Freie Universität Bozen
Libera Università di Bolzano
Free University of Bozen · Bolzano

Fakultät für Naturwissenschaften und Technik | Facoltà di Scienze e Tecnologie | Faculty of Science and Technology

master casaclima

MATERIALI ISOLANTI

Appunti per la progettazione e la posa in opera

le guide pratiche del
Master CasaClima 2

collana diretta da Cristina Benedetti

Bozen · Bolzano University Press

collana diretta da: **Cristina Benedetti**

docenti del modulo: **Peter Erlacher, Gabriele Pasetti Monizza**

a cura degli studenti del Master CasaClima: **Gabriele Pasetti Monizza, Julia Ratajczak, Christina Patz** per l'elaborazione dei contenuti e progetto di layout

progetto grafico a cura di: **Marianna Marchesi**

Un ringraziamento particolare a **Marco Baratieri** e **Matteo Rondoni** per la competenza e la disponibilità.

stampa: dipdruck, Bruneck/Brunico

distribuzione: Freie Universität Bozen/Libera Università di Bolzano
Bozen-Bolzano University Press
Univesitätsplatz 1 Piazza Università
39100 Bozen/Bolzano Italy
T: +39 0471 012 300
F: +39 0471 012 309
www.unibz.it/universitypress
universitypress@unibz.it

© 2010 Bozen-Bolzano University Press
Bozen/Bolzano
Proprietà letteraria riservata

Diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica, di riproduzione e di adattamento totale o parziale con qualsiasi mezzo sono riservati per tutti i paesi.

1ª edizione, agosto 2010
ISBN 978-88-6046-036-3

INDICE

1. Guida all'uso del manuale **7**

1.1 Schede per la fase progettuale 8

1.2 Schede per la posa in opera 30

2. Schede per la fase progettuale **39**

- Fibra di legno - WF *(Wood fibre, Holzfaser)* 41
- Fibra di legno mineralizzata - WW *(Mineral wood fibre, Holzwolleleichtbauplatte)* 43
- Fibra di canapa *(Hemp wool, Hanfwolle)* 45
- Fibra di kenaf *(Kenaf fibre, Kenaffaser)* 47
- Canna palustre *(Reet, Schilf)* 49
- Paglia *(Straw, Stroh)* 51
- Fibra di cotone *(Cotton fibre, Baumwollfaser)* 53
- Fibra di lino *(Flax fibre, Flachsfaser)* 55
- Sughero - ICB *(Cork, Kork)* 57
- Lana di pecora *(Sheep wool, Schafwolle)* 59
- Lana di roccia - MW *(Mineral wool, Mineralwolle)* 61
- Lana di vetro - MW *(Glass wool, Glaswolle)* 63
- Calce cemento cellulare *(Mineral foam, Mineralschaum)* 65
- Silicato di calce espanso *(Calcium silicate foam, Kalzium-Silikat-Schaum)* 67
- Perlite espansa - EPB *(Air-blown perlite, Blähperlit)* 69

- Vermiculite - EV *(Vermiculite, Vermiculit)* 71
- Argilla espansa *(Air-blown clay, Blähton)* 73
- Vetro cellulare - CG *(Foamglass, Schaumglas)* 75
- Vetro granulare espanso *(Air-blown granural glass, Blähglasgranulat)* 77
- Fibra di poliestere *(Polyester fibre, Polyesterdämmvlies)* 79
- Polistirene espanso - EPS *(Expanded polystyrene, Expandiertes Polystyrol)* 81
- Polistirene estruso - XPS *(Extruded polystyrene, Extrudiertes Polystyrol)* 83
- Poliuretano espanso - PUR *(Poyurethanic rigid foam, Polyurethan-Hartschaum)* 85
- Resine fenoliche espanse - PF *(Phenolic foam, Phenolharzschaum)* 87
- Cellulosa *(Cellulose, Zelluloseflocken)* 89

