



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE**



Prof. Carlo Antonio Stival
via A. Valerio 6/1
34127 Trieste
+390405583478
cstival@units.it

TEMA 16

Materiali da costruzione
Materiali isolanti

Laboratorio di **Progettazione Tecnologica dell'Architettura**
Corso di **Materiali ed Elementi Costruttivi**

Definizioni

ISOLANTI

Un materiale viene definito **isolante** se ha particolari proprietà tali da:

- opporsi al passaggio del calore (**termoisolanti**);
- ridurre la trasmissione del suono (**fonoisolanti**);
- annullare o attenuare la riflessione del suono (**fonoassorbenti**).

La classificazione di materiale isolante avviene in base a specifici **parametri normativi**.



Parametri di classificazione

PARAMETRI NORMATIVI

TERMOISOLANTE

Un materiale risulta classificato termoisolante in base alla conduttività utile di calcolo ($\lambda < 0,05 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$), una conducibilità maggiorata in base alle reali condizioni di esercizio di un materiale termoisolante

FONOSOLANTE

Un materiale risulta classificato fonoisolante in base a specifici parametri per le diverse unità tecnologiche di un edificio (requisiti acustici passivi)

FONOASSORBENTE

Un materiale risulta classificato fonoassorbente in base al coefficiente di assorbimento acustico (α), ossia la capacità di un elemento di non riflettere energia verso la sorgente sonora, ponderato sulla frequenza dell'onda sonora

16

Categorie di classificazione

TIPOLOGIE

Alcuni materiali hanno **contemporaneamente** proprietà termoisolanti, fonoassorbenti e/o fonoisolanti. Si introduce una generale **classificazione** con cui i materiali isolanti sono classificati in base:

- alla loro **natura**

NATURALI

SINTETICI

ORGANICI

INORGANICI

che influisce anche sull'accoppiabilità di materiali diversi per formare materiali di origine composita;

- alla loro **struttura**.

FIBROSI

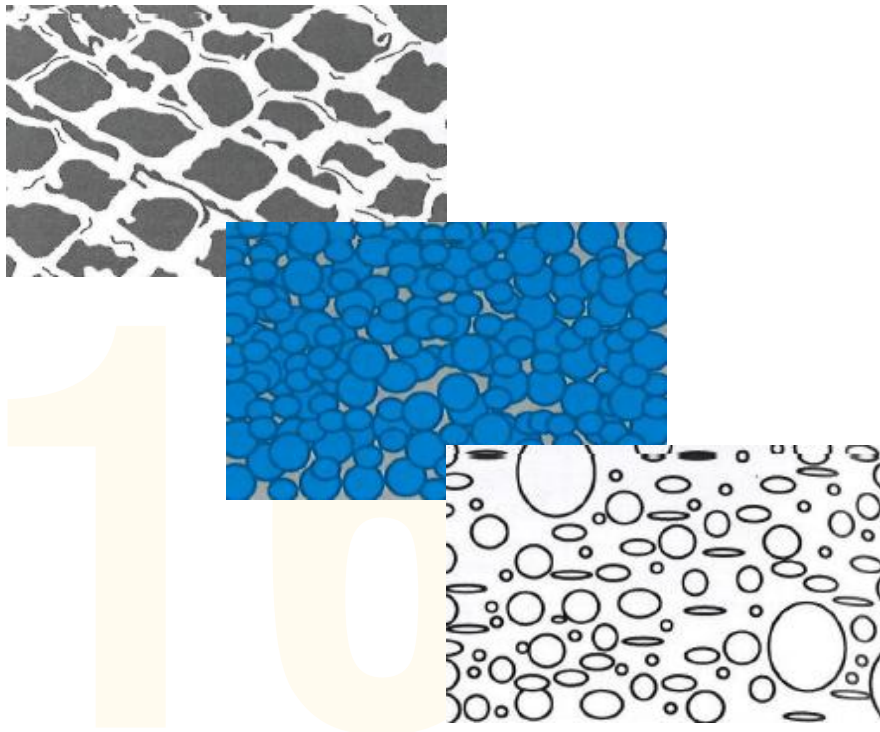
CELLULARI

POROSI

La densità apparente (ρ) e la struttura di un materiale sono le proprietà che principalmente influiscono sui fenomeni di **propagazione** delle **onde** del calore e del suono.

Categorie di classificazione

STRUTTURA



I materiali termoisolanti e fonoassorbenti sfruttano la presenza di **aria ferma** all'interno di piccole cavità. Con aria intrappolata e mantenuta ferma risulta un **ottimo** materiale **isolante** ($\lambda = 0,022 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$). Per mantenere aria ferma in spazi di piccole dimensioni i materiali isolanti sono prodotti con struttura:

- **fibrosa**, tipo di struttura a cella aperta che sfrutta la presenza del numero elevato di **fibre** molto ravvicinate che consentono la copresenza di aria ferma e di canali di piccolissime dimensioni collegati all'esterno. Tale copresenza consente di avere buon isolamento termico, permeabilità al vapore e assorbimento acustico;
- **cellulare**, contenente **celle chiuse** ottenute da processi di espansione. Consente di mantenere una quantità elevata d'aria **ferma** in piccole celle non collegate tra di loro;
- **porosa**, caratterizzata da un'elevata quantità di piccoli **vuoti** interni.

Classificazione

MATERIALI ISOLANTI

STRUTTURA	NATURA	ESEMPI
fibrosi	naturali	organici fibra di legno, fibra di canapa, lana di pecora, cellulosa
		inorganici -
	sintetici	organici fibra di poliestere
		inorganici fibra di vetro, fibra di roccia
cellulari	naturali	organici sughero
		inorganici -
	sintetici	organici EPS, XPS, PUR, resine fenoliche, elastomeri espansi
		inorganici vetro cellulare
porosi	naturali	organici -
		inorganici pomice, argilla espansa, perlite
	sintetici	organici -
		inorganici calcio silicato

Caratteristiche fisiche degli isolanti

MATERIALI ISOLANTI

Isolante	Densità [kg m ⁻³]	Conducibilità termica [W m ⁻¹ K ⁻¹]	Coefficiente di assorbimento sonoro [-]
Fibra di legno	45-300	0,04-0,06	0,10-0,40
Lana di roccia	20-170	0,032-0,044	0,10-0,90
Sughero	100-170	0,040-0,055	-
EPS	30-100	0,034-0,055	0,04-0,20
PUR	25-50	0,024-0,034	-
Perlite espansa	30-150	0,060-0,070	-

Criteri di selezione

MATERIALI ISOLANTI

CONDUCIBILITÀ
TERMICA

→ spessore disponibile

DENSITÀ

→ unità tecnologica di applicazione

RESISTENZA
MECCANICA

→ compressione
→ taglio / punzonamento

ADATTABILITÀ
AL SUPPORTO

→ superficie di posa

IMPATTO
AMBIENTALE

→ energia spesa e inglobata
→ consumo di risorse

AMBIENTE DI
INSTALLAZIONE

→ presenza di umidità
→ trasporto di vapore acqueo
→ comportamento al fuoco

16

Criteri di selezione

MATERIALI ISOLANTI

	IMPATTI 	APPROVVIGIONAM		PRODUZIONE					USO		DISMISS	
		consumo di risorse rinnovabili	consumo di risorse non rinnovabili	consumo di energia	riduzione ozono	effetto serra	acidificazione	smog fotochimico	rischi per gli addetti alla produzione	nocivo nella massa in opera	nocivo in esercizio	riuso / riciclo / smaltimento
ORIGINE VEGETALE	fibra di cellulosa - pannelli											
	fibra di cellulosa - fiocchi											
	sughero espanso - pannelli											
	sughero granulare											
	fibra di legno											
	fibra di legno con bitume											
	lana di legno e leganti minerali											
	canapa, kenaf											
	lino, mais											
	cocco, juta											
	canna palustre											
ORIGINE ANIMALE	lana di pecora											
	piume animali											
ORIGINE MINERALE	porfite naturali											
	minerali granulari espansi											
	calce-cemento cellulare											
	vetri cellulari											
	lame minerali											
ORIGINE SINTETICA	fibra di poliestere											
	fibra di poliestere da riciclo											
	EPS											
	XPS											
	poliuretano espanso (PUR)											
	polietilene espanso											

Categorie di classificazione

ISOLANTI NATURALI ORGANICI



La **fibra di legno** è costituita primariamente da legno di **scarto** (ottenuto direttamente in segheria) con aggiunta di **collanti** e **additivi**.

Il processo di produzione dei pannelli prevede:

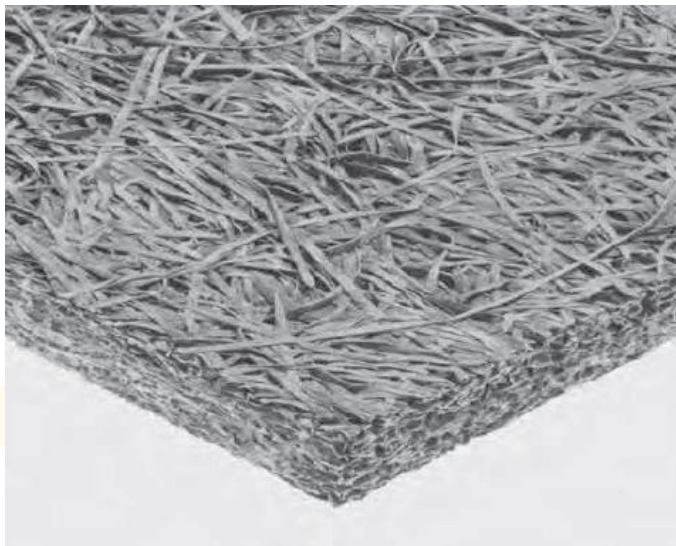
- frantumazione della materia prima
- raffinamento delle fibre mediante processi termomeccanici
- miscelazione con acqua e additivi
- pressatura ed essiccazione (fino ad umidità 2%).

Le caratteristiche peculiari sono: elevato potere termoisolante, facile lavorabilità, alta permeabilità al vapore, deteriorabile in presenza d'acqua.

Le applicazioni sono: **isolamento termico** su tutti gli elementi costruttivi, prestando attenzione alla presenza d'acqua.

Categorie di classificazione

ISOLANTI NATURALI ORGANICI



La **lana di legno mineralizzata** è costituita invece da pannelli in lana di legno **mineralizzati** con **cemento portland** o **magnesite**.

Rispetto al processo precedente, in fase di sfibrature le fibre di legno vengono mescolate alla polvere di cemento portland, **acqua** e **additivi**. La miscela è successivamente posta in stampi, compattata, e tenuta in compressione.

Le caratteristiche peculiari sono: ulteriore potere termoisolante, elevata resistenza alla compressione, imputrescibilità, incombustibilità.

Categorie di classificazione

ISOLANTI NATURALI ORGANICI



Il **sughero** deriva dalla **corteccia** di **quercia**.

Il processo di produzione prevede:

- scorzatura dell'albero
- stagionatura
- bollitura e successiva essiccazione
- macinazione
- cottura dei granuli ottenuti con fuoriuscita della resina legante
- raffreddamento e ulteriore stagionatura
- formazione e finitura.

Prodotto in pannelli, fogli, strisce e in forma sciolta, tutti rivestibili, presenta elevato potere termoisolante, media / bassa permeabilità al vapore, buona capacità termica utile per l'isolamento capacitivo.

Categorie di classificazione

ISOLANTI NATURALI INORGANICI



La **perlite espansa** deriva dalla **riolite**, roccia vulcanica di composizione felsica (a base di feldspato e silicio).

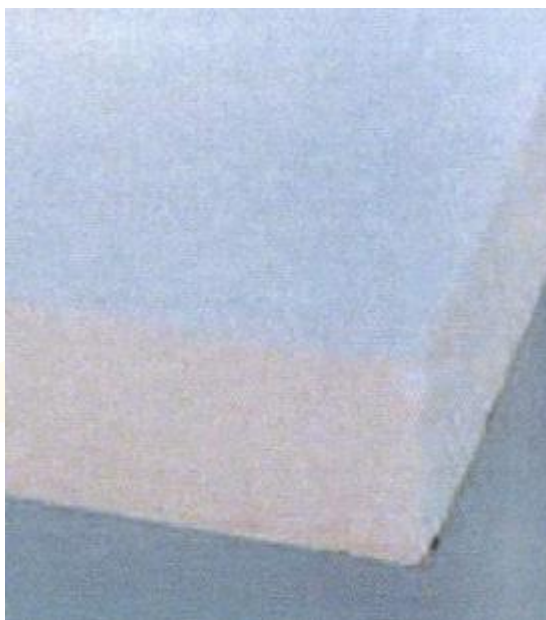
Il processo di produzione prevede:

- frantumazione
- riscaldamento rapido a 1000 °C
- evaporazione e espansione dei granuli

Prodotta come materiale sciolto, viene utilizzato anche come **aggregato** di **conglomerati cementizi alleggeriti** e **termoisolanti**.

Categorie di classificazione

ISOLANTI SINTETICI ORGANICI



L'**EPS** è costituito primariamente da un polimero a base di **stirene**.

Il processo di produzione prevede:

- espansione per gonfiaggio a vapore di anidride carbonica
- inserimento a stampo
- asciugatura
- formazione e sagomatura.

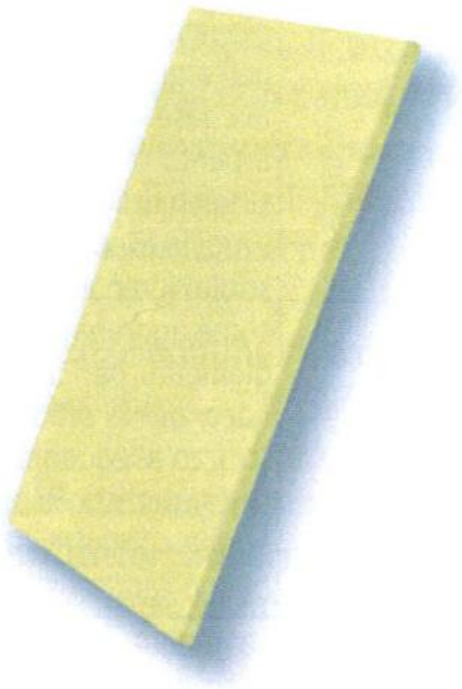
Prodotto in pannelli, sfere sciolte, prodotti opportunamente sagomati, il materiale può essere **accoppiato** alla **grafite** per diminuire gli scambi di calore radiativi o con altri strati per assolvere più funzioni (es. **cartongesso**).

Le caratteristiche peculiari sono: elevato potere termoisolante, facile lavorabilità, bassa permeabilità al vapore, sensibilità ai raggi UV e alle alte temperature.

Le applicazioni sono: isolamento termico con **potenziali proprietà fonoassorbenti** per tutti gli elementi costruttivi.

Categorie di classificazione

ISOLANTI SINTETICI ORGANICI



L'**XPS** è costituito primariamente da un polimero a base di **stirene**.

Il processo di produzione prevede:

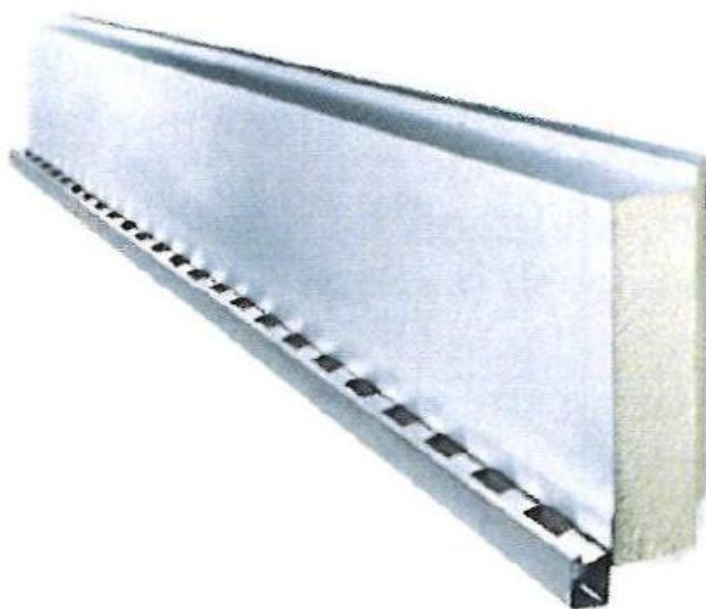
- miscelazione di granuli con polistirene di riciclo
- fusione con aggiunta di espandenti e ignifuganti
- estrusione
- asciugatura
- formazione e sagomatura.

Prodotto in pannelli con substrati superficiali ad alta densità e compattezza, il materiale può essere **accoppiato** con altri elementi funzionali o subire lavorazioni ulteriori di ottimizzazione.

Le caratteristiche peculiari sono analoghe a quelle dell'EPS; essendo esaltate densità e resistenza, è particolarmente indicato per **elementi sagomati** o **applicazioni sensibili** per carico o esposizione ad ambienti aggressivi.

Categorie di classificazione

ISOLANTI SINTETICI ORGANICI



Il **PUR** è costituito primariamente da composti di polimeri poliassidraulici.

