità dimensionale in condizioni di compressione .....	113
2.4 Resistenza a compressione al 10% .....	113
2.5 Resistenza a trazione perpendicolare alle facce .....	114
2.6 Resistenza a flessione .....	114
2.7 Resistenza a carico concentrato .....	114
2.8 Assorbimento d’acqua per diffusione .....	114
2.9 Assorbimento d’acqua per immersione .....	115
2.10 Resistenza al gelo – disgelo .....	115
2.11 Compatibilità con altri materiali .....	115

## **PARTE 7:** **“Schede dei materiali”**

INTRODUZIONE .....	117
SCHEDE DEI MATERIALI .....	118

## **PARTE 8:** **“Appendici”**

APPENDICE A .....	168
La norma UNI 10351:2015 .....	168
A.1 Introduzione .....	168
A.2 Valori di riferimento .....	168
A.3 Materiali già in opera .....	169
A.4 Materiali di nuova installazione .....	170
APPENDICE B .....	173
Commercializzazione e marcatura CE .....	173
B.1 La commercializzazione dei materiali isolanti .....	173
B.2 Isolanti e marcatura CE .....	175
B.3 Isolanti non soggetti a marcatura CE .....	175
B.4 Corretta commercializzazione .....	176
B.5 Dati da impiegare per la corretta progettazione .....	178
APPENDICE C .....	180
Esempi di non corretta valutazione .....	180
C.1 Vernici isolanti .....	180

---

---

C.2	Isolamento termico con valori di conduttività non idonei .....	180
C.3	Isolamento termico con maggiorazione del lambda erronea.....	181
C.4	Isolamento termico con sistema riflettente .....	181
C.5	Isolamento termico con rivestimento superficiale interno .....	182

### **Note sugli autori:**

Gli autori fanno parte dello staff tecnico ANIT.

È possibile mettersi in contatto con ANIT via telefono al numero 02-89415126 oppure via email all'indirizzo [info@anit.it](mailto:info@anit.it).

Si segnala che per i soci ANIT è attivo tutti i giorni dalle 10.00 alle 13.00 un servizio telefonico di chiarimenti tecnici.

Per maggiori informazioni sul servizio e su come diventare soci ANIT: visitare il sito [www.anit.it](http://www.anit.it)

---