3. Schede per la posa in opera 91

- Fibra di legno - WF *(Wood fibre, Holzfaser)* 93
- Fibra di legno mineralizzata - WW *(Mineral wood fibre, Holzwolleleichtbauplatte)* 95
- Fibra di canapa *(Hemp wool, Hanfwolle)* 97
- Fibra di kenaf *(Kenaf fibre, Kenaffaser)* 99
- Canna palustre *(Reet, Schilf)* 101
- Paglia *(Straw, Stroh)* 103
- Fibra di cotone *(Cotton fibre, Baumwollfaser)* 105
- Fibra di lino *(Flax fibre, Flachsfaser)* 107
- Sughero *(Cork, Kork)* 109
- Lana di pecora *(Sheep wool, Schafwolle)* 111
- Lana di roccia - MW *(Mineral wool, Mineralwolle)* 113
- Lana di vetro - MW *(Glass wool, Glaswolle)* 115
- Calce cemento cellulare *(Mineral foam, Mineralschaum)* 117

- Silicato di calce espanso *(Calcium silicate foam, Kalzium-Silikat-Schaum)* 119
- Perlite espansa - EPB *(Air-blown perlite, Blähperlit)* 121
- Vermiculite - EV *(Vermiculite, Vermiculit)* 123
- Argilla espansa *(Air-blown clay, Blähton)* 125
- Vetro cellulare - CG *(Foamglass, Schaumglas)* 127
- Vetro granulare espanso *(Air-blown granural glass, Blähglasgranulat)* 129
- Fibra di poliestere *(Polyester fibre, Polyesterdämmvlies)* 131
- Polistirene espanso - EPS *(Expanded polystyrene, Expandiertes Polystyrol)* 133
- Polistirene estruso - XPS *(Extruded polystyrene, Extrudiertes Polystyrol)* 135
- Poliuretano espanso - PUR *(Poyurethanic rigid foam, Polyurethan-Hartschaum)* 137
- Resine fenoliche espanse - PF *(Phenolic foam, Phenolharzschaum)* 139
- Cellulosa *(Cellulose, Zelluloseflocken)* 141

4. Appendice 143

4.1 Altri materiali isolanti 143

- Fibra di juta *(Jute fibre, Jutefaser)* 144
- Fibra di cocco *(Coconut fibre, Kokosfaser)* 145

4.2 Classifiche dei materiali isolanti 146

Bibliografia 153

Per rendere il testo di facile e rapida consultazione, i materiali sono presentati in schede di riferimento appositamente elaborate al fine di creare un'interfaccia semplice e completa. Le schede sono raggruppate in due insiemi tematici ben distinti per fasi di lavoro: fase progettuale e fase di posa in opera.

Le schede per la fase progettuale contengono informazioni pertinenti con la fase di progettazione embrionale o preliminare di un'opera edile. In questo momento delicato, sopratutto a livello decisionale, appare più importante la conoscenza delle caratteristiche tipologiche e fisiche del materiale, del prezzo di mercato medio e delle problematiche ambientali connesse alla produzione dello stesso, nonché alla sua ecologicità, al fine di operare scelte più consapevoli e più inerenti al contesto di progetto.

Le schede per la posa in opera sono un utile e sintetico riferimento all'utilizzo dei materiali isolanti nella delicata fase del cantiere. In questa parte, il manuale fornisce informazioni relative alle metodologie e le applicazioni più comuni per la posa, le precauzioni per l'utilizzo in cantiere ed il corretto smaltimento del materiale stesso.

1.1 SCHEDE PER LA FASE PROGETTUALE

Le schede per la fase progettuale si presentano con il seguente layout:

Figura 1: Layout della scheda per la fase progettuale, fronte

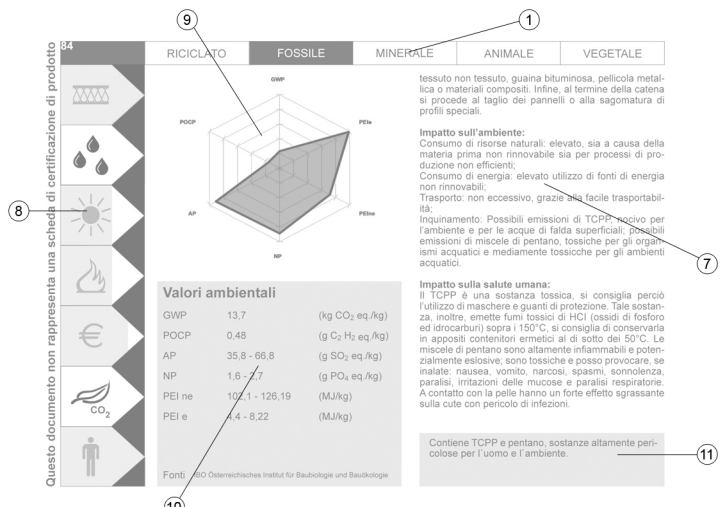

Figura 2: Layout della scheda per la fase progettuale, retro

1. Tipologia del materiale
I materiali vengono divisi in cinque grandi categorie che descrivono sinteticamente l'origine della materia prima che compone la percentuale maggiore del materiale: di origine vegetale, fossile, minerale, animale o riciclato. Il dato è puramente indicativo e rappresenta lo standard medio dei prodotti reperibili sul mercato.

2. Nomenclatura
Si propone la nomenclatura italiana del materiale seguito dalla sigla internazionale (da normative UNI EN) e dalla traduzione in lingua inglese e tedesca.

3. Fotografia
Le fotografie, realizzate presso il Laboratorio Master CasaClima, Facoltà di Scienze e Tecnologie della Libera Università di Bolzano, offrono una miniatura di campioni di materiale da cui è possibile percepire le proporzioni della tessitura su tutte le facce del campione stesso ed un particolare della faccia principale.

4. Caratteristiche tecniche del materiale
La tabella elenca sinteticamente le principali proprietà fisiche del materiale, indispensabili per valutazioni le preliminari.

- *Densità o massa volumica (ρ)*
  La norma UNI EN ISO 7345:1999 definisce la densità come la quantità di massa per unità di volume ed è definito come il rapporto tra la massa di un materiale ed il volume che essa occupa.

  $\rho = m / V$ $[kg / m^3]$

  Dove m rappresenta la massa (kg) e V il volume (m^3); nel Sistema Internazionale, quindi, la densità si misura in kg/m^3. Quando il materiale non si presenta in forma omogenea, ovvero contiene cavità macroscopiche, si utilizza la dicitura di massa volumica apparente per indicare che essa considera nel calcolo il materiale nel suo insieme, cavità incluse. In generale la densità di un materiale isolante dipende sopratutto dal contenuto di umidità, perciò deve essere ricavata in condizioni di equilibrio (U_R pari al 60 %) secondo normativa UNI EN ISO 10456:2008.
  La densità influenza le capacità transitorie dei materiali: solitamente a valori più elevati di tale parametro si riscontrano valori di sfasamento e smorzamento più elevati che migliorano il comportamento dei materiali nella stagione estiva.
  La massa volumica apparente dei materiali deve essere determinata secondo la normativa UNI EN 1602:1999.
  I dati proposti provengono da letteratura specialistica, certificati di prove di laboratorio e certificazioni di omologazione CE o benestare tecnici forniti da produttori.

- *Conducibilità o conduttività termica (λ)*
  Tale parametro è il rapporto, in condizioni stazionarie, fra il flusso di calore e il gradiente di temperatura che provoca il passaggio del calore. In altri termini, la conducibilità termica è una misura dell'attitudine di una sostanza a trasmettere il calore e dipende solo dalla natura del materiale, non dalla sua forma. Nel Sistema Internazionale la conducibilità si misura in W/(m·K) ed indica la potenza termica che attraversa un cubo di materiale con lato di un metro, per differenza di temperatura di un grado kelvin tra le due facce parallele. Tanto minore è la conducibilità termica del materiale, tanto minore è la quantità di calore che lo attraversa.
  I materiali vengono definiti termo-isolanti (secondo la normativa DIN 4108) se posseggono una conducibilità minore o uguale 0,10 W/(m·K); nell'uso comune si definisce un ottimo isolante un materiale con conducibilità minore a 0,030 W/(m·K), un buon isolante un materiale con conducibilità compresa tra 0,030 W/(m·K) e 0,060 W/(m·K), un mediocre isolante un materiale con conducibilità superiore a 0,060 W/(m·K).
  La conducibilità termica dei materiali isolanti può essere influenzata dai seguenti fattori: dalla materia prima con cui sono prodotti, densità, macro e micro struttura, contenuto di umidità ed eventuali gas, diversi dall'aria, contenuti nelle cavità del materiali e dalla temperatura.
  La conducibilità termica deve essere determinata da test che, ge-