Il processo di produzione prevede la **miscelazione** delle **materie polimeriche** in forma **liquida**, con differenziazione in base al prodotto atteso.

Prodotto in blocchi, pannelli a rivestimento flessibile o rigido, semilavorati liquidi da utilizzarsi come schiume, il PUR può essere anche **spruzzato** entro elementi preassemblati o in **luoghi confinati**, infine accoppiato con altri strati.

Le caratteristiche peculiari sono: elevato potere termoisolante, bassa sensibilità alla presenza d'acqua, lavorabilità, bassa permeabilità al vapore, sensibilità ai raggi UV.

Categorie di classificazione

ISOLANTI SINTETICI INORGANICI



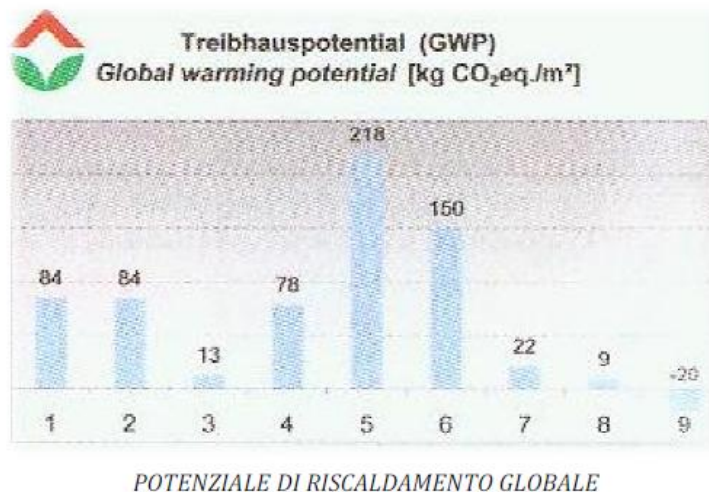
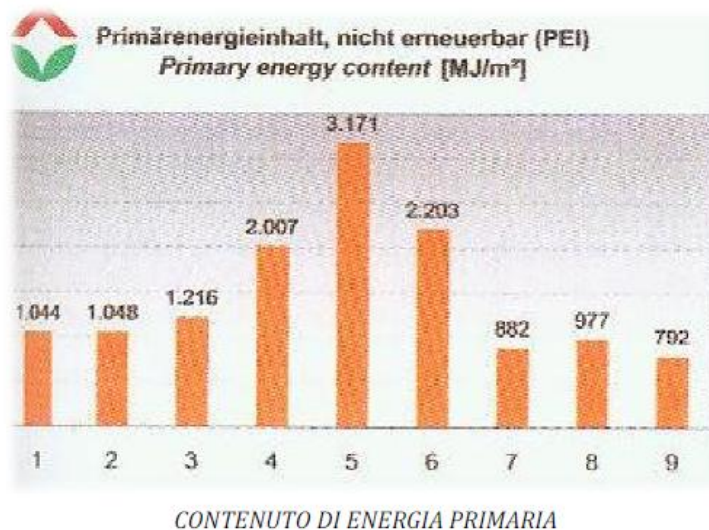
La **lana di roccia** è costituita primariamente da miscele di **origine vulcanica** o **sedimentaria**.

Il processo di produzione dei pannelli prevede:

- miscelazione con carbon coke, laterizi o scorie d'altoforno
- fusione ad alta temperatura (1500 °C)
- formazione delle fibre con aggiunta di oli e resine
- polimerizzazione e indurimento per cottura
- sezionamento e finitura.

Prodotta in pannelli, feltri, rotoli e coppelle, accoppiabile con altri materiali, presenta elevato potere termoisolante, buona permeabilità al vapore, **resistenza** al **fuoco**.

Ciclo di vita



1. pannello in schiuma minerale con intonaco silicato (30 cm)
2. pannello in schiuma minerale con intonaco di resina silicica (30 cm)
3. strato di pannello in sughero con intonaco silicato
4. strato di EPS con intonaco silicato (30 cm)
5. doppio strato in lana di roccia
6. strato di pannello lamellare in lana di roccia
7. isolamento in cellulosa (30 cm), pannello leggero in lana di legno
8. isolamento in cellulosa (30 cm), pannello leggero in fibra di legno
9. isolamento in cellulosa (30 cm), pannello leggero in sughero