

SESSIONE SPECIALE

Ciclo di seminari 2014 – 2015

*“Materiali e/o sistemi termoisolanti utilizzati
nell’involucro opaco edile”*

*Materiali impermeabilizzanti e termoisolanti
per l’efficientamento energetico*

3 Giugno 2015

Attività promossa e coordinata dalla Commissione Energia

Organizzazione: Ing. Francesco DE LEO

BASILICA S.GIOVANNI MAGGIORE

VIA RAMPE S.GIOVANNI MAGGIORE 14 - NAPOLI

Materiali impermeabilizzanti e termoisolanti per l'efficiamento energetico

Aspetti normativi, ecologici, energetici e stratigrafie

MERCOLEDI 3 GIUGNO 2015

Ore 15:30 -18:00

BASILICA DI S.GIOVANNI MAGGIORE

VIA RAMPE S.GIOVANNI MAGGIORE 14, NAPOLI

| | |
|-------------------|---|
| Ore 15:30 - 15:50 | Registrazione dei partecipanti |
| Ore 15:50 - 16.00 | Saluti di benvenuto Ing. Luigi Vinci , <i>Presidente dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Napoli.</i> Prof. Ing. Filippo de Rossi , <i>Coordinatore della Commissione Energia dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Napoli</i> |
| Ore 16:00 - 17:30 | Materiali impermeabilizzanti e termoisolanti: aspetti normativi, ecologici, energetici e stratigrafie Relatore: Ing. Francesco De Leo , <i>Membro della Commissione Energia, libero professionista</i> |
| Ore 17:30 - 18:00 | Linee guida del volume « <i>Materiali impermeabilizzanti e termoisolanti per l'involucro edilizio: un binomio</i> » Relatori : <i>gli Autori, Ing. Francesco De Leo e prof.ssa F. R. d'Ambrosio Alfano</i> |

*Materiali impermeabilizzanti e termoisolanti per l'efficiamento energetico
Aspetti normativi, ecologici, energetici e stratigrafie*

La sessione speciale è presentata a metà percorso del

Ciclo di seminari

“Materiali e/o sistemi termoisolanti utilizzati

nell'involucro opaco edile”

per approfondire alcune tematiche.

Materiali impermeabilizzanti e termoisolanti per l'efficiamento energetico Aspetti normativi, ecologici, energetici e stratigrafie

- ❑ Il legame tra gli isolanti e gli impermeabilizzanti, molte volte trascurato, in particolare per le fondazioni e le coperture di un edificio;
- ❑ La necessità di conoscere la compatibilità e gli impatti ecologici ed energetici dei materiali inseriti nelle stratigrafie per ottenere una buona opera di isolamento termico e di impermeabilizzazione.

Materiali impermeabilizzanti e termoisolanti per l'efficiamento energetico Aspetti normativi, ecologici, energetici e stratigrafie

L'incontro con gli Autori del libro della collana AiCARR

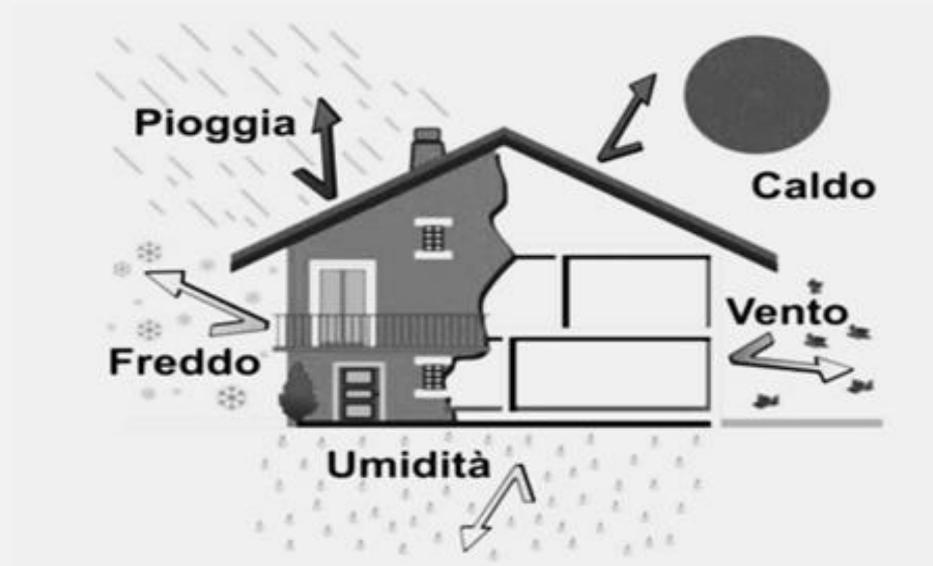
«Materiali impermeabilizzanti e termoisolanti per l'involucro edilizio: un binomio»

contribuirà all'approfondimento delle tematiche accennate.





➤ Quale relazione esiste tra l'impermeabilizzazione e l'isolamento termico dell'involucro opaco edilizio?



➤ L'impermeabilizzazione dell'involucro opaco edilizio

L'impermeabilizzazione interessa solo alcune superfici esterne dell'involucro edilizio. (Fondazioni e coperture)



➤ L'impermeabilizzazione dell'involucro opaco edilizio

L'impermeabilizzazione
è regolamentata da

Norme
di prodotto

Norme
di posa

Norma UNI 11333 disciplina la formazione
degli operatori addetti al settore delle
impermeabilizzazioni

Parte 1: processo e
responsabilità nella formazione
e qualificazione degli addetti

Parte 2-3 : prove di abilitazione per
la posa di membrane bituminose e
polimeriche.

➤ L'impermeabilizzazione dell'involucro opaco edilizio

La scelta dell'impermeabilizzante
deve tener conto

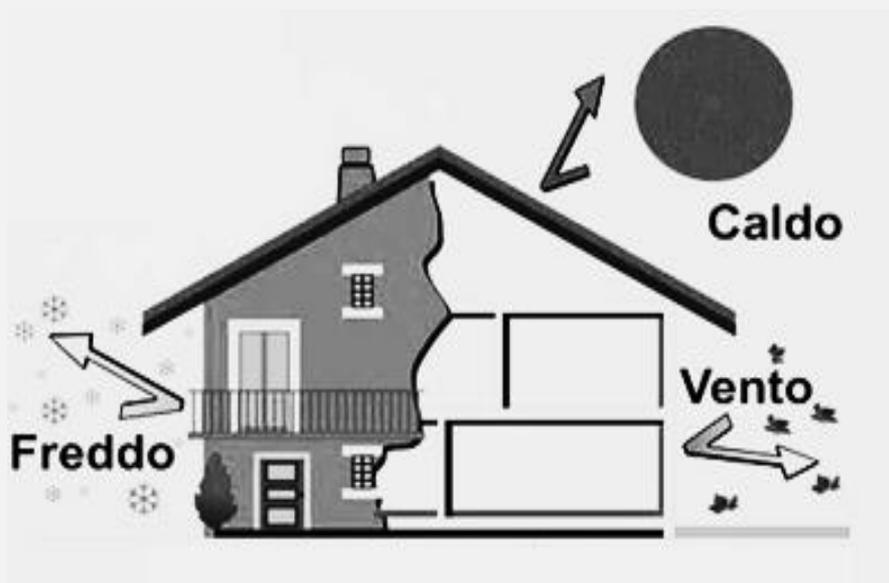
Compatibilità con
il supporto

Compatibilità con il
termoisolante



➤ L'isolamento termico dell'involucro opaco edilizio

Interessa tutto l'involucro edilizio

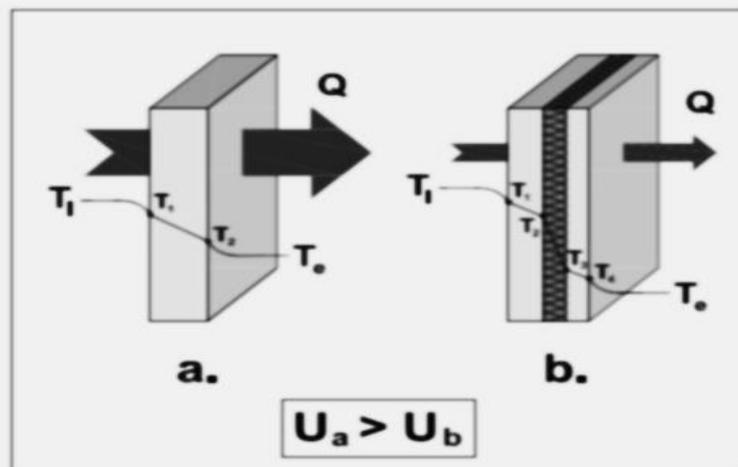


➤ L'isolamento termico dell'involucro opaco edilizio

L'isolamento termico è
regolamentato

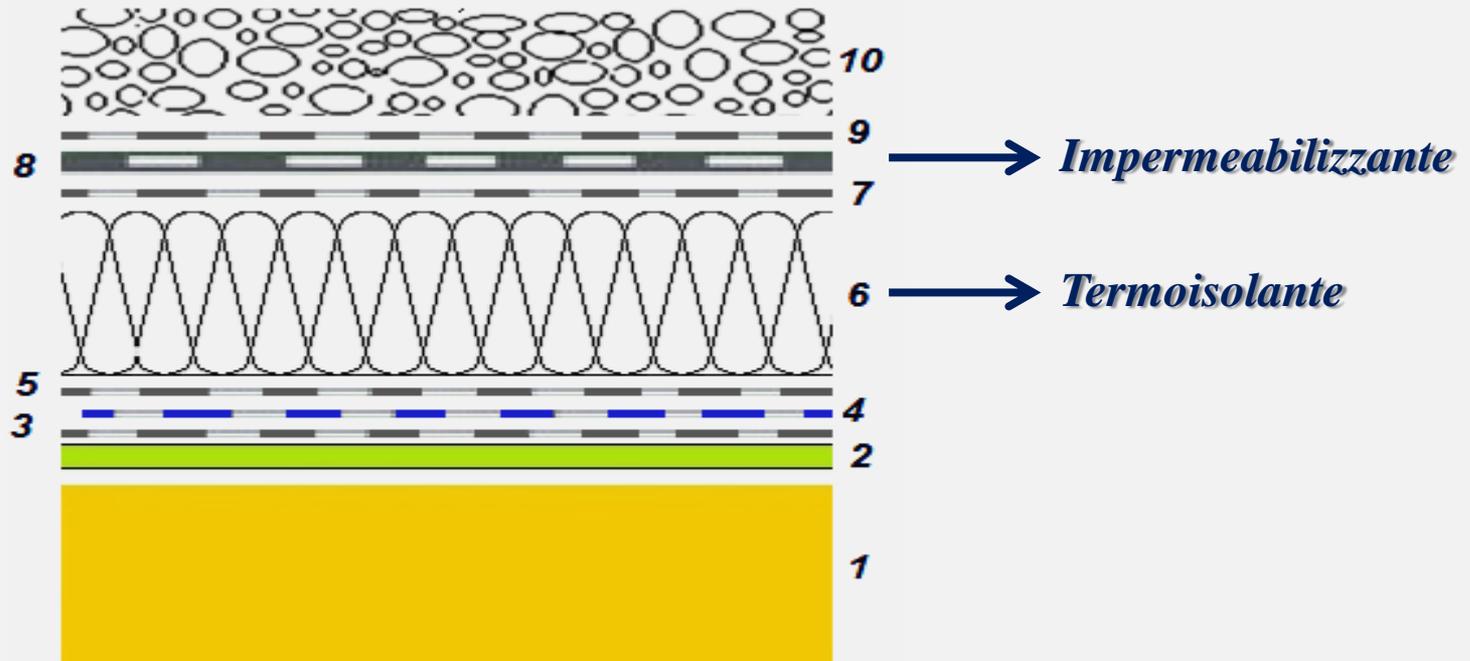
Leggi
energetiche

Norme
prodotto



➤ *L'isolamento termico dell'involucro opaco edilizio*

L'isolamento termico è generalmente associato all'impermeabilizzazione. (Ad esclusione delle facciate)

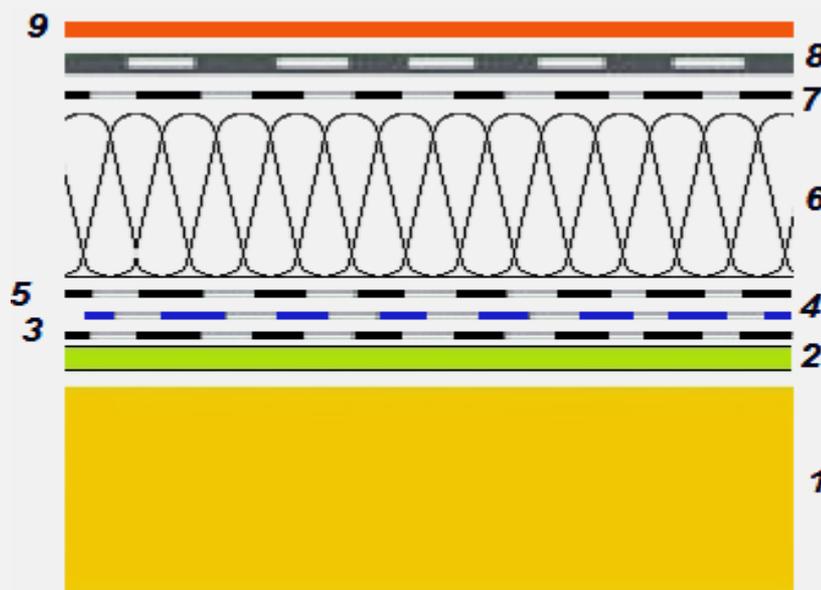


➤ L'isolamento termico dell'involucro opaco edilizio

La scelta del termoisolante, nelle fondazioni e coperture, deve tener conto

Compatibilità con il supporto

Compatibilità con l'impermeabilizzante



➔ **Termoisolante**

➤ L'impermeabilizzazione e l'isolamento termico

Un corretto progetto di
isolamento termico e impermeabilizzazione
prevede la conoscenza

Caratteristiche termofisiche
dei materiali

Compatibilità reciproca

Possibili applicazioni

Sostenibilità ambientale





➤ L'impermeabilizzazione dell'involucro edilizio

"Quando si ha a che fare con l'acqua, è necessario conoscerla e rispettarla. Quando si lavora per sottometerla, si deve sapere che un giorno potrebbe ribellarsi e ridurre in nulla tutte le nostre fatiche"

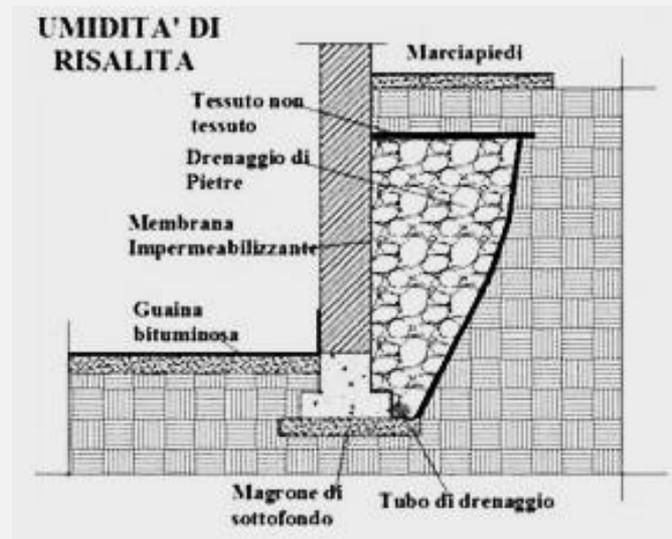
Swift G.C. 1986. Il paese dell'acqua.

Milano: Garzanti Libri.



➤ L'impermeabilizzazione dell'involucro edilizio

Oltre a essere presente in quasi tutti i materiali da costruzione, l'acqua può provenire dall'atmosfera, dal terreno o, come succede più spesso da entrambi contemporaneamente con meccanismi diversi.



➤ L'impermeabilizzazione dell'involucro edilizio

La presenza di acqua in una parete o un solaio si manifesta con macchie, muffe, efflorescenze ed erosioni, distacco di intonaci, sgretolamento delle superficie murarie.



➤ L'impermeabilizzazione dell'involucro edilizio

A tali manifestazioni, occorre aggiungere la precaria situazione abitativa e igienica degli edifici colpiti.



➤ L'impermeabilizzazione dell'involucro edilizio

Nei secoli sono state utilizzate diverse mescole per impermeabilizzare

Coccio pesto

Argilla

Asfalto colato

Catrame

Bitume di origine fossile

Bitume dalla distillazione
del petrolio

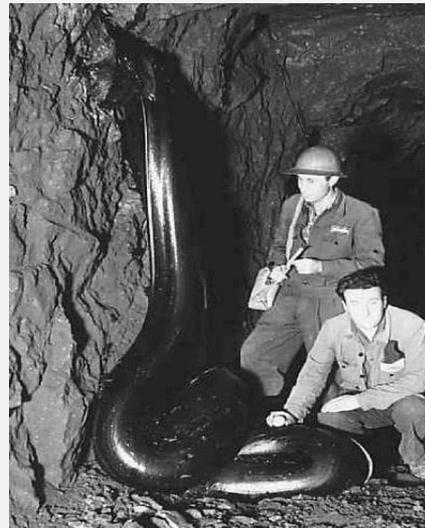
Giacimenti naturali

Ossidato e distillato

➤ L'impermeabilizzazione dell'involucro edilizio

Secondo la rivista "Nature" i primi impieghi del bitume da parte dell'uomo risalirebbero addirittura al medio paleolitico, ovvero a circa 42.000 anni addietro.

SITEB Associazione Italiana Bitume Asfalto Strade



➤ L'impermeabilizzazione dell'involucro edilizio

Dalla metà del XX secolo si sono succedute e affiancate varie mescole

Bitume

Bitume con polimeri

Polimeri

Polveri bentonitiche

Cementi trattati

➤ L'impermeabilizzazione dell'involucro edilizio

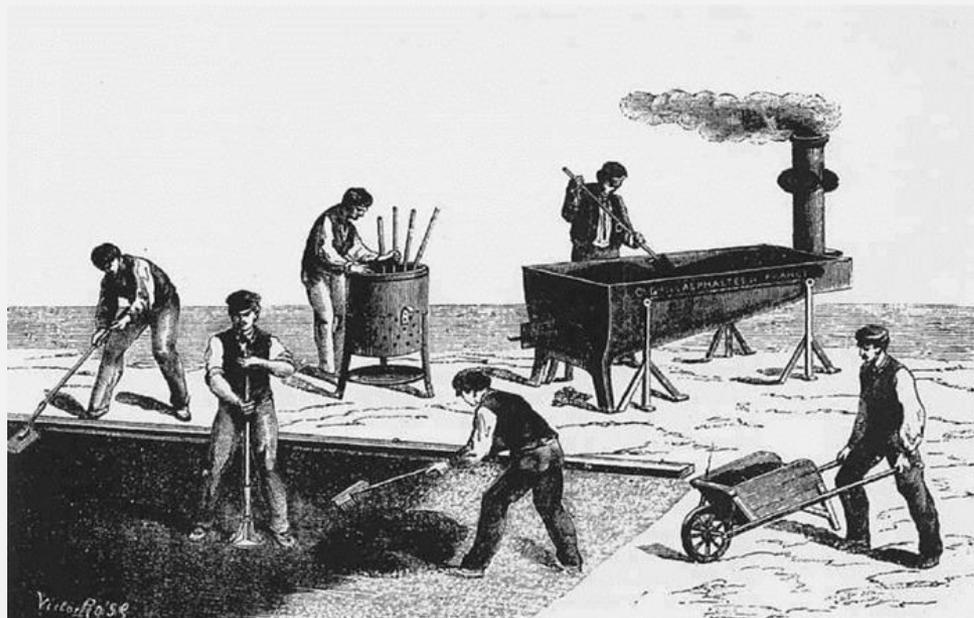
Le prime tecnologie multistrato erano molto laboriose e impegnative sia per l'impiego cospicuo di manodopera che di attrezzi.



www.storiadimilano.it

➤ L'impermeabilizzazione dell'involucro edilizio

Si fondeva il bitume ossidato in caldaie disposte il più vicino al punto di utilizzo, lo si prelevava con secchi, lo si spalmava sul sottofondo della copertura e lo si copriva con fogli di cartafeltro impregnati di bitume.

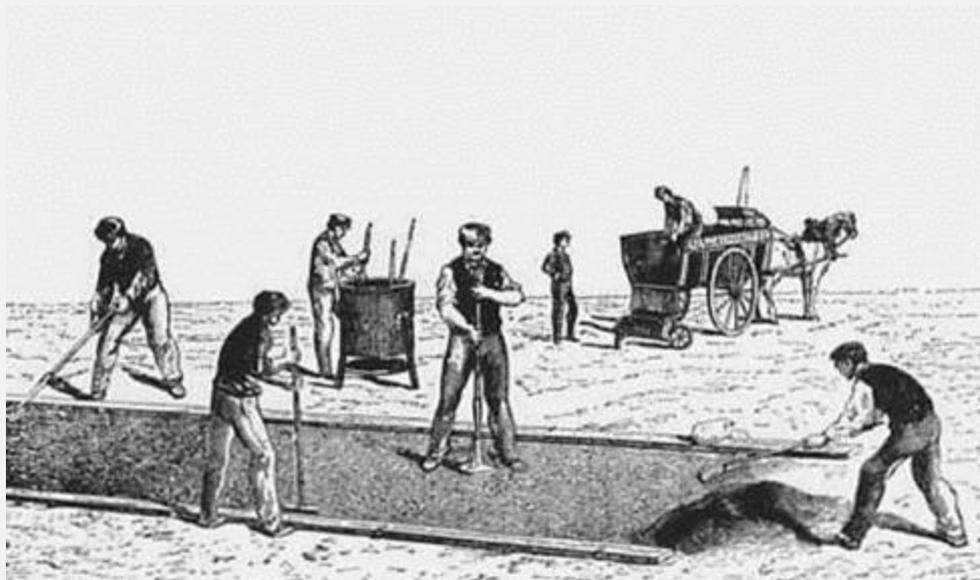


➤ L'impermeabilizzazione dell'involucro edilizio

Questa operazione veniva ripetuta fino a raggiungere lo spessore voluto.

Successivamente si passò ai fogli di bitume ossidato

Primo esempio di membrana prefabbricata.



➤ **L'impermeabilizzazione dell'involucro edilizio**

Con il diffondersi del cemento armato
le strutture divennero più elastiche.

Le impermeabilizzazioni stratificate in opera
concepite per strutture monolitiche
non erano più adatte

➤ L'impermeabilizzazione dell'involucro edilizio

Periodo dal 1950 ad oggi

Impermeabilizzazioni stratificate in opera

Membrane prefabbricate a base di bitume ox

Membrane prefabbricate a base di bitume
distillato e polimero

Membrane prefabbricate a base di polimero

Membrane prefabbricate vegetali

Membrane miste

Membrane in situ a freddo

*Membrane
prefabbricate*

➤ **L'impermeabilizzazione dell'involucro edilizio**

In Italia, negli anni '70, la scoperta della compatibilità fra il bitume distillato e il polipropilene atattico ha migliorato le caratteristiche della massa bituminosa, aumentandone il punto di rammollimento e rendendola meno fragile alle basse temperature.



Prime membrane prefabbricate a base di bitume polimero.

➤ L'impermeabilizzazione dell'involucro edilizio

A queste membrane si sono poi affiancate quelle **polimeriche** caratterizzate da una massa impermeabilizzante costituita da polimeri senza aggiunta di bitume, con o senza armatura.



Negli ultimi anni sono sempre più diffuse le **membrane vegetali**, con masse impermeabilizzanti ecologiche.



Tutte queste membrane appartengono alla categoria delle

Membrane prefabbricate.

➤ L'impermeabilizzazione dell'involucro edilizio

Alle membrane prefabbricate si sono aggiunte le **membrane miste**, prodotte sotto forma di sandwich oppure come una membrana prefabbricata o biodegradabile accoppiata con minerali bentonici o reti sintetiche (geomembrane).

➤ **L'impermeabilizzazione dell'involucro edilizio**

Infine le **membrane in situ**, che rappresentano l'evoluzione tecnologica delle prime membrane multistrato, posate a caldo.

Sono anche dette **sistemi multistrato a freddo**, realizzati mediante applicazione di più strati, quasi sempre innestando armature e utilizzando idonei strati di primer per i diversi tipi di supporto.

➤ L'impermeabilizzazione dell'involucro edilizio

Ha principalmente il compito di proteggere
dall'acqua meteorica

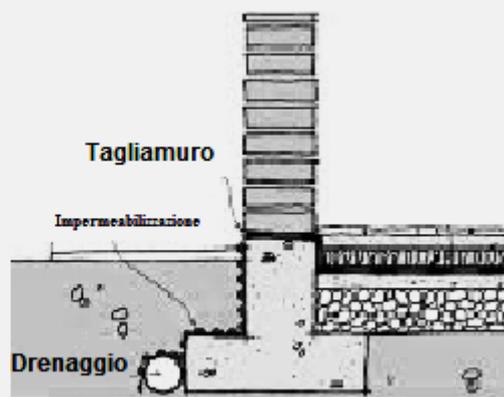
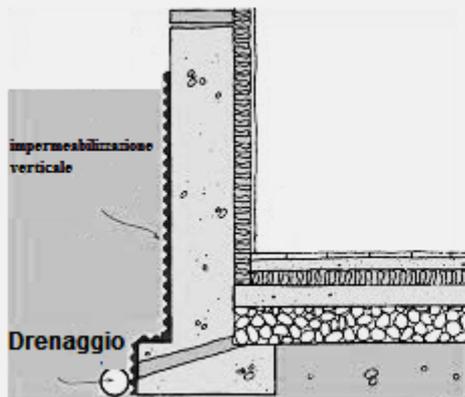
Fondazioni

Coperture

Terrazzi e balconi

Qualsiasi parte esposta all'ambiente esterno,
escluse le facciate

➤ L'impermeabilizzazione dell'involucro edilizio

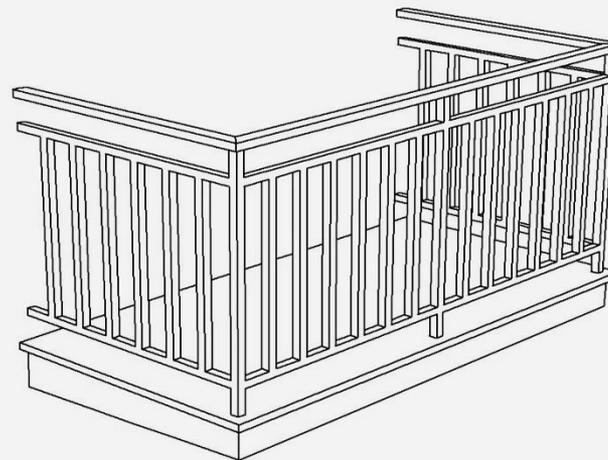
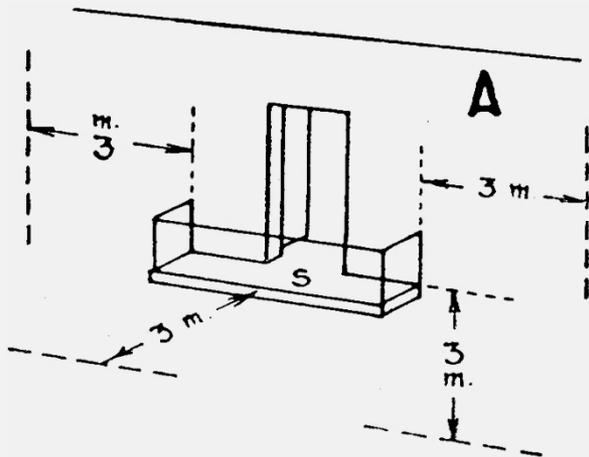


Fondazioni



Coperture

➤ L'impermeabilizzazione dell'involucro edilizio



Balconi



➤ **L'impermeabilizzazione dell'involucro edilizio**

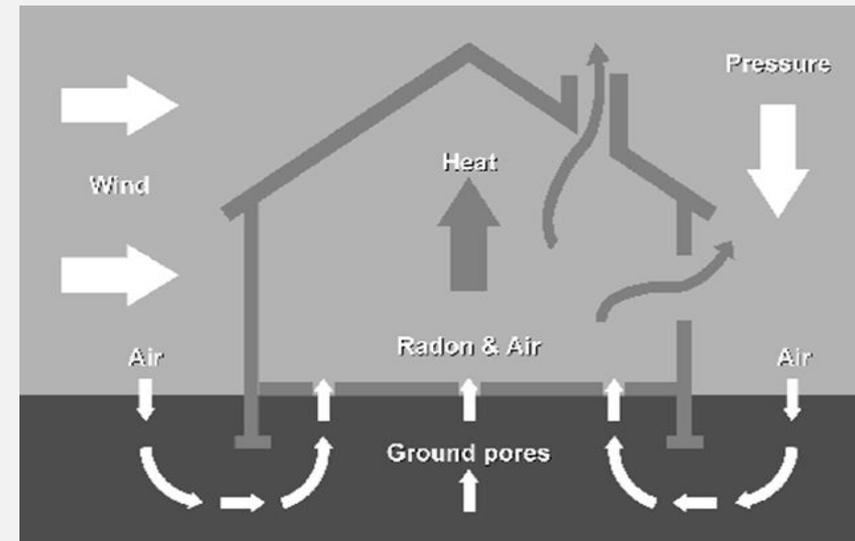
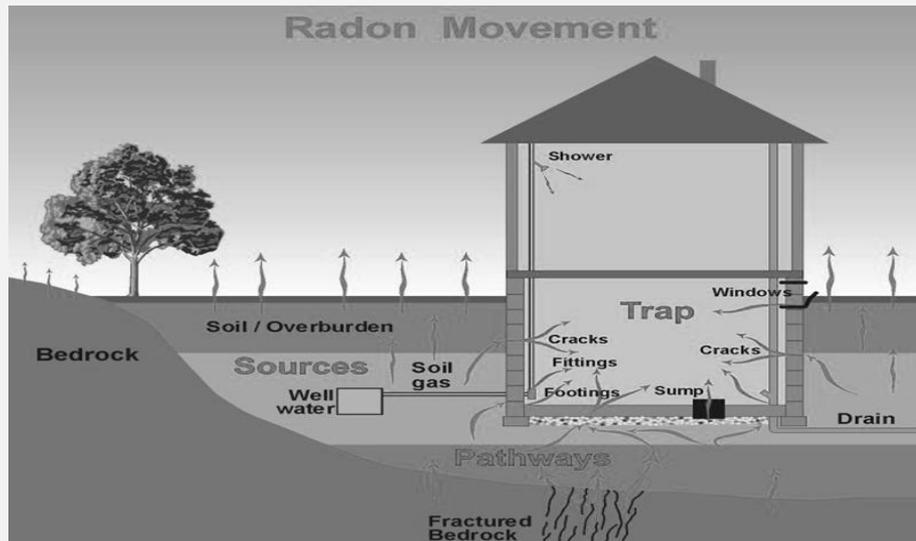
□ **Protezione dal Radon**

Il radon è un gas emesso dalle rocce vulcaniche, si trova essenzialmente nel sottosuolo, nell'acqua, in alcuni materiali utilizzati in edilizia, in particolare nei tufi e nelle pozzolane. E' pericoloso per i soggetti umani solo se inalato, in quanto danneggia le cellule polmonari.

➤ L'impermeabilizzazione dell'involucro edilizio

❑ Protezione dal Radon

Una delle tecniche di mitigazione del radon consiste nell'impedire l'ingresso del gas in ambiente sigillando con una membrana tutte le possibili vie di passaggio.



➤ L'impermeabilizzazione e l'impianto fotovoltaico



➤ L'impermeabilizzazione e l'impianto fotovoltaico



➤ L'impermeabilizzazione e l'impianto fotovoltaico



➤ L'impermeabilizzazione e l'impianto fotovoltaico



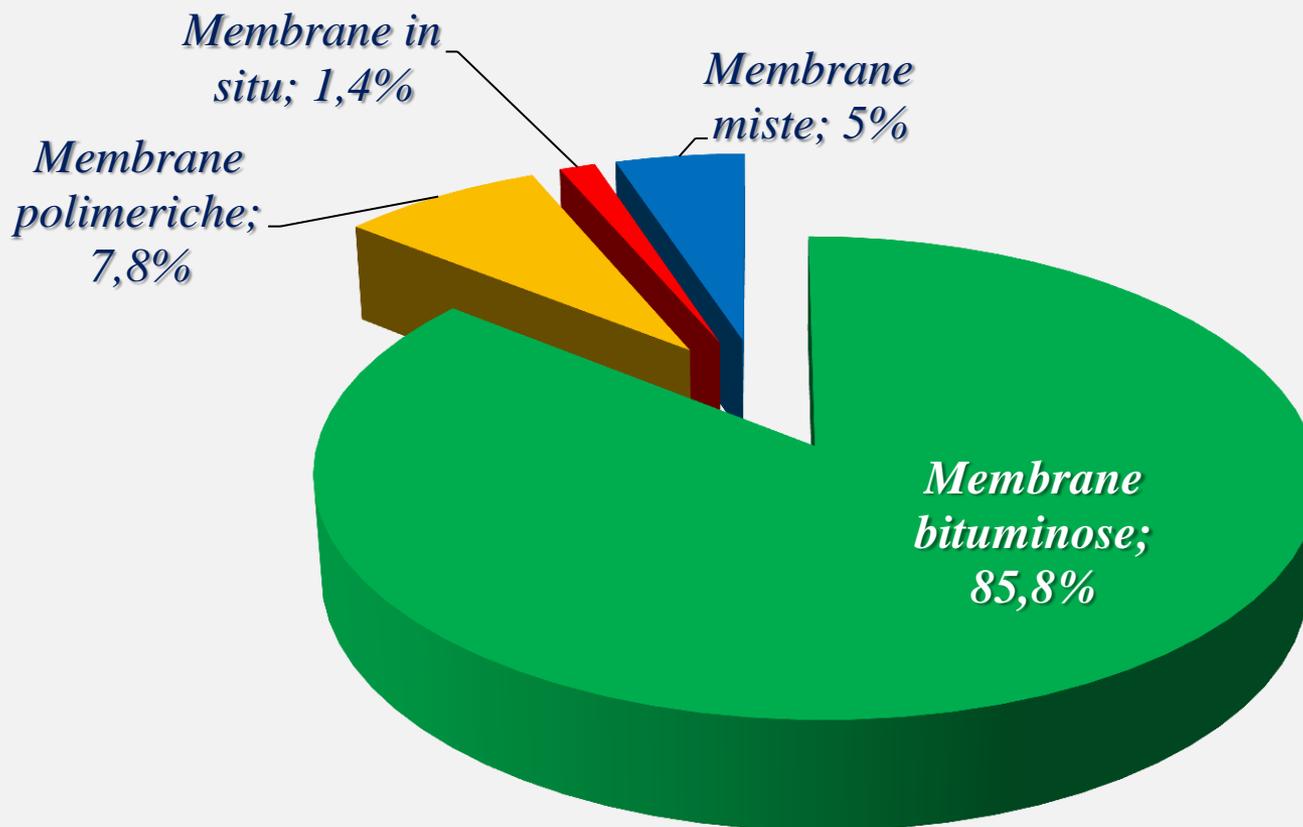
➤ **Classificazioni dei materiali impermeabilizzanti**

I prodotti impermeabilizzanti si classificano in:

- **Membrane prefabbricate***
- **Membrane miste**
- **Membrane in situ**

*(bituminose e polimeriche)

➤ Mercato Italia 2012



**Produzione 230 milioni di m²
65 milioni di m² mercato estero**

➤ **Classificazioni dei materiali impermeabilizzanti**

Le **membrane prefabbricate** sono a loro volta suddivise in sottocategorie in funzione del tipo di massa impermeabilizzante

Bituminose

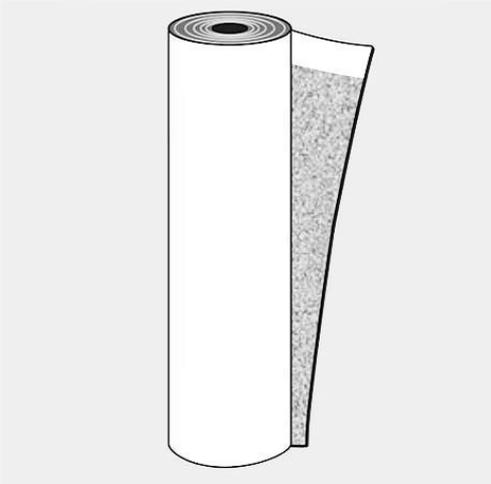
Bitume polimero

Polimeriche sintetiche

Polimeriche naturali

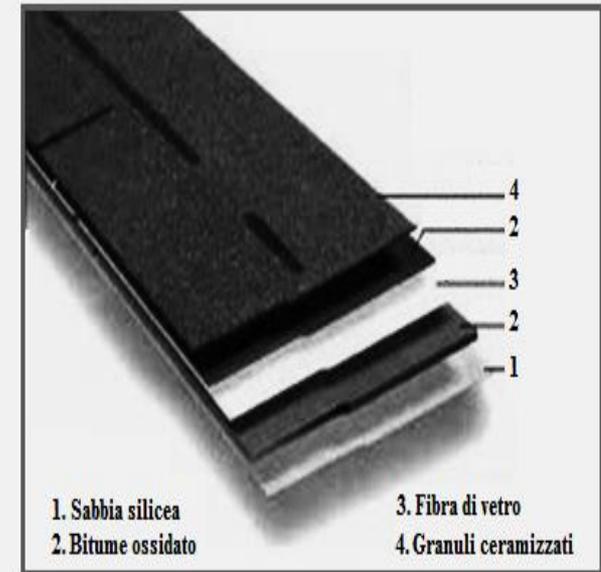
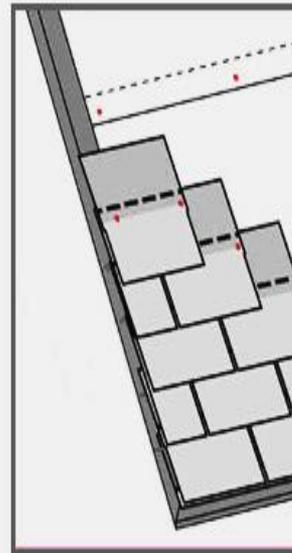
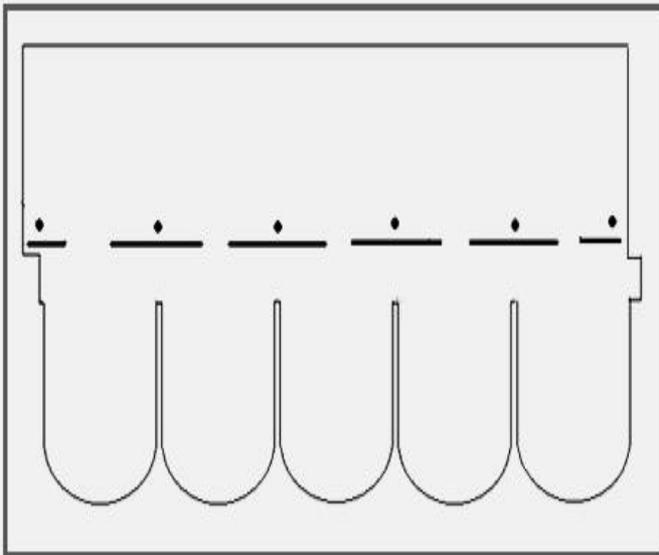
➤ Membrane prefabbricate: galleria fotografica

Membrane bituminose



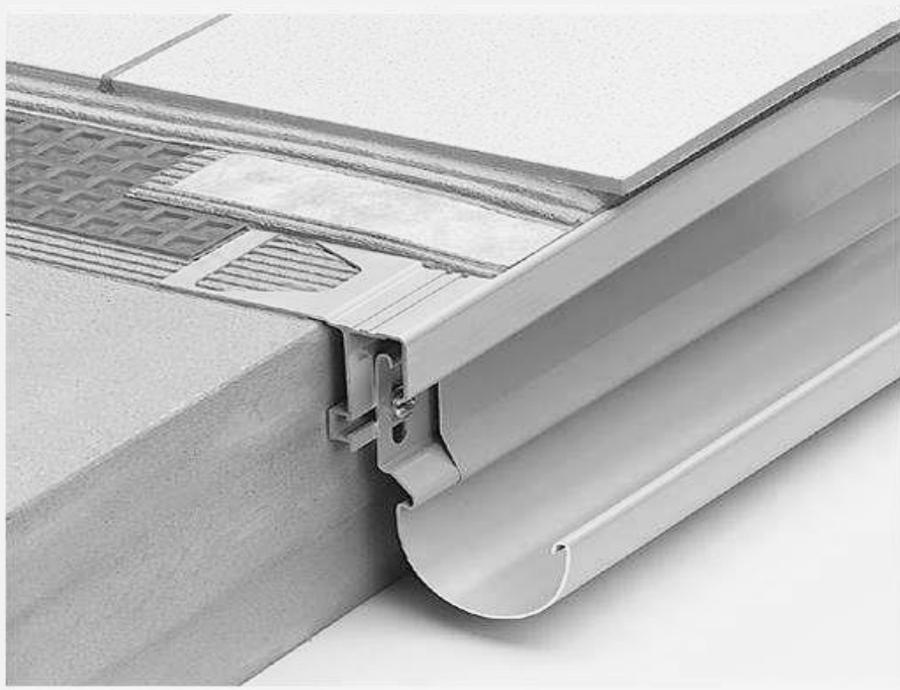
➤ Membrane prefabbricate: galleria fotografica

Membrane bituminose



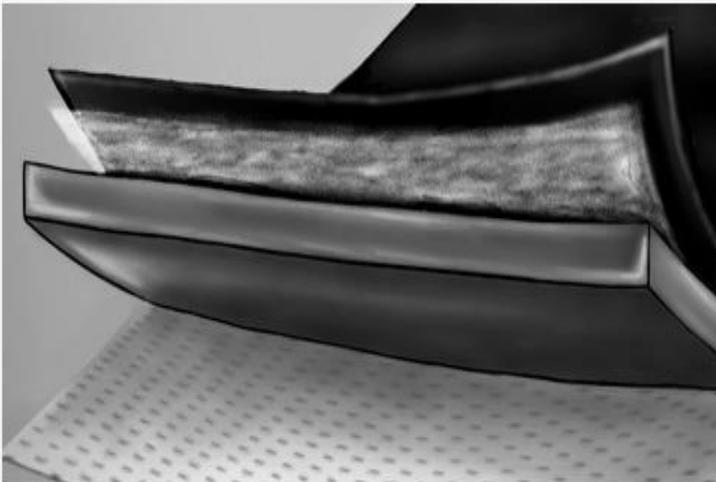
➤ Membrane prefabbricate: galleria fotografica

Membrana polimerica

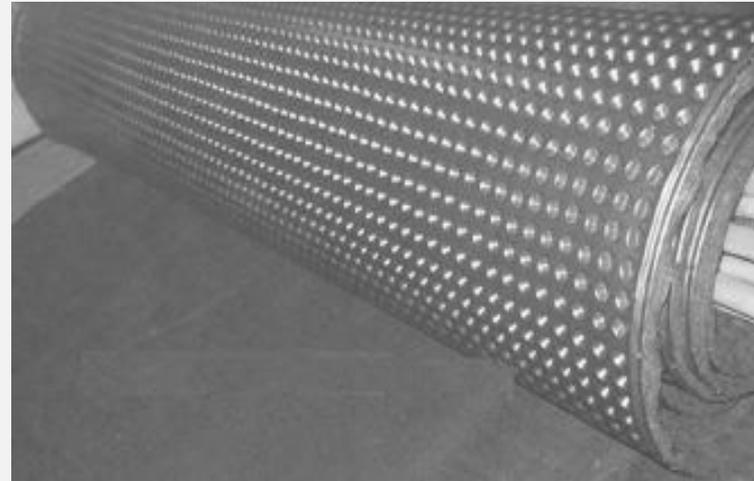


➤ Membrane miste: galleria fotografica

Membrana sandwich



Geomembrana



➤ Membrane in situ: galleria fotografica

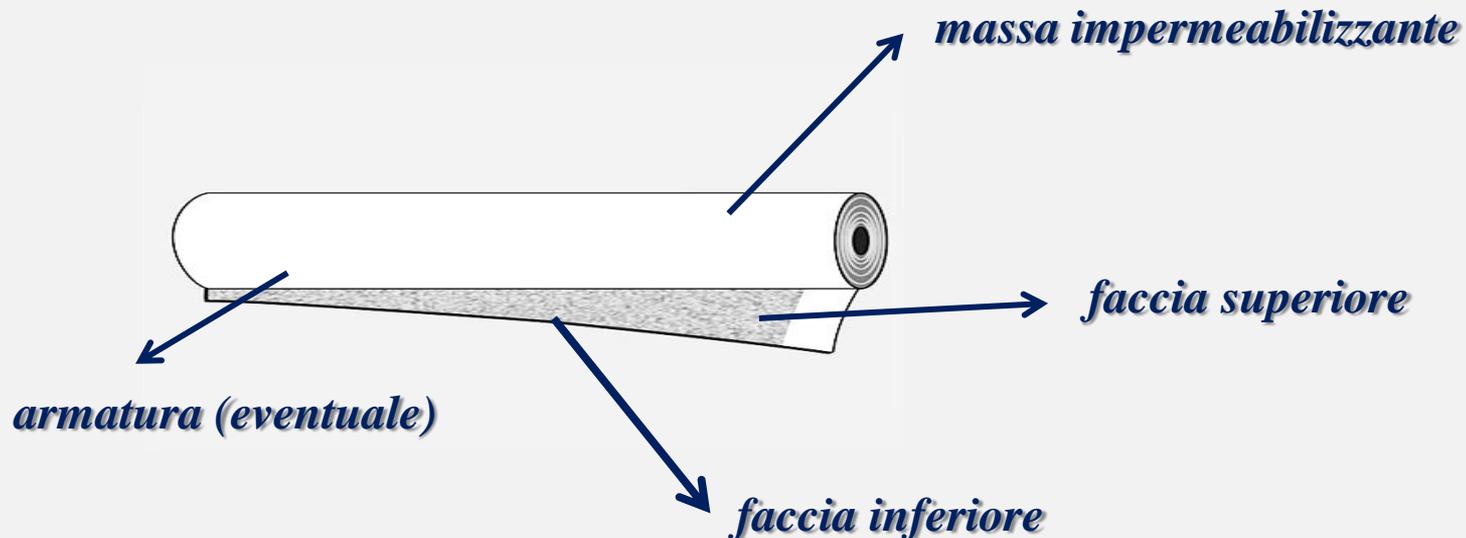
Membrane in situ



➤ Membrane prefabbricate: generalità

Le membrane prefabbricate sono costituite da:

- massa impermeabilizzante;
- armatura innestata in essa;
- faccia inferiore e una superiore.



➤ **Massa impermeabilizzante: generalità**

La massa conferisce l'impermeabilità all'acqua delle membrane in genere .

Deriva dalla lavorazione della mescola costituita :

- per circa il 90% da una matrice bituminosa o polimerica;
- per la rimanente parte da componenti aggiuntivi.

➤ Massa impermeabilizzante: generalità

Composizione qualitativa delle masse impermeabilizzanti

| | Matrice | Componenti aggiuntivi |
|-------------------|----------------------|--------------------------------|
| Bitume | ✓ Bitume ossidato | ✓ Filler, cariche |
| | ✓ Bitume distillato | ✓ Polimeri, additivi e cariche |
| Polimerica | ✓ Polimeri sintetici | ✓ Additivi e plastificanti |
| | ✓ Polimeri naturali | ✓ Additivi |

➤ **Massa impermeabilizzante: matrice bitume**

Il bitume utilizzato come matrice per la formulazione della mescola delle membrane prefabbricate può essere di due tipi:

Ossidato

Distillato

➤ **Massa impermeabilizzante : matrice bitume**

Il bitume è originato dalla raffinazione del petrolio ed è costituito principalmente da carbonio.

Composizione percentuale media del bitume.

| Componente | Percentuale |
|-------------------|--------------------|
| Carbonio | 80% |
| Idrogeno | 10% |
| Zolfo | 5% |
| Ossigeno | 3% |
| Azoto | 2% |

➤ **Massa impermeabilizzante : matrice bitume**

Le caratteristiche chimiche del greggio di partenza possono essere le più diverse.

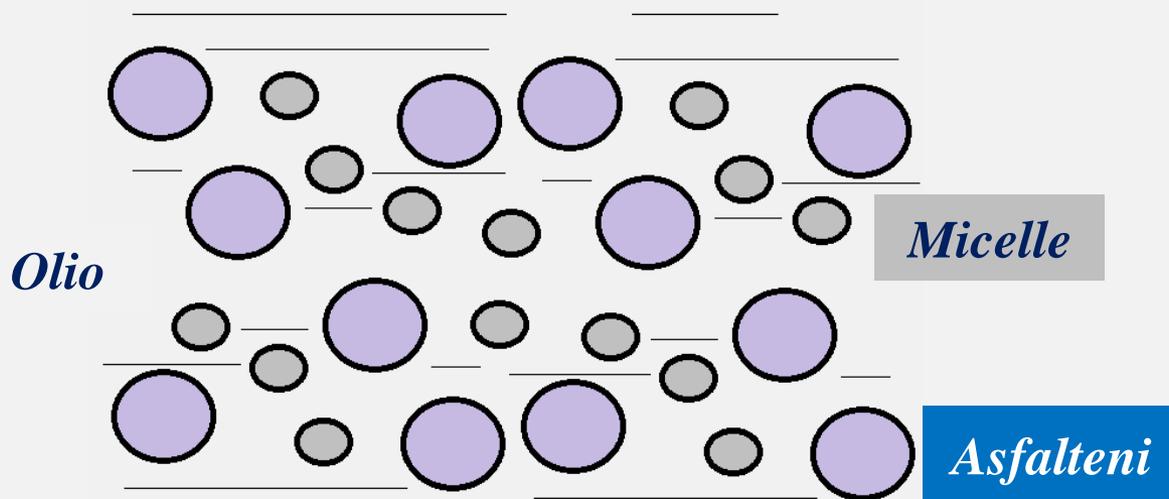
Impossibile fare una classificazione precisa del bitume generato.

➤ Massa impermeabilizzante: matrice bitume

La teoria più accreditata fa riferimento alla

Struttura colloidale

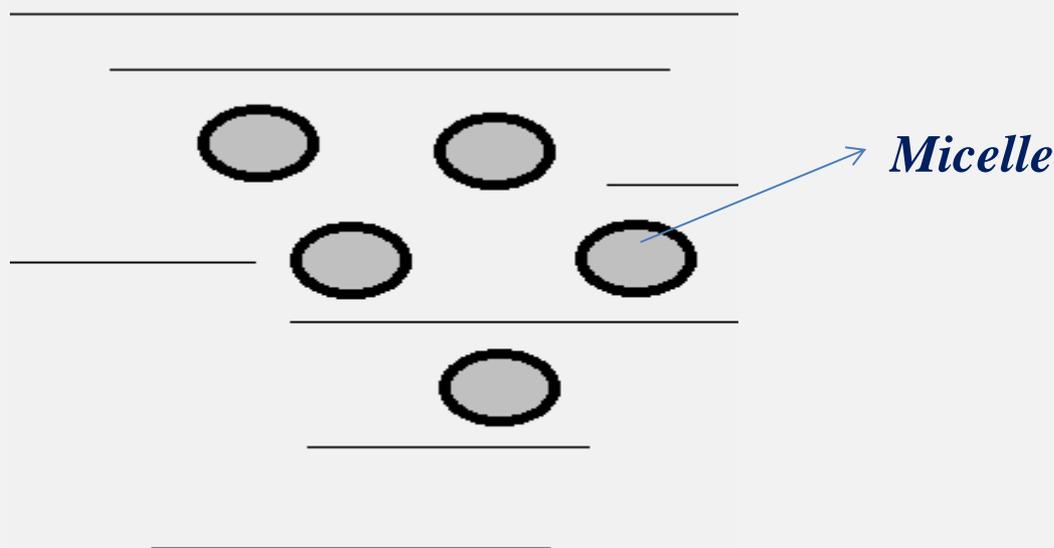
Il bitume è costituito **da aggregati** di molecole, detti **micelle**, dispersi nell'olio. Attorno al nucleo delle micelle sono disposti gli **asfalteni** (composti a più alto grado di aromaticità e peso molecolare)



*Fra l'olio,
le micelle
gli asfalteni
sembra non ci siano
confini ben precisi.*

➤ **Massa impermeabilizzante: matrice bitume**

Bitume distillato secondo la teoria colloidale.

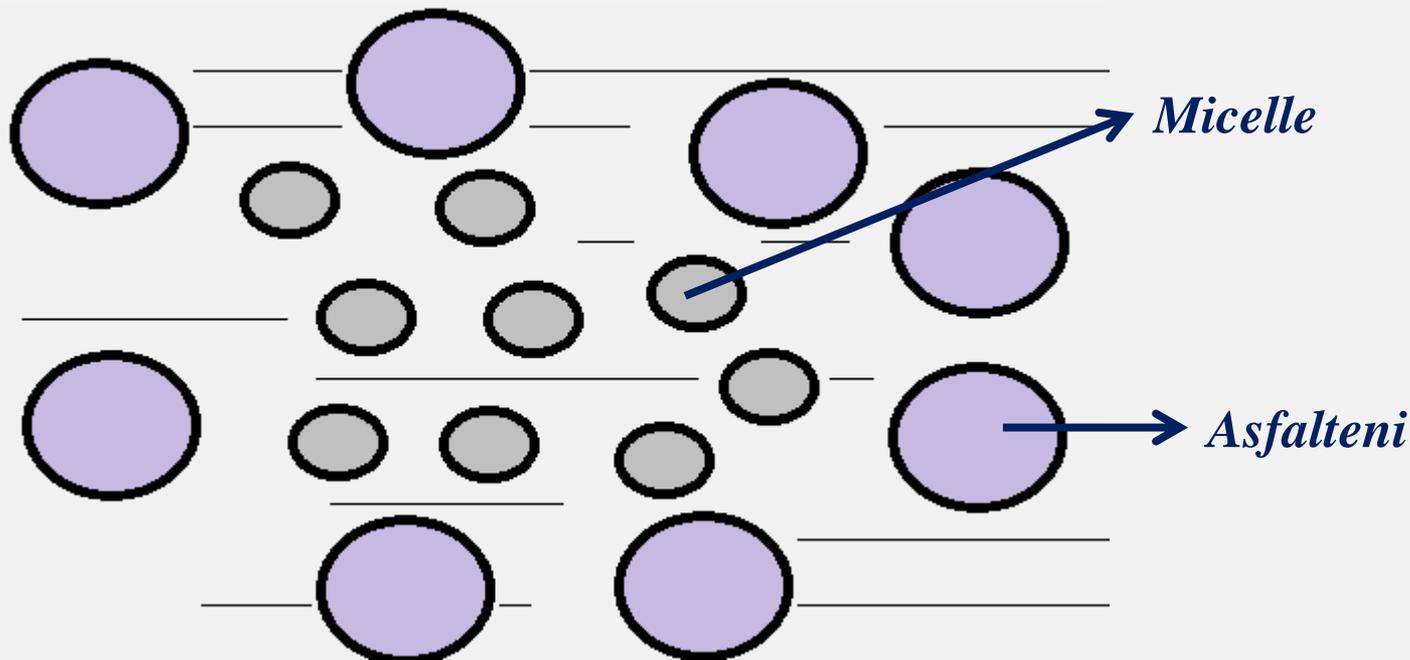


*Se le **micelle** sono completamente disperse nell'olio, si forma il bitume di tipo sol:*

Bitume distillato

➤ Massa impermeabilizzante: matrice bitume

Bitume ossidato secondo la teoria colloidale.



Quando le micelle si attraggono formando legami, si forma il bitume di tipo gel:

Bitume ossidato

➤ **Massa impermeabilizzante: matrice bitume**

▪ *caratteristiche principali del bitume*

Flessibilità a freddo, anche detta punto di rottura Fraas, identifica la fragilità del bitume freddo.

Prova di flessibilità a freddo del bitume

- Un film sottile di bitume posizionato su una lastra sottile di metallo
- Contemporaneamente raffreddata e piegata fino alla rottura del film.
- Il punto di rottura è rappresentato dalla temperatura alla quale il film si rompe, misurato in °C.
- Valori compresi tra -5 °C e -20 °C.

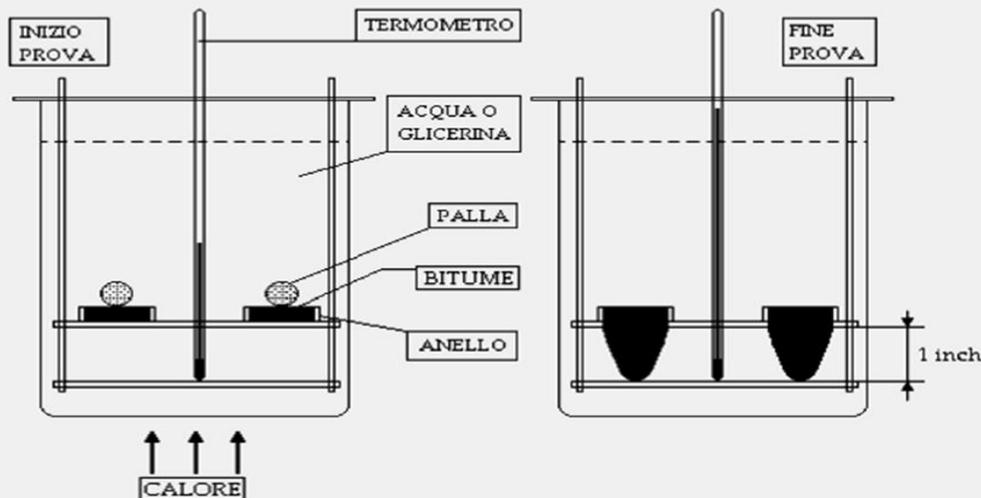
➤ Massa impermeabilizzante: matrice bitume

- *caratteristiche principali del bitume*

Scorrimento a caldo, anche detto rammollimento, rappresenta la temperatura alla quale il bitume si trasforma dallo stato solido a fluido viscoso.

Prova di scorrimento a caldo del bitume

- ❑ Pallina di acciaio su un disco di bitume, dimensioni standard.
- ❑ La temperatura di rammollimento è la temperatura alla quale il disco non riesce più a sostenere la pallina.



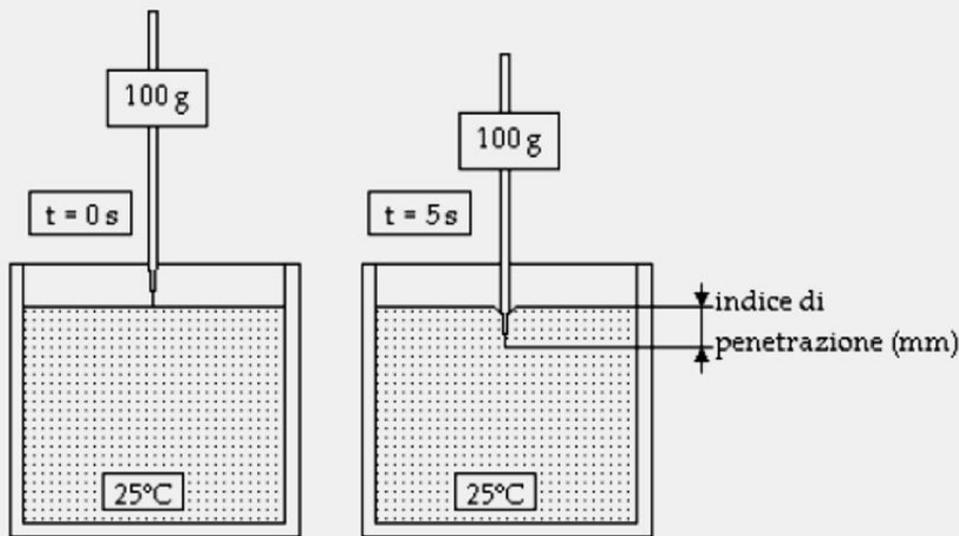
➤ Massa impermeabilizzante: matrice bitume

▪ *caratteristiche principali del bitume*

Viscosità, anche detta penetrazione indica la consistenza e la durezza di un bitume.

Prova della viscosità del bitume

- ❑ Profondità di penetrazione di un ago standard in un campione di bitume di dimensioni normalizzate
- ❑ carico di 100 g per un tempo pari a 5 secondi alla temperatura 25°C .
- ❑ La profondità di penetrazione è misurata in decimi di millimetro.



➤ **Massa impermeabilizzante: matrice bitume**

Un bitume con elevati valori del punto di rammollimento e della penetrazione è da considerarsi pregiato.

➤ **Massa impermeabilizzante: matrice polimerica**

I polimeri sono macromolecole costituite da unità fondamentali uguali, i monomeri, o diversi, copolimeri, uniti "a catena" mediante la ripetizione dello stesso tipo di legame.

➤ **Massa impermeabilizzante: matrice polimerica**

La matrice polimerica può essere classificata in base a:

- origine e natura dei materiali di cui è composta;
- proprietà chimico-fisiche;
- caratteristiche meccaniche;
- processo di polimerizzazione;
- impiego.

➤ **Massa impermeabilizzante: matrice polimerica**

➤ **Classificazione in base all'origine**

- **Polimeri sintetici:** prodotti da reazioni di sintesi chimica quali la polimerizzazione per addizione, copolimerizzazione e policondensazione;
 - **Polimeri naturali*:** prodotti e degradati in natura;
*cellulosa, le proteine, gli acidi nucleici.
 - **Polimeri naturali modificati**:** polimeri naturali modificati chimicamente.
- ** l'acido polilattico, **PLA**, i poliidrossialcanoati, **PHA**, la cellulosa rigenerata, l'amido, i poliesteri lineari.

➤ **Massa impermeabilizzante: matrice polimerica**

➤ **Classificazione in base alle proprietà chimico-fisiche**

- **Termoplastici***: polimeri che rammolliscono sotto l'azione del calore e induriscono in seguito ad un calo di temperatura.

*l'acrilonitrile-butadiene-stirene, **ABS**; il policarbonato, **PC**; il polietilene, **PE**; il polietilentereftalato, **PET**; il polivinilcloruro, **PVC**; il polimetilmetacrilato, **PMMA**; il polipropilene, **PP**; il polistirene, **PS**; il polistirene espanso, **EPS**; il polietilene, **PE**.

- **Termoindurenti****: polimeri che una volta formati rimangono duri e non rammolliscono se riscaldati.

la resina epossidica, **EP; la resina fenol-formaldeide, **PF**.

➤ **Massa impermeabilizzante: matrice polimerica**

➤ **Classificazione secondo le caratteristiche meccaniche**

- **Elastomeri:** materiali che se vengono allungati o schiacciati si deformano e sono in grado di riprendere la forma originale una volta cessata la forza di deformazione.
- **Plastomeri:** materiali dotati di scarse caratteristiche elastiche ma di buona plasticità.

➤ **Armatura**

L'armatura costituisce la struttura portante della membrana impermeabile.

È l'ossatura interna intorno alla quale si distribuisce in modo omogeneo la mescola, che la impregna realizzando così un accoppiamento adatto al miglioramento delle caratteristiche meccanico-strutturali del prodotto finito.

➤ **Armatura**

Una buona armatura non deve essere particolarmente pesante o spessa, in quanto non sarebbe correttamente impregnata dalla mescola.

L'armatura viene inserita nella mescola anche per distribuire gli sforzi cui la membrana impermeabile è sottoposta.

➤ **Armatura**

Una buona armatura conferisce alla membrana caratteristiche di:

- resistenza meccanica alla trazione;
- resistenza al punzonamento statico e dinamico;
- buona stabilità dimensionale a caldo.

➤ **Armatura**

Armature normalmente impiegate nelle membrane :

- **in tessuto** (si presentano con una trama e un ordito),
- **di feltro o di tessuto non tessuto** (non hanno una vera orditura).

➤ **Armatura**

Le armature si distinguono in relazione alla loro natura

Naturali (cartalana – juta) in disuso

Minerali (fibre di vetro)

Sintetiche (p. e. poliestere)

➤ **Armatura**

□ **Armature minerali**

Sono generalmente in velo di vetro, prodotto con due tipi di processo, a secco e a umido, costituito da fibre di vetro molto sottili del diametro di circa $15 \mu\text{m}$, di lunghezza fra 6 e 12 mm.

➤ **Armatura**

□ **Armature minerali**

Le singole fibre sono legate fra loro con una resina termoindurente che le rende adatte per impieghi a temperature di $180\div 220$ °C, necessarie per la preparazione delle membrane impermeabilizzanti.

➤ **Armatura**

□ **Armature minerali**

Il velo di vetro ha limiti di

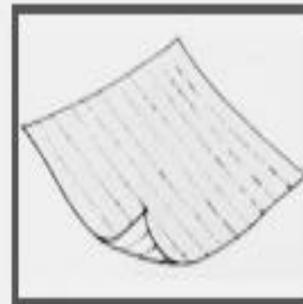
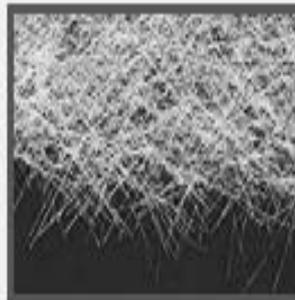
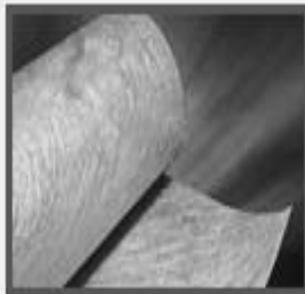
- Resistenza meccanica;
- Allungamento;
- Resistenza alla perforazione;
- Resistenza alla azione persistente di eventuali carichi derivanti da irregolarità della superficie di posa.

➤ Armatura

□ Armature minerali

Le armature in velo vetro imputrescibili e non igroscopiche sono utilizzate con discreto successo su supporti monolitici e in assenza di carichi statici.

Esempi di armature in velo vetro.



➤ Armatura

□ Armature sintetiche

Generalmente costituite da poliestere e compatibili con il bitume:

- in tessuto;
- in tessuto non tessuto, *TNT* , ottenuto da fibre discontinue (fiocco) oppure dal filo continuo di poliestere.

➤ **Armatura**

□ **Armature sintetiche**

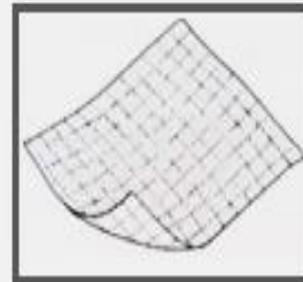
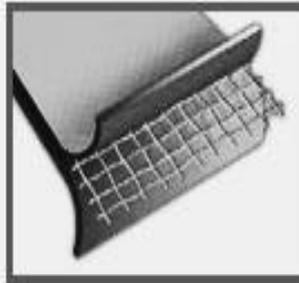
A differenza del vetro, il poliestere è un materiale organico sensibile alle alte temperature.

In condizioni severe di impiego, quali alte temperature e sforzi eccessivi nella linea di produzione, si possono verificare tensioni che possono rimanere latenti nel manufatto, causando ritiri dopo la messa in opera della membrana.

➤ Armatura

□ Armature sintetiche

Esempi di armature in poliestere.



➤ **Armatura**

Armature generalmente inserite nelle membrane prefabbricate.

| | |
|----------------------------------|--|
| <i>carta feltro</i> | <i>juta tessuto</i> |
| <i>non armato</i> | <i>biarmato poliestere non tessuto+vetro velo</i> |
| <i>velo vetro</i> | <i>biarmato alluminio+velo vetro</i> |
| <i>vetro tessuto</i> | <i>biarmato polipropilene film +vetro velo</i> |
| <i>poliestere non tessuto</i> | <i>biarmato poliestere film + vetro velo</i> |
| <i>polipropilene non tessuto</i> | <i>triarmato poliestere non tessuto+vetro o tessuto+vetro velo</i> |
| <i>poliestere tessuto</i> | <i>alluminio in foglio sottile</i> |
| <i>poliammide tessuto</i> | <i>fibre di vetro sciolte</i> |
| <i>polietilene film</i> | <i>polipropilene film</i> |

➤ **Finitura delle facce**

❑ **Membrane in bitume e bitume-polimero**

Le finiture delle facce possono avere molteplici funzioni, anche contemporanee per esempio:

- antiaderenza;
- protezione meccanica e solare;
- aspetto estetico;
- promozione di aderenza per l'incollaggio a fiamma

➤ **Finitura delle facce**

Membrane polimeriche sintetiche e naturali

Sono prodotte con la superficie finita e non hanno bisogno di ulteriori trattamenti.

In fase applicativa le superfici inferiori non sono saldate al sottofondo (ma qualora fosse prevista l'adesione al sottofondo si aggiunge un feltro compatibile con il bitume).

➤ Finitura delle facce

Finiture delle facce più diffuse

| <i>Faccia superiore</i> | <i>Faccia inferiore</i> |
|--|--|
| <i>Senza finitura riportata</i> | <i>Senza finitura riportata</i> |
| <i>Poliestere film da non asportare</i> | <i>Vetro velo</i> |
| <i>Polietilene film da non asportare</i> | <i>Poliestere non tessuto</i> |
| <i>Polipropilene film da non asportare</i> | <i>Polipropilene non tessuto</i> |
| <i>Graniglia</i> | <i>Poliestere film da non asportare</i> |
| <i>Ardesia</i> | <i>Polietilene film da non asportare o polietilene espanso</i> |
| <i>Sabbia</i> | <i>Polipropilene film da non asportare</i> |
| <i>Alluminio foglio sottile</i> | <i>Goffratura sulla massa impermeabilizzante</i> |
| <i>Rame in foglio sottile</i> | <i>Graniglia o Ardesia o Sughero o Sabbia o Adesivo</i> |
| <i>Acciaio inossidabile in foglio sottile</i> | <i>Polistirolo espanso in perle</i> |
| <i>Goffratura sulla massa impermeabilizzante</i> | <i>Alluminio in foglio sottile</i> |

➤ Membrane prefabbricate bituminose: bitume ossidato

❑ Mescola bitume ossidato

Questa mescola, detta **BOF**, è costituita principalmente da bitume ossidato con aggiunta di cariche e filler.

Il bitume ossidato è prodotto a partire dal petrolio mediante un processo di ossidazione, soffiatura di aria ad alta temperatura, tra i 220 e i 250 °C.

➤ Membrane prefabbricate bituminose: bitume ossidato

❑ Mescola bitume ossidato

La mescola è caratterizzata da:

- buona impermeabilità all'acqua;
- ridotta flessibilità a freddo;
- ridotta resistenza alle radiazioni UV ;
- rapido invecchiamento.

Caratteristiche non migliorabili, perché la mescola è scarsamente compatibile con i modificanti polimerici.

➤ Membrane prefabbricate bituminose: bitume ossidato

❑ Mescola bitume ossidato

È utilizzata per la formulazione di masse impermeabilizzanti adatte alla produzione di:

- ✓ membrane autoprotette;
- ✓ tegole canadesi;
- ✓ barriere a vapore;
- ✓ diffusori vapore.

Applicate/i con mastice di bitume ossidato a caldo.

Membrane prefabbricate bituminose: bitume ossidato

Mescola bitume ossidato

Le membrane prodotte con questa mescola sono utilizzate come:

- ✓ sottostrati complementari di sistemi impermeabilizzati;
- ✓ manti a vista autoprotetti su una faccia.

➤ Membrane prefabbricate bituminose: bitume polimero

☐ Mescola bitume polimero

- **bitume distillato*** 40 ÷ 70%;

* ottenuto dalla distillazione del grezzo con punto di rammollimento molto basso intorno a 45 °C

- **polimeri****;

** aumentano le prestazioni

- **bassissima percentuale di filler*****;

*** in genere carbonato di calcio e ceneri

- **additivi vari******

**** servono per migliorare la resistenza alle radiazioni UV, ridurre l'inflammabilità e la funzione antiradice .

➤ Membrane prefabbricate bituminose: bitume-polimero

❑ Mescola bitume polimero

L'aggiunta della massa polimerica nel bitume distillato determina un processo chimico-fisico, conosciuto come “**inversione di fase**” che consiste nella trasformazione della mescola

“**bitume additivato con polimeri**”



“**bitume modificato con polimeri**”.

➤ Membrane prefabbricate bituminose: bitume-polimero

☐ Mescola bitume polimero

La mescola assume le caratteristiche:

- maggiore resistenza alle alte temperature e alla deformazione;
- flessibilità alle basse temperature;
- resistenza all'invecchiamento e agli UV, a seconda della natura del polimero.

➤ Membrane prefabbricate bituminose: bitume-polimero

☐ Mescola bitume polimero

Alterando i rapporti ponderali dei componenti e con opportuni additivi si possono ottenere mescole a comportamenti molto diversi.

➤ Membrane prefabbricate bituminose: bitume-polimero

☐ Mescola bitume polimero

I principali polimeri di sintesi impiegati per modificare la mescola sono:

- Polipropilene Atattico, **APP**;
- Polialfaoleofine **PAO**;
- Stirolo Butadiene Stirolo , **SBS**.

➤ Membrane prefabbricate bituminose: bitume-polimero

❑ Mescola bitume polimero

La mescola di bitume additivata con polimeri :

- **APP** e **PAO** presenta un comportamento plastico, **BPP**;
- **SBS** presenta un comportamento elastico elastomero, **BPE**;
- **APP + SBS** ha un comportamento misto elasto-plastico, **BPP-PE**.

➤ Membrane prefabbricate bituminose: bitume-polimero



➤ Membrane prefabbricate polimeriche sintetiche

□ Mescole polimeriche sintetiche

- **Polimeri***, elastomeri e plastomeri;
- **Additivi****, composti oleosi, plastificanti;
- **Stabilizzanti*****;
- **Riempitivi******



* hanno rispettivamente caratteristiche meccaniche di tipo elastico (**E**) e plastico (**P**)

** migliorano le proprietà reologiche

*** ritardanti di fiamma che riducono l'inflammabilità, agenti antistatici, coloranti e lubrificanti.

**** ottimizzano le prestazioni generali

➤ Membrane prefabbricate polimeriche sintetiche

□ Mescole polimeriche sintetiche

Caratterizzate da:

- buona flessibilità a freddo;
- elevato punto di rammollimento;
- discreta resistenza alle radiazioni UV;
- buona stabilità dimensionale;
- buona resistenza all'invecchiamento, in alcuni casi.



➤ Membrane prefabbricate polimeriche naturali: vegetali

☐ Mescole polimeriche naturali vegetali

La mescola, di recente introduzione sul mercato, è essenzialmente costituita da polimeri naturali e artificiali.

La membrana prodotta con questa mescola è caratterizzata dall'assenza :

- di bitume ossidato e distillato
- di polimeri sintetici

Può essere considerata biocompatibile.

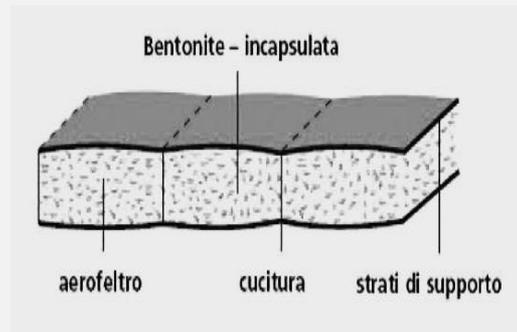
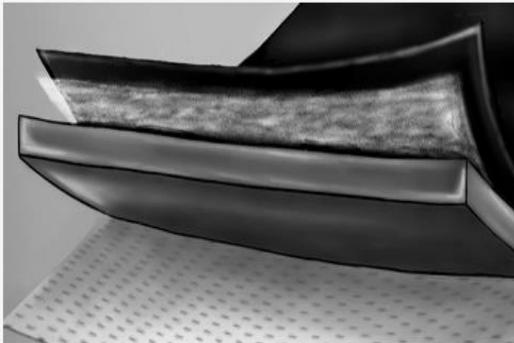
➤ Membrane miste

Con membrane miste si identificano tutti i manufatti impermeabilizzanti non catalogabili nelle membrane prefabbricate e nelle membrane in situ.

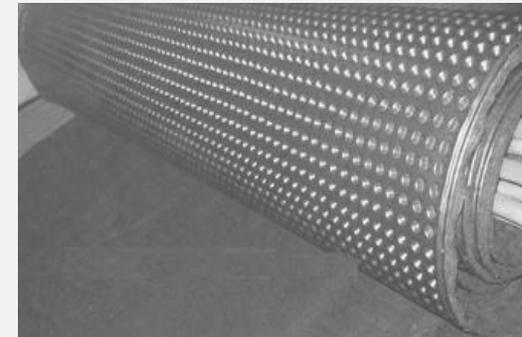
Sono costituite da involucri di membrane polimeriche prefabbricate e/o biodegradabili e da una massa di polvere minerale o da una rete sintetica tridimensionale.

➤ Membrane miste

Bentonitiche



Geomembrane



Membrane in situ

Le membrane in situ sono generalmente dei sistemi multistrato, realizzati mediante l'applicazione di più strati, quasi sempre innestando armature e utilizzando idonei strati di primer per i diversi tipi di supporto.

Membrane in situ

Con questo tipo di membrane, prive di giunzioni per l'assenza di sormonti, è possibile realizzare impermeabilizzazioni di sottofondi e di geometrie particolari.

➤ Membrane in situ

Le membrane continue in situ si realizzano con prodotti liquidi o in pasta che sono formulati:

- monocomponenti forniti pronti per l'applicazione;
- pluricomponenti forniti in confezioni separate e devono essere miscelate prima dell'uso in rapporti stechiometrici indicati dal produttore.

➤ Membrane in situ

Dopo la miscelazione, questi prodotti devono essere applicati entro un tempo definito che è funzione:

- del tipo di prodotto
- delle condizioni igometriche ambientali.

➤ Membrane in situ





Premessa

Si analizzeranno solo le membrane prefabbricate.

Le membrane miste e in situ sono caratterizzate con norme e dati tecnici differenti.

Rispettivamente per le prime riconducibili in parte alle membrane prefabbricate e per le altre alle norme Etag.

➤ Sintesi delle norme e caratteristiche delle membrane prefabbricate bituminose e polimeriche

| | |
|--|--|
| Destinazione d’uso, campionamento e accettazione | Coperture continue, discontinue..... |
| Caratteristiche dimensionali | Lunghezza, larghezza, spessore, ortometrie,..massa |
| Resistenze meccaniche | Resistenza alla trazione, al punzonamento statico e dinamico, alla lacerazione, giunzioni |
| Comportamento sotto azione dell’acqua liquida e vapore | Assorbimento d’acqua, impermeabilità all’acqua e al vapore d’acqua, resistenza alla grandine |
| Comportamento sotto azione termica | Flessibilità a freddo, scorrimento a caldo, coefficiente dilatazione termica, invecchiamento termico |
| Comportamento sotto azione atmosferica | Resistenza all’ozono, alle radiazioni ultraviolette, all’azione perforante delle radici |
| Comportamento membrane autoprotette | Aderenza su protezione minerale, dilatazione termica su protezione metallica |
| Reazione al fuoco | Eurocodici-Euroclasse |

➤ Membrane prefabbricate : Destinazione d'uso

- L'indicazione della destinazione d'uso di una membrana prefabbricata è un obbligo dei produttori.
- Le caratteristiche specifiche della membrana da utilizzare variano in funzione della destinazione d'uso.

➤ Membrane prefabbricate : Destinazione d'uso

❑ Impermeabilizzazione di coperture continue

La tenuta all'acqua è ottenuta mediante uno strato che non presenta soluzione di continuità, indipendentemente dalla pendenza della superficie della struttura.

Norme UNI EN 13707 per le membrane in bitume
Norme UNI EN 13956 per le membrane polimeriche

❑ Impermeabilizzazione di coperture discontinue

Deve impedire infiltrazioni attraverso la discontinuità dello strato di tenuta.

Norme UNI EN 13859-1 per le membrane in bitume
Norme UNI 11470 per gli schermi e le membrane traspiranti polimeriche

➤ Membrane prefabbricate : Destinazione d'uso

- ❑ **Risalita di umidità dal sottosuolo attraverso le pareti orizzontali.**

Norme UNI EN 13969 per le membrane in bitume
Norme UNI EN 13967 per le membrane polimeriche

- ❑ **Risalita di umidità dal sottosuolo attraverso le pareti verticali.**

Elementi di tenuta per muratura destinate ad impedire la risalita di umidità

Norme UNI EN 14967 per le membrane in bitume
Norme UNI EN 14909 per le membrane polimeriche

➤ Membrane prefabbricate : Destinazione d'uso

☐ Impermeabilizzazione di murature

Elementi di tenuta applicate nei sottostrati murari.

Norma UNI EN 13859-2

➤ Membrane prefabbricate: Campionamento e accettazione

Il campionamento delle membrane prefabbricate in generale è regolamentato dalla norma UNI EN 13416.

Membrane destinate alla impermeabilizzazione delle coperture rappresentano:

90% circa delle applicazioni.

➤ Membrane prefabbricate: Campionamento e accettazione

Fanno eccezione le membrane in bitume ossidato fillerizzato,

BOF che trattano:

- l'impermeabilizzazione di coperture con autoprotezione metallica;
- strato di barriera e/o schermo al vapore;
- strato di regolarizzazione del sottofondo.

➤ Membrane prefabbricate: Campionamento e accettazione

Fanno inoltre eccezione:

- le membrane polimeriche a base di **EPDM** e **IIR**
- le membrane a base di **PVC** plastificato

➤ **Membrane prefabbricate: Esame della confezione**

Consiste nell'esaminare visivamente l'aspetto delle confezioni e relativi difetti :

- rotoli per le membrane in bitume
- rotoli e teli per quelle polimeriche

➤ Membrane prefabbricate : Destinazione d'uso

Sigle per l'identificazione della destinazione d'uso delle membrane prefabbricate.

| <i>Sigla</i> | <i>Descrizione</i> |
|--------------|---------------------------------|
| <i>M</i> | <i>Monostrato</i> |
| <i>SP</i> | <i>Sotto protezione pesante</i> |
| <i>SA</i> | <i>Sistema antiradice</i> |
| <i>SF</i> | <i>Strato a finire</i> |
| <i>SS</i> | <i>Sottostrato</i> |
| <i>ST</i> | <i>Sottotegola</i> |
| <i>F</i> | <i>Fondazioni</i> |
| <i>T</i> | <i>Tagliamuro</i> |
| <i>SV</i> | <i>Schermo vapore</i> |
| <i>DV</i> | <i>Diffusione vapore</i> |
| <i>BV</i> | <i>Barriera vapore</i> |

➤ Membrane prefabbricate : Caratteristiche dimensionali

Le misurazioni della larghezza e della lunghezza, ambedue espresse in metri, e delle ortometrie, espresse come scostamento positivo e/o negativo

Lunghezza delle membrane bituminose: 10 m – Larghezza 1 m

Lunghezza delle membrane polimeriche: 10÷20 m – Larghezza 1÷2 m

➤ Membrane prefabbricate : Caratteristiche dimensionali

Lo spessore, in millimetri, corrisponde alla media aritmetica dei valori ottenuti in 10 misure eseguite su tutta la larghezza del rotolo o del telo di membrana.

Spessore delle membrane bituminose: $3 \div 6$ mm

Spessore delle membrane polimeriche: $1 \div 2$ mm

➤ Membrane prefabbricate: Massa areica

La massa areica, espressa in kg/m^2

È un indicatore indiretto della qualità di una membrana.

All'aumentare della massa areica la qualità del prodotto diminuisce.

➤ Membrane prefabbricate: Resistenze meccaniche

I continui movimenti accidentali di un edificio sottopongono le membrane applicate in copertura a tensioni meccaniche che possono comportare lesioni del singolo strato e distacchi nelle giunzioni, con conseguente rischio di infiltrazioni d'acqua.

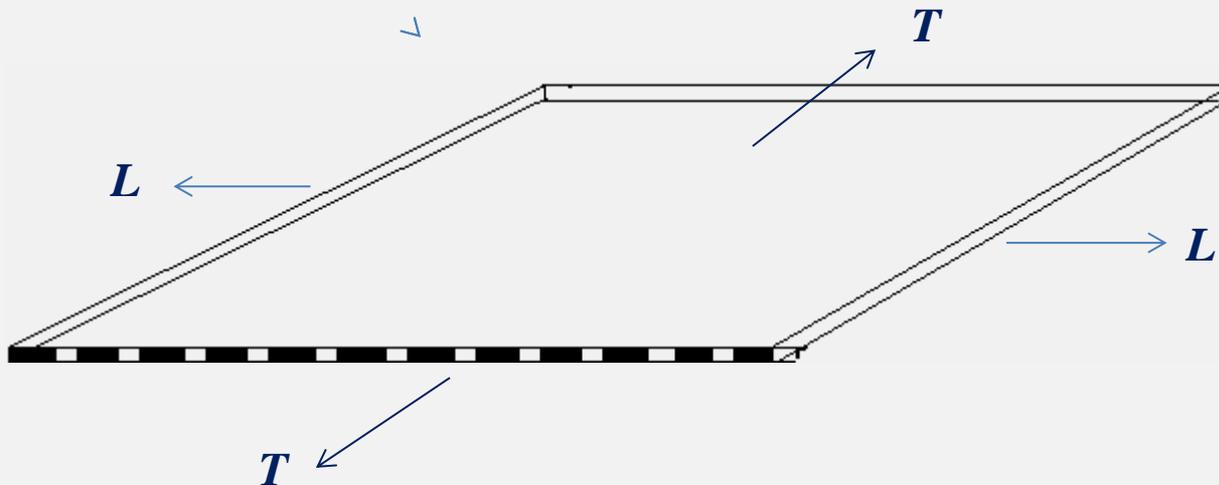


Anche i carichi statici e dinamici possono danneggiare l'intera opera impermeabilizzante.

➤ Membrane prefabbricate: Resistenze meccaniche

□ Resistenza alla trazione

Indica il massimo sforzo longitudinale L e trasversale T che la membrana è in grado di sopportare prima di rompersi.



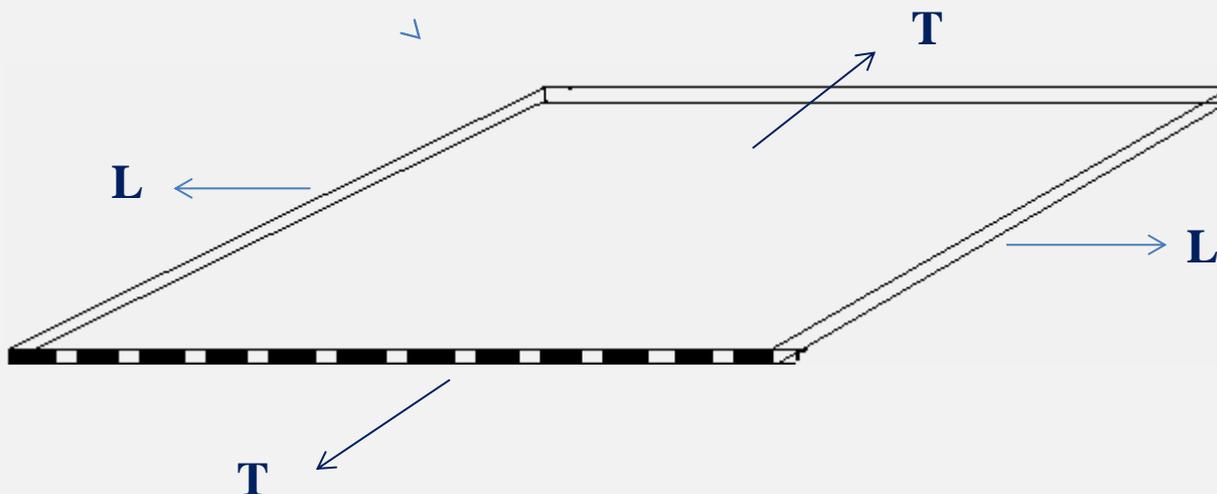
➤ Membrane prefabbricate: Resistenze meccaniche

☐ Resistenza alla trazione

Il carico di rottura si misura:

per membrane bituminose in N/50mm.

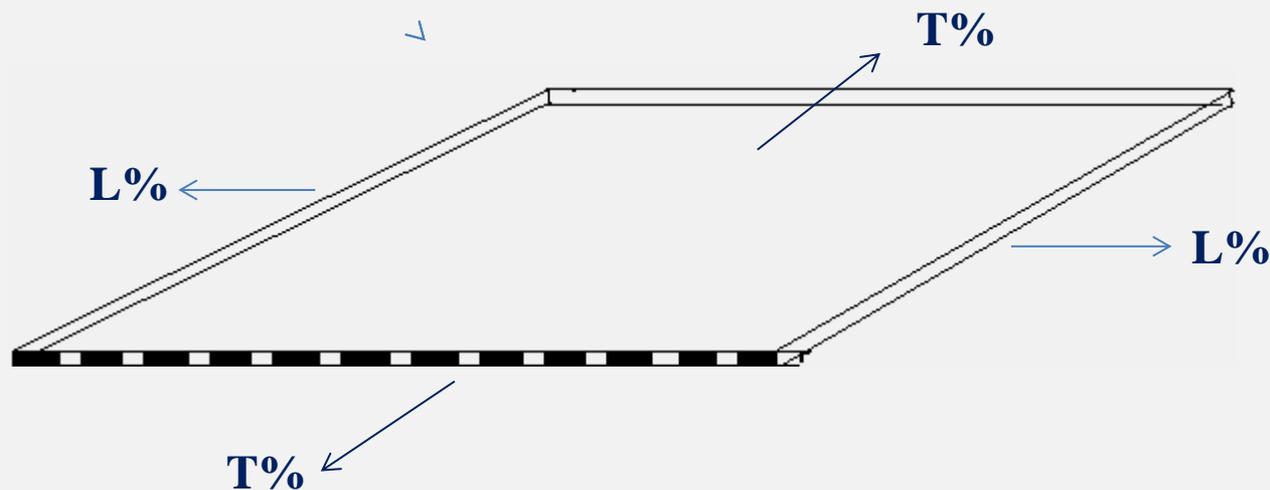
per membrane polimeriche in N/mm².



➤ Membrane prefabbricate: Resistenze meccaniche

□ Allungamento percentuale

Rappresenta l'allungamento subito nelle direzioni longitudinale (**L**) e trasversale (**T**) che il provino utilizzato per la prova di resistenza alla trazione subisce prima di rompersi. Le unità di misura sono rispettivamente **L%** e **T%**.



➤ Membrane prefabbricate: Resistenze meccaniche

❑ Resistenza al punzonamento statico

E' l'indice di resistenza di una membrana alla perforazione indotta da un carico statico perpendicolare per un determinato tempo. E' espressa come carico massimo, in **kg**, per cui non si ha perdita di impermeabilità, specificando se il supporto di prova è rigido (metodo B) oppure morbido (metodo A).

➤ Membrane prefabbricate: Resistenze meccaniche

☐ Resistenza al punzonamento statico

Un altro modo di esprimere la resistenza al punzonamento statico è l'indice **P_s** , valutato su una scala da **1** a **5** dove **all'aumentare del numero aumenta la resistenza al punzonamento statico**. Anche in questo secondo caso va specificato se il supporto è rigido o morbido



➤ Membrane prefabbricate: Resistenze meccaniche

☐ Resistenza al punzonamento dinamico

E' la resistenza di una membrana alla perforazione indotta dall'azione di un punzone in condizioni prefissate. La prova consiste nella verifica della perdita di impermeabilità di un provino disposto su un supporto rigido (metodo B) o morbido (metodo A) e sottoposto a un'energia d'urto.

➤ Membrane prefabbricate: Resistenze meccaniche

☐ Resistenza al punzonamento dinamico

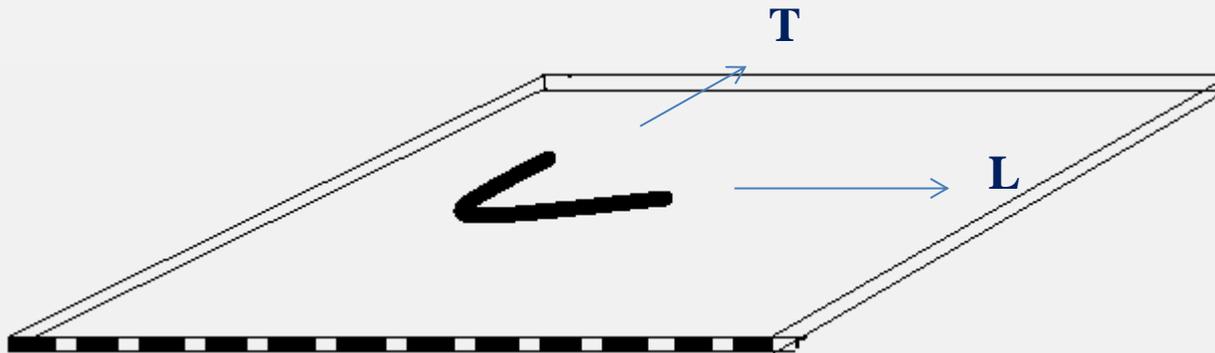
Analogamente a quanto visto per il punzonamento statico, si esprime in funzione della profondità alla quale viene la perdita di impermeabilità, in mm, o come classe di resistenza **PD**, su una scala da **1 a 4**: **maggiore è il numero, migliore è la resistenza al punzonamento.**



➤ Membrane prefabbricate: Resistenze meccaniche

☐ Resistenza alla lacerazione

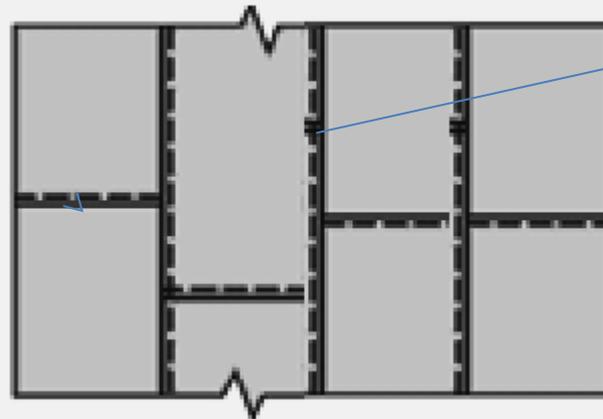
Rappresenta la sollecitazione longitudinale e trasversale che la membrana può sopportare prima che si manifesti la crescita di un taglio. L'unità di misura è il **newton, N**.



➤ Membrane prefabbricate: Resistenze meccaniche

☐ Resistenza al distacco delle giunzioni dei sormonti

Rappresenta la forza di distacco alla trazione di due membrane giuntate sui sormonti; si misura in newton su una lunghezza del provino standard di 50 mm,



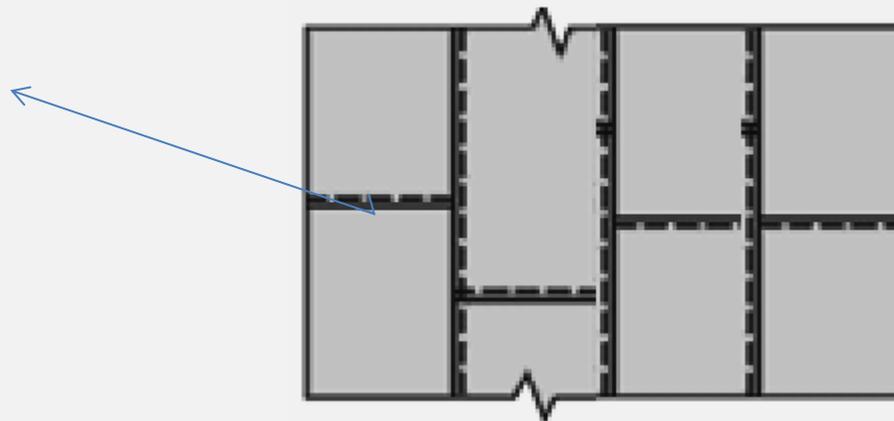
*membrane giuntate
sui sormonti*

➤ Membrane prefabbricate: Resistenze meccaniche

☐ Resistenza alla trazione delle giunzioni di testa

È la forza di distacco delle giunzioni di testa di due membrane alla trazione; si misura in newton su una lunghezza del provino standard di 50 mm.

*giunzioni di testa
di due membrane*



Membrane prefabbricate: Comportamento sotto l'azione dell'acqua in fase liquida e vapore

Le membrane impermeabilizzanti hanno il compito di proteggere le fondazioni e le coperture da:

- Pioggia;
- Grandine;
- Neve;
- Falde acquifere;
- Anche con funzione di schermi e barriere al vapore.

➤ Membrane prefabbricate: Comportamento sotto l'azione dell'acqua in fase liquida e vapore

❑ Assorbimento di acqua

Quantità di acqua che può essere assorbita dalla membrana. Dipende dal tipo di massa impermeabilizzante ed è espresso come percentuale di volume di acqua assorbita e in perdita di massa della membrana.

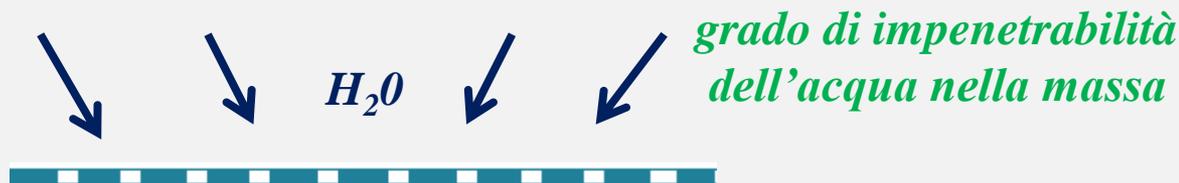


*quantità di acqua
che può essere assorbita
dalla membrana*

➤ Membrane prefabbricate: Comportamento sotto l'azione dell'acqua in fase liquida e vapore

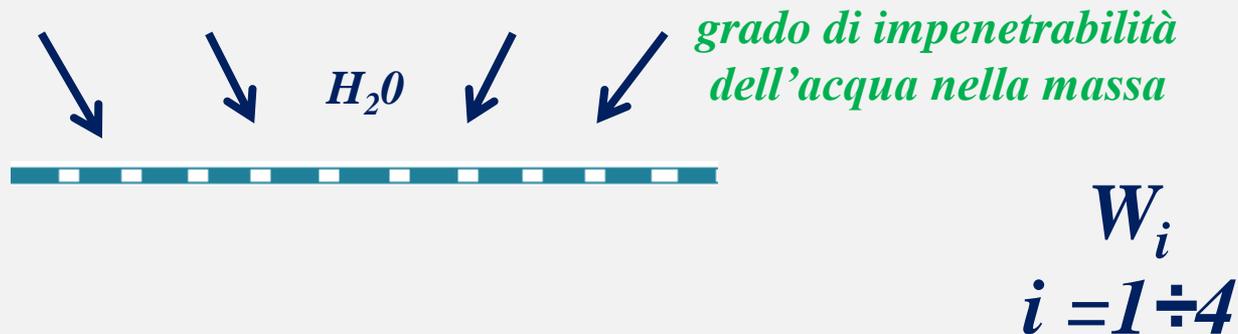
□ Impermeabilità all'acqua

Indica il grado di impenetrabilità dell'acqua nella massa impermeabilizzante, espresso come valore della pressione di acqua al quale il provino non presenta perdita di impermeabilità.



➤ Membrane prefabbricate: Comportamento sotto l'azione dell'acqua in fase liquida e vapore

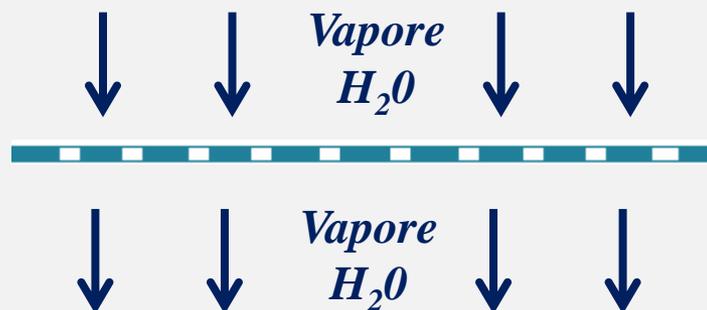
- ❑ Impermeabilità all'acqua: si misura in kPa o con un indice W valutato su una scala da 1 a 4 dove all'aumentare del numero aumenta l'impermeabilità all'acqua.



➤ Membrane prefabbricate: Comportamento sotto l'azione dell'acqua in fase liquida e vapore

□ Permeabilità al vapore d'acqua

Rappresenta la quantità di vapore di acqua che attraversa la membrana impermeabile in condizioni di temperatura prefissate in un certo intervallo di tempo.



➤ **Membrane prefabbricate: Comportamento sotto l'azione dell'acqua in fase liquida e vapore**

- ❑ **Resistenza alla grandine:** norma introdotta solo a partire dal 2012 misurata in m/s.

➤ Membrane prefabbricate: Comportamento sotto azione termica

Le membrane utilizzate per l'impermeabilizzazione di una copertura sono sottoposte a escursioni termiche molto variabili, che possono provocare la perdita di impermeabilità.

➤ Membrane prefabbricate: Comportamento sotto azione termica

☐ Flessibilità a freddo

Indica la fragilità della massa impermeabilizzante delle membrane. Si misura in °C.

➤ Membrane prefabbricate: Comportamento sotto azione termica

□ Flessibilità a freddo dopo invecchiamento

Rappresenta la fragilità della massa impermeabilizzante sottoposta a un ciclo di invecchiamento e si misura in °C.

➤ Membrane prefabbricate: Comportamento sotto azione termica

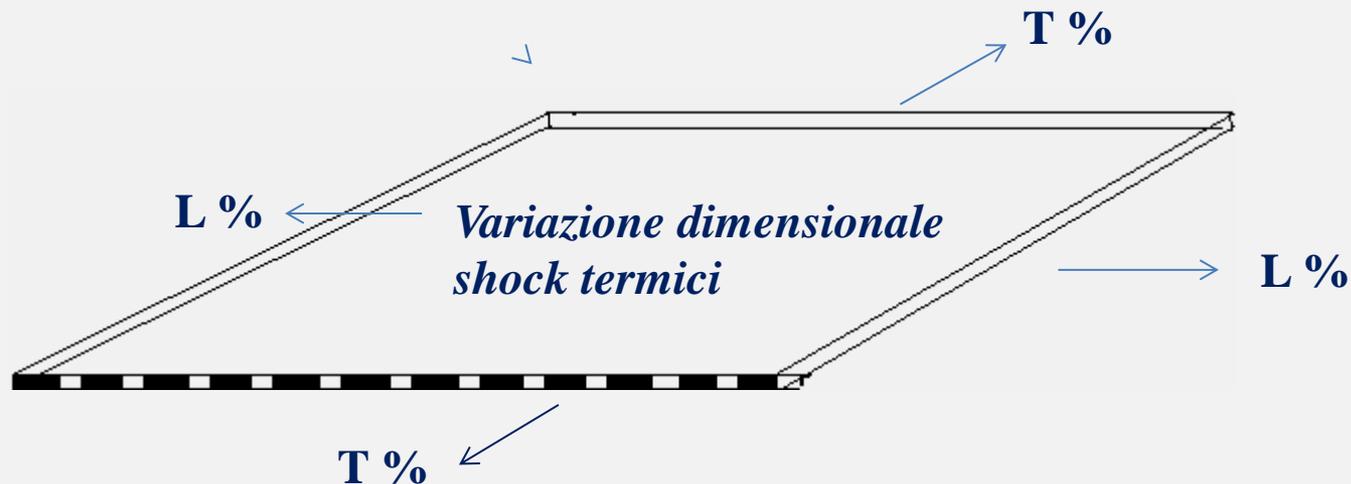
☐ Scorrimento a caldo

Rappresenta la temperatura alla quale la massa impermeabilizzante della membrana prefabbricata rammollisce quando riscaldata e si misura in °C.

➤ Membrane prefabbricate: Comportamento sotto azione termica

□ Stabilità dimensionale a seguito di un'azione termica

Rappresenta la capacità di una membrana di sopportare shock termici. È espressa in termini di variazione dimensionale percentuale sia in senso longitudinale, L%, sia trasversale, T%.

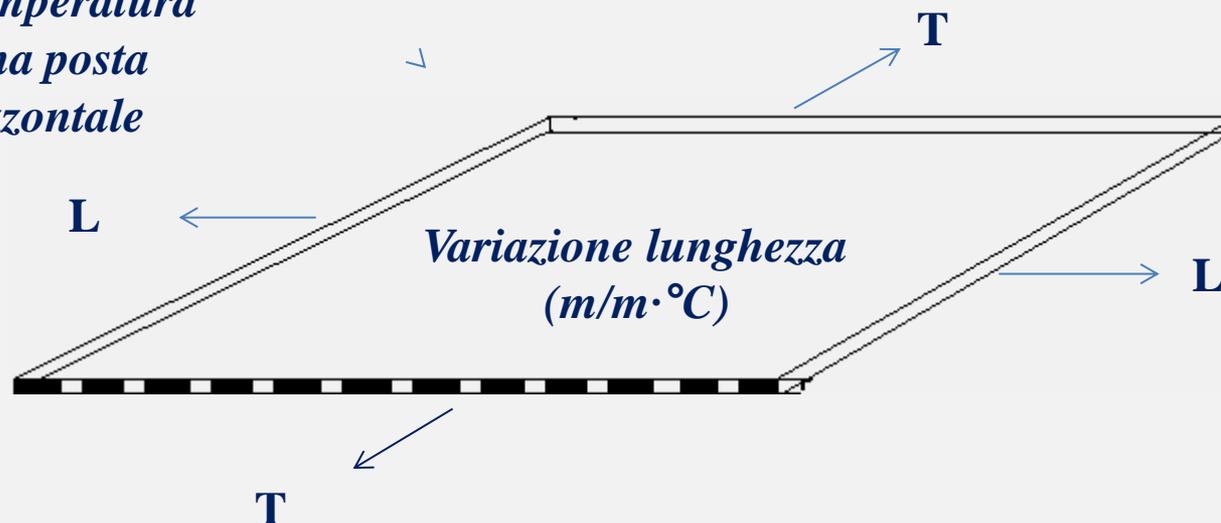


➤ Membrane prefabbricate: Comportamento sotto azione termica

❑ Coefficiente di dilatazione termica lineare.

Rappresenta la variazione di lunghezza di una membrana quando sottoposta a un aumento di temperatura. E' espresso in $(m/m \cdot ^\circ C)$.

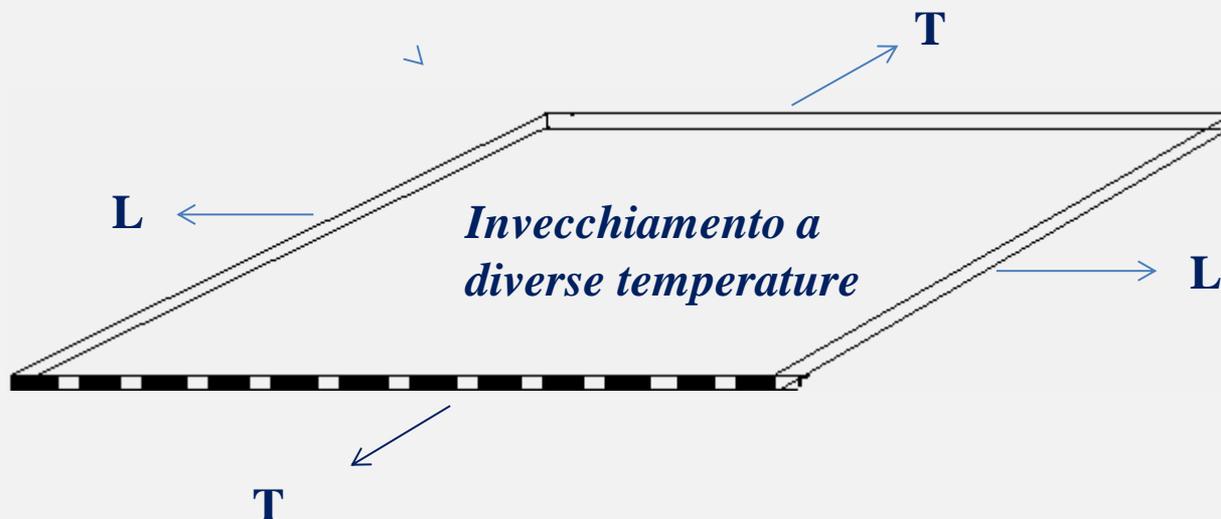
Variazione di temperatura di una membrana posta su un piano orizzontale



➤ Membrane prefabbricate: Comportamento sotto Azione termica

□ Invecchiamento termico

Indica l'invecchiamento di una membrana dovuto all'azione della temperatura. Si esprime in °C.



➤ Membrane prefabbricate: Comportamento sotto azione atmosferica e radici

Le membrane sono generalmente esposte all'aria, per cui risentono degli effetti negativi dell'ozono e delle radiazioni ultraviolette.

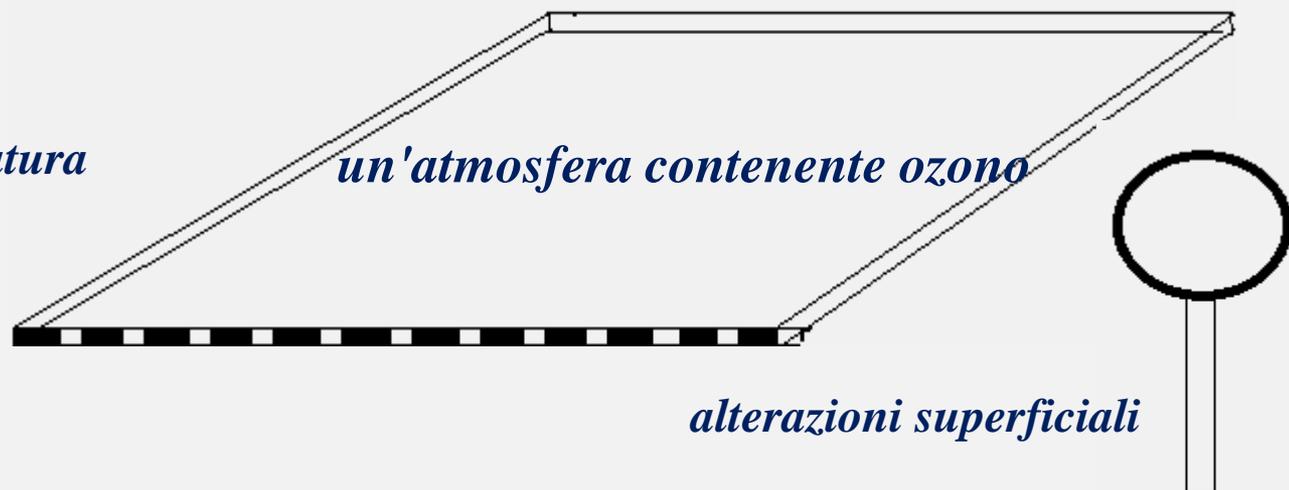
Nel caso di tetti giardini a continuo contatto con il terreno, svolgono anche il ruolo di antiradice.

➤ Membrane prefabbricate: Comportamento sotto azione atmosferica e radici

☐ Resistenza all'ozono

La prova consiste nel determinare le alterazioni superficiali osservabili, a ingrandimento prefissato, su provette sottoposte per un intervallo di tempo e una prefissata temperatura, a un'atmosfera contenente ozono in concentrazione nota.

- *un intervallo di tempo*
- *una prefissata temperatura*

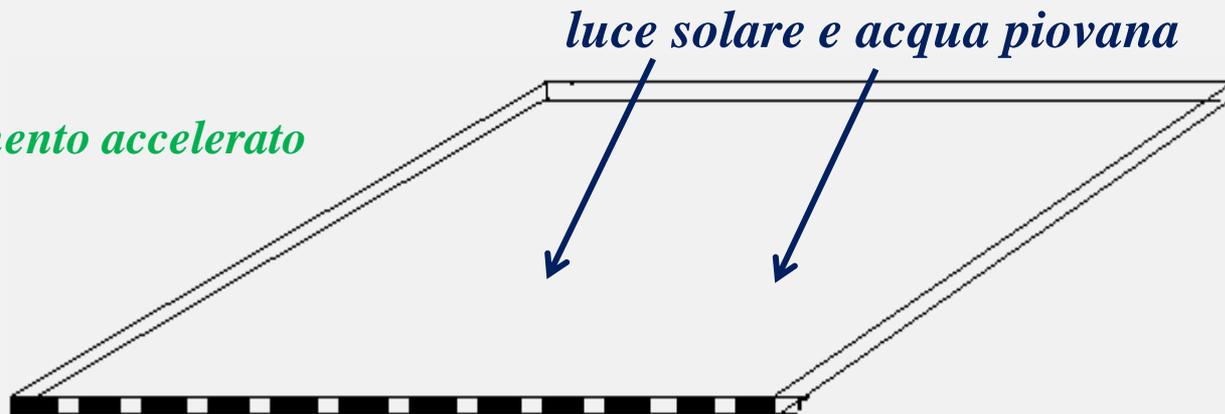


➤ Membrane prefabbricate: Comportamento sotto azione atmosferica e radici

❑ Resistenza alle radiazioni ultraviolette

Deterioramento accelerato causato dalla luce solare e dall'acqua piovana, e la verifica di eventuali variazioni apprezzabili di flessibilità al freddo e resistenza a trazione.

invecchiamento accelerato

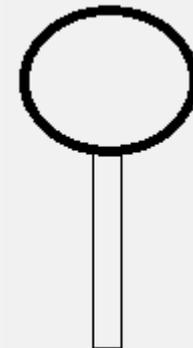


verifica di eventuali variazioni apprezzabili di flessibilità al freddo e resistenza a trazione.

➤ Membrane prefabbricate: Comportamento sotto azione atmosferica e radici

☐ Resistenza all'azione perforante delle radici

Prova basata sull'osservazione del comportamento all'azione delle radici che si trovano all'interno di un vaso riempito di terra di campo e coperto dalla membrana in prova.



➤ **Membrane prefabbricate: Comportamento delle membrane bituminose autoprotette**

Alcune membrane, in particolare quelle utilizzate come ultimo strato nelle coperture, sono provviste di un'autoprotezione in metallo o in granuli minerali.

➤ Membrane prefabbricate: Comportamento delle membrane bituminose autoprotette.

□ Aderenza su protezione minerale

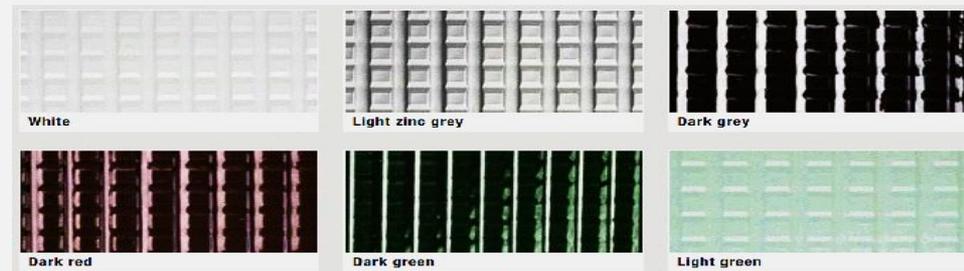
La prova viene effettuata per valutare l'adesione dell'autoprotezione minerale sulla membrana mediante la determinazione del quantitativo di materiali di autoprotezione e la misura della perdita di massa a seguito di abrasione. E' espressa in kg/m^2 .



➤ Comportamento delle membrane bituminose autoprotette

□ Dilatazione termica su autoprotezione metallica

La prova viene effettuata determinando gli scorrimenti differenziali dovuti a effetti termici tra una membrana per impermeabilizzazione e la relativa lamina metallica di autoprotezione; vengono determinate anche eventuali pieghe, deformazioni o altri difetti della lamina metallica di autoprotezione. È espressa in $m/(m \cdot ^\circ C)$.



➤ **Comportamento al fuoco membrane prefabbricate**

- **Classificazione al fuoco**

La classificazione al fuoco delle membrane impermeabilizzanti, è fatta sulla base della norma UNI EN 13501-1.

Sono classificate secondo le Euroclassi A1, A2, B,..., F, come riportato in Tabella.

➤ Comportamento al fuoco membrane prefabbricate

Classificazione dei materiali in base alla capacità di resistere alle fiamme

| <i>Sigla</i> | <i>Classificazione</i> | <i>Classificazione aggiuntiva livello I</i> | <i>Classificazione aggiuntiva Livello II</i> |
|--------------|---|---|--|
| <i>A1</i> | <i>Il materiale non è combustibile</i> | <i>Non necessaria</i> | <i>Non necessaria</i> |
| <i>A2</i> | <i>Il materiale non contribuisce in maniera significativa alla propagazione dell'incendio</i> | <i>Sviluppo dei fumi: s1 = quantità e velocità di sprigionamento deboli s2 = quantità e velocità di sprigionamento di media intensità s3 = quantità e velocità di sprigionamento di elevata intensità</i> | <i>Gocciolamento d0 = nessun gocciolamento d1 = lento gocciolamento d2 = elevato gocciolamento</i> |
| <i>B</i> | <i>Il materiale è debolmente combustibile</i> | | |
| <i>C</i> | <i>Il materiale è combustibile</i> | | |
| <i>D</i> | <i>Il materiale è combustibile</i> | | |
| <i>E</i> | <i>Il materiale è combustibile</i> | | |
| <i>F</i> | <i>Il materiale non reagisce al fuoco</i> | <i>Non classificato</i> | |

➤ Comportamento al fuoco membrane prefabbricate

Classificazione dei materiali in base alla capacità di resistere alle fiamme

| EUROCLASSI | | | | | | | | |
|-----------------------------|---|---|-------------------------------------|---|--------------------|---|--|---|
| CLASSI DI REAZIONE AL FUOCO | | | RILASCIO DI FUMI (SMOKE) s1, s2, s3 | | | GOCCIOLAMENTO DI MATERIALE INCANDESCENTE (DROPS) d0, d1, d2 | | |
| A1 | INCOMBUSTIBILE | | NESSUN TEST NECESSARIO | | | NESSUN TEST NECESSARIO | | |
| A2 |  | NON COMBUSTIBILE | s1 |  | Assente o limitato | d0 |  | Assente nei primi 10 minuti |
| B |  | Livelli di prestazione decrescenti dalla classe di reazione B alla E. | s2 |  | Presente | d1 |  | Limitato gocciolamento di materiale incandescente in meno di 10 secondi |
| C |  | | | | | | | |
| D |  | | s3 |  | Significativo | d2 |  | Significativo |
| E |  | | | | | | | |
| F | Nessuna prestazione dichiarata | | | | | | | |

➤ **Comportamento al fuoco membrane prefabbricate**

- **Classificazione al fuoco esterno:** in base ai risultati delle prove di esposizione dei tetti a un fuoco esterno secondo la **UNI EN 13501-5**. Prove valide per tutte le membrane prefabbricate.

➤ Comportamento al fuoco membrane prefabbricate



➤ Comportamento al fuoco membrane prefabbricate



➤ Comportamento al fuoco membrane prefabbricate



➤ Comportamento al fuoco membrane prefabbricate





➤ **Tecnologie applicative membrane prefabbricate**

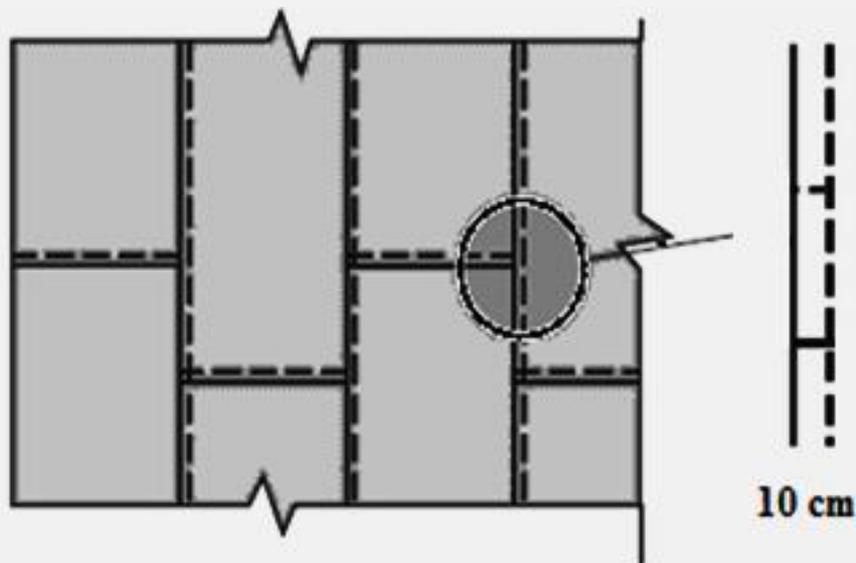
Le membrane prefabbricate sono applicate al supporto da proteggere e saldate fra loro sia a caldo che a freddo per creare la continuità dell'impermeabilizzazione.

La scelta tra le due tecnologie dipende dalla natura della massa impermeabilizzante.

➤ **Tecnologie applicative membrane prefabbricate**

Le membrane vengono posizionate sul supporto con sormonti almeno di 10 cm.

Gli strati successivi vanno applicati parallelamente al primo, debitamente sfalsati.



➤ Tecnologie applicative membrane prefabbricate

❑ Applicazione a caldo: a fiamma

Utilizzata per la realizzazione di opere di impermeabilizzazione di membrane bituminose in totale adesione al sottofondo, previa preparazione del supporto con stesura di un fissativo, detto primer bituminoso. Con un cannello, alimentato a gas propano, si sfiamma la faccia inferiore della membrana bituminosa.



➤ **Tecnologie applicative membrane prefabbricate**

❑ **Applicazione a caldo: bitume ossidato fuso**

È usato per l'incollaggio di membrane bituminose particolari:

- strato di diffusione al vapore;
- tegole canadesi;
- membrane polimeriche provviste di feltro sulla faccia inferiore.



➤ **Tecnologie applicative membrane prefabbricate**

❑ **Applicazione a secco**

È utilizzata generalmente per l'applicazione di membrane polimeriche, previa stesura di un elemento separatore, di norma un **TNT**.

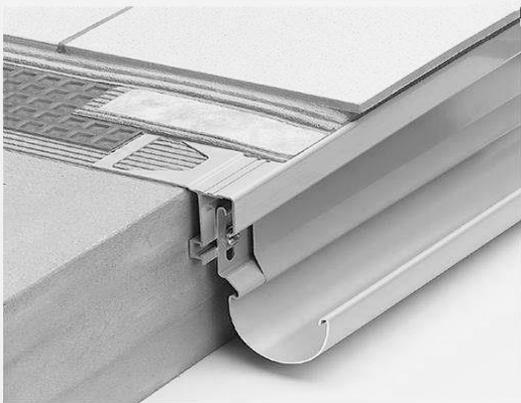
Le membrane polimeriche sono poi zavorrate con ghiaia sfusa o con quadrotti per evitare il distacco della superficie impermeabilizzata dovuto al vento.

➤ **Tecnologie applicative membrane prefabbricate**

❑ **Applicazione a caldo: aria calda**

Per l'operazione di saldatura tra membrane polimeriche si utilizza un leister che produce aria calda a 40°C.

Anche per l'applicazione di membrane termoadesive, bituminose o polimeriche, provviste sulla faccia inferiore di un film adesivo che si attiva con l'aria calda.



➤ **Tecnologie applicative membrane prefabbricate**

❑ **Applicazione a freddo: meccanico**

Utilizzata principalmente per il fissaggio al supporto delle membrane polimeriche in parziale adesione.

Il fissaggio si ottiene con chiodi plastificati a testa larga, della stessa natura del polimero della massa impermeabilizzante.

➤ **Tecnologie applicative membrane prefabbricate**

❑ **Applicazione a freddo: chimico**

È utilizzata per l'incollaggio delle giunzioni delle membrane polimeriche posate a secco .

L'incollaggio fra le membrane si realizza con un sigillante specifico che salda i sormonti e i giunti di testa delle membrane medesime.

Questa tecnica viene utilizzata anche per l'applicazione di membrane bituminose e polimeriche provviste sulla faccia inferiore di un film adesivo a freddo.



➤ L'isolamento termico e i termoisolanti

- ❑ L'isolamento termico di un edificio ha lo scopo di ridurre principalmente il fabbisogno energetico dell'edificio stesso.
- ❑ Confort interno in inverno e in estate.
- ❑ I termoisolanti sono inseriti nelle stratigrafie dell'involucro opaco.

➤ I termoisolanti proteggono gli edifici dal freddo e caldo

Termoisolante



*non esiste un
termoisolante
che vada bene
per tutte le
strutture*



protegge dal freddo
protegge dal caldo



*in funzione della sua
disposizione all'interno
della stratigrafia*



*in tutti i casi riduce il
consumo di energia per
riscaldamento e
raffreddamento*

☐ **Calendario generale del ciclo di seminari già svolti 2014 - 2015**

“Materiali e/o sistemi termoisolanti utilizzati nell'involucro opaco edile”

| WS | Argomento | Produttori e/o Associazioni | Data |
|-----------|--|------------------------------------|-------------------|
| 1 | Sistemi e cicli di isolamento termico a cappotto | Caparol | 17/12/2014 |
| 2 | Tecnologia del poliuretano a spruzzo | Tecnopur | 13/01/2015 |
| 3 | La biosostenibilità dei manufatti e/o sistemi in lana vetro | Isover | 27/02/2015 |
| 4 | L'isolamento termico con il polistirene espanso sinterizzato | Aipe | 19/03/2015 |
| 5 | Costruzioni sostenibili e protocollo LEED®: il ruolo degli isolanti termici in poliuretano espanso rigido | Anpe | 08/04/2015 |
| 6 | Fibre di legno: “Riqualificazione energetica in chiave bioedile: materiali e tecniche di cantiere” | Naturalia Bau | 20/05/2015 |



17/12/2014

*Sistemi e cicli di isolamento termico a cappotto
Caparol*



13/01/2015

*Tecnologia del poliuretano a spruzzo
Tecnopur*



27/02/2015

***La biosostenibilità dei manufatti e/o sistemi
in lana vetro
Isover***



19/03/2015

***L'isolamento termico
con il polistirene espanso sinterizzato
AIPE***



08/04/2015

Costruzioni sostenibili e protocollo LEED®: il ruolo degli isolanti termici in poliuretano espanso rigido
AIPE



20/05/2015

“Riqualificazione energetica in chiave bioedile: materiali e tecniche di cantiere”
Naturalia Bau

➤ *Gli isolanti termici del ciclo di seminari*



➤ **Gli isolanti termici organici sintetici**

Costituiti da polimeri ottenuti da composti di natura organica derivati dal petrolio

- **Fibrosi** con compound costituito da fibre di poliestere cardate o da miscele gomme sfilacciate con granuli di sughero.
- **Cellulari** con compound costituito da monomeri o polimeri organici ottenuti tramite reazioni chimiche di polimerizzazione. Poi con svariati processi di espansione o di estrusione si ottengono diversi materiali a celle chiuse.

➤ **Gli isolanti termici organici sintetici**

- **Natura termoplastica o termoindurente** in funzione del polimero di base.

I materiali termoplastici possono essere riciclati se sottoposti a calore mentre i termoindurenti sono difficilmente riciclabili in quanto non possono subire ulteriori trasformazioni dopo la prima lavorazione.

➤ Gli isolanti termici organici sintetici analizzati nei seminari

| <i>Caratteristica</i> | <i>Simbolo</i> | <i>Unità di misura</i> | <i>EPS</i> | <i>PUR</i> |
|--|----------------|-----------------------------------|---------------|---------------|
| <i>Calore specifico</i> | C_s | $[kJ \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}]$ | 1,25 | 1,26 |
| <i>Conduttività termica</i> | λ | $[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$ | 0,035 ÷ 0,044 | 0,030 ÷ 0,033 |
| <i>Fattore di resistenza igroscopica</i> | μ | $[-]$ | 20 ÷ 100 | 30 ÷ 100 |
| <i>Massa volumica</i> | ρ | $[kg \cdot m^{-3}]$ | 10 ÷ 40 | 40 |
| <i>Reazione al fuoco (Euroclasse)</i> | | $[-]$ | <i>E</i> | <i>D ÷ E</i> |

➤ **Gli isolanti termici organici naturali**

- **Fibrosi** composti da fibre tratte da materiali esistenti in natura (rinnovabile) ed utilizzate mediante lavorazioni meccaniche, ma senza modificarne la struttura. Possono essere di origine **vegetale** (cotone, canapa, juta, ramiè, sisal, cocco, ginestra, ibisco, ecc.), **animale** (lana, angora, alpaca, cachemire, cammello, mohair, ecc.)

➤ **Gli isolanti termici organici naturali**

- **Cellulari** con compound costituito da composti vegetali che tramite reazioni chimiche di polimerizzazione e diversi processi di espansione naturali si trasformano in diversi materiali a celle chiuse

➤ **Gli isolanti termici inorganici sintetici**

- **Fibrosi** con compound costituito da particelle che presentano una forma allungata con un rapporto lunghezza/diametro superiore a 3.
- **Cellulari** con compound costituito da granuli inorganici minerali sia sciolti che compattati. Quest'ultimi si ottengono per fusione ad alte temperature

➤ Gli isolanti termici inorganici sintetici analizzati nei seminari

| <i>Caratteristica</i> | <i>Simbolo</i> | <i>Unità di misura</i> | <i>Lana vetro</i> |
|--|----------------|-----------------------------------|--------------------|
| <i>Calore specifico</i> | C_s | $[kJ \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}]$ | $0,84 \div 1,03$ |
| <i>Conduttività termica</i> | λ | $[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$ | $0,032 \div 0,048$ |
| <i>Fattore di resistenza igroscopica</i> | μ | $[-]$ | 1 |
| <i>Massa volumica</i> | ρ | $[kg \cdot m^{-3}]$ | $10 \div 100$ |
| <i>Reazione al fuoco (Euroclasse)</i> | | $[-]$ | $A1 \div A2$ |

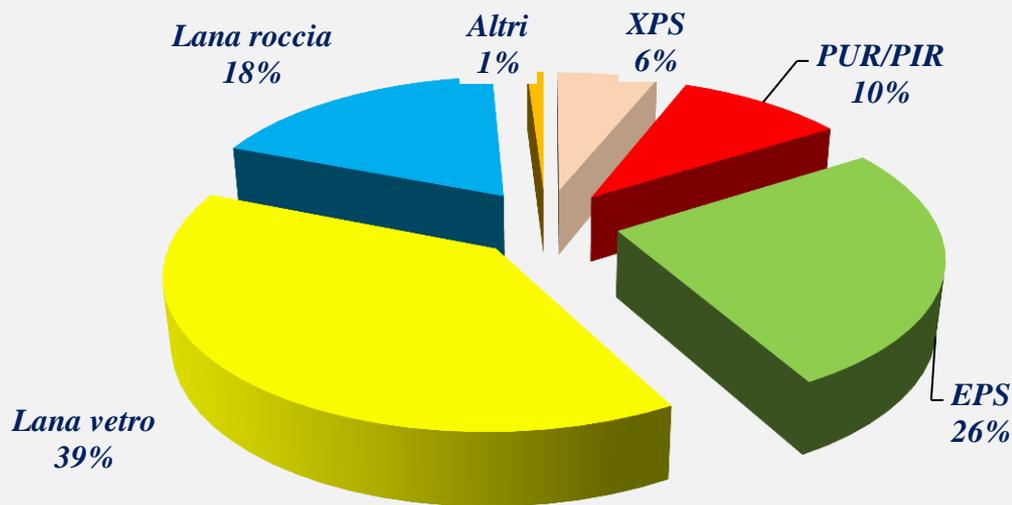
➤ **Gli isolanti termici inorganici naturali**

- **Fibrosi** con compound generalmente composto da granuli di origine vulcanica caratterizzati all'interno di ogni granulo dalla presenza di cavità e cunicoli contenenti aria.
- **Cellulari** con compound degli isolanti termici inorganici naturali cellulari è generalmente composto cellule di origine vulcanica e minerale saldate fra loro per termofusione.

➤ Trend dei termoisolanti in Italia e Europa Anno 2012

Consumi in Italia : 8 Milioni m³

Consumi in Europa: 193 Milioni m³



Fonte: IAL Consultants © 2013

Spessori in Italia: 80 ÷ 100 mm



➤ Sintesi delle norme e caratteristiche dei termoisolanti

Parametri geometrici e dimensionali

Lunghezza, larghezza, spessore, massa volumica.....

Parametri termici

Conduttività termica, Calore specifico.....

Resistenza alla diffusione del vapore

Fattore resistenza igroscopica.....

Assorbimento d’acqua

Assorbimento d’acqua per diffusione e immersione

Resistenza meccanica

Resistenza a trazione, a flessione, a compressione e relativa deformabilità

Stabilità dimensionale

Stabilità con determinati carichi di temperatura e umidità
Resistenza ai cicli gelo - disgelo

Reazione al fuoco

Eurocodici-Euroclasse

+ Norme di prodotto UNI EN

➤ *Norme per i prodotti di materiali isolanti presentati finora.*

| <i>Prodotto</i> | <i>Norma</i> |
|---|---------------------|
| <i>Lana minerale (MW)</i> | <i>UNI EN 13162</i> |
| <i>Polistirene espanso (EPS)</i> | <i>UNI EN 13163</i> |
| <i>Poliuretano espanso rigido (PUR)</i> | <i>UNI EN 13165</i> |

➤ Sintesi delle caratteristiche dei termoisolanti non normate

Scorrimento viscoso

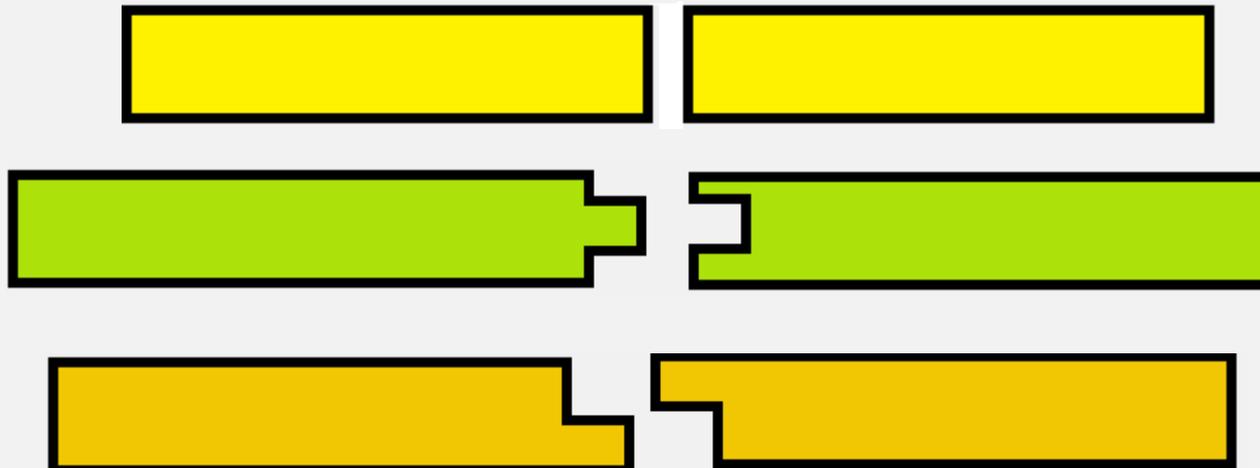
Proprietà chimico-biologiche

Invecchiamento

Comportamento in presenza di radiazione
UV

➤ **Caratteristiche dimensionali e geometriche dei prodotti**

In generale i pannelli sono di forma rettangolare o quadrata, in qualche caso a profili battentati o maschio-femmina al fine di evitare i ponti termici, e spessori standard variabili tra 20 e 100 mm.

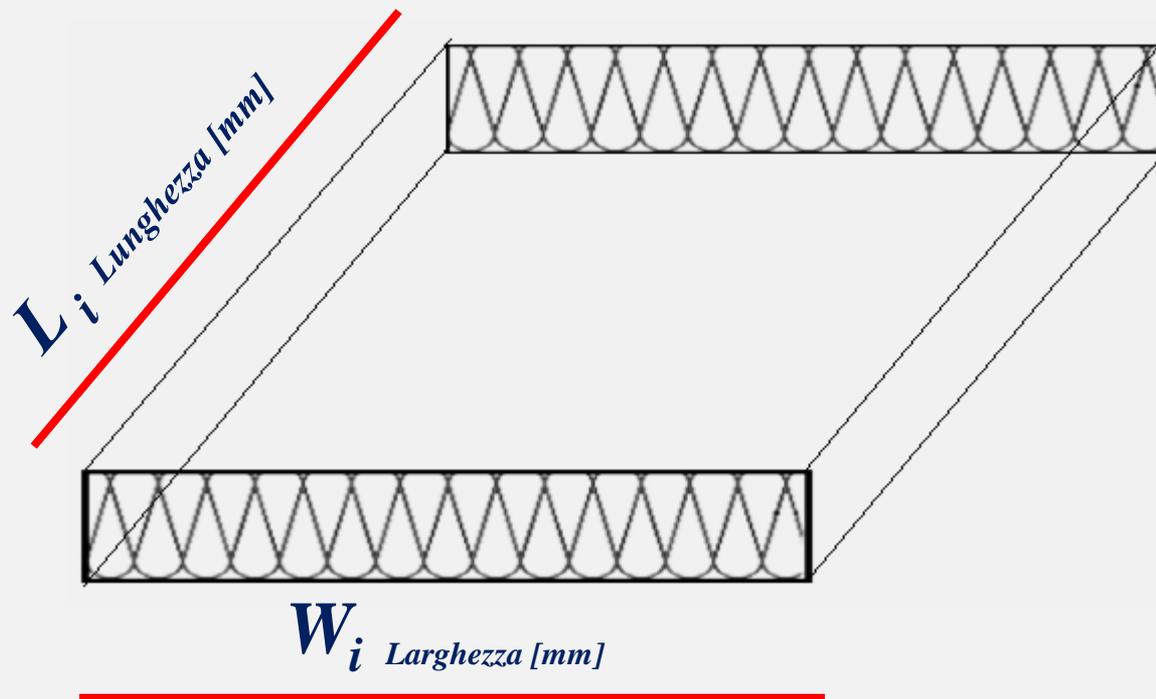


➤ **Caratteristiche dimensionali e geometriche dei prodotti**

Le dimensioni degli isolanti termici non sono unificate.