neralmente, si conducono in conformità alle normative: UNI EN 12664:2002, UNI EN 12667:2002, UNI EN 12939:2002 o DIN 52612.
In generale, la densità di un materiale isolante varia tra i 10 kg/m^3 ed i 600 kg/m^3. Tale parametro è legato intrinsecamente al tipo di materiale, nel senso che per ogni materiale esiste un intervallo di valori di massa specifica ideale nel quale il materiale ottiene le migliori prestazioni in termini di conducibilità; a densità inferiori cresce la trasmissione del calore per irraggiamento e convezione, a densità maggiori, invece, cresce la quota di calore trasportata per conduzione.
Inoltre, l'aumento del contenuto di umidità in un materiale isolante porta, generalmente, ad un innalzamento della conducibilità in misura differente secondo il tipo di struttura costituente il materiale (compatta, fibrosa, espansa).
I dati proposti nelle schede provengono da letteratura specialistica, normative specifiche per ogni singolo prodotto, certificati di prove di laboratorio e certificazioni di omologazione CE o benestare tecnici forniti da produttori.

- *Calore specifico (Cp)*
  Il calore specifico di una sostanza è definito come la quantità di calore necessaria per aumentare di un grado kelvin la temperatura di un'unità di massa (generalmente un chilogrammo) del materiale.

Si calcola come:

$Cp = Q / (m \cdot \Delta T)$ $[J / (kg \cdot K)]$

Nella quale Q rappresenta la quantità di calore necessaria (J), m la massa (kg) e ΔT la differenza di temperature (K) tra le due facce piane sollecitate .
Nel Sistema Internazionale il calore specifico si misura in J/(kg·K) e rappresenta la quantità di calore che un materiale può accumulare: maggiore è il calore specifico, maggiore è la capacità di accumulo.
Il calore specifico influenza le capacità transitorie dei materiali: a valori più elevati di tale parametro si riscontrano valori di sfasamento e smorzamento più elevati, nonché una maggiore capacità di accumulo termico e di inerzia termica che migliorano il comportamento dei materiali nella stagione estiva.
I dati proposti nelle schede provengono da letteratura specialistica, normativa UNI EN ISO 10456:2008, certificati di prove di laboratorio e certificazioni di omologazione CE o benestare tecnici forniti da produttori.

- *Resistenza al vapore (μ)*
  Il coefficiente di resistenza alla diffusione del vapore è un numero adimensionale che indica di quante volte il materiale è più resistente al passaggio di vapore rispetto ad uno strato equivalente di aria

ferma. Tale parametro rappresenta la resistenza offerta alla diffusione del vapore: a valori elevati corrispondono maggiori resistenze e viceversa; viene impiegato per analizzare il comportamento delle componenti di involucro nello studio della diffusione del vapor acqueo e nella valutazione al rischio di condensazione interstiziale. Solitamente i materiali isolanti sono permeabili al vapore con valori che dipendono principalmente dal tipo di struttura costituente il materiale (compatta, fibrosa, espansa); eccezion fatta per il vetro cellulare che viene considerato impermeabile al vapore con valore μ infinito.
Il coefficiente di resistenza alla diffusione del vapore acqueo dei materiali isolanti si determina in conformità alla normativa UNI EN 12086:1999.
I dati proposti nelle schede provengono da letteratura specialistica, certificati di prove di laboratorio e certificazioni di omologazione CE o benestare tecnici forniti da produttori.

- *Resistenza alla compressione (Rc)*
  Il limite di compressione di un materiale isolante corrisponde alla sollecitazione, misurata in kPa, per la quale il materiale riduce del 10% il suo spessore.
  La resistenza a compressione dei materiali deve essere determinata secondo la normativa UNI EN 826:1998.
  I dati proposti nelle schede provengono da letteratura specialistica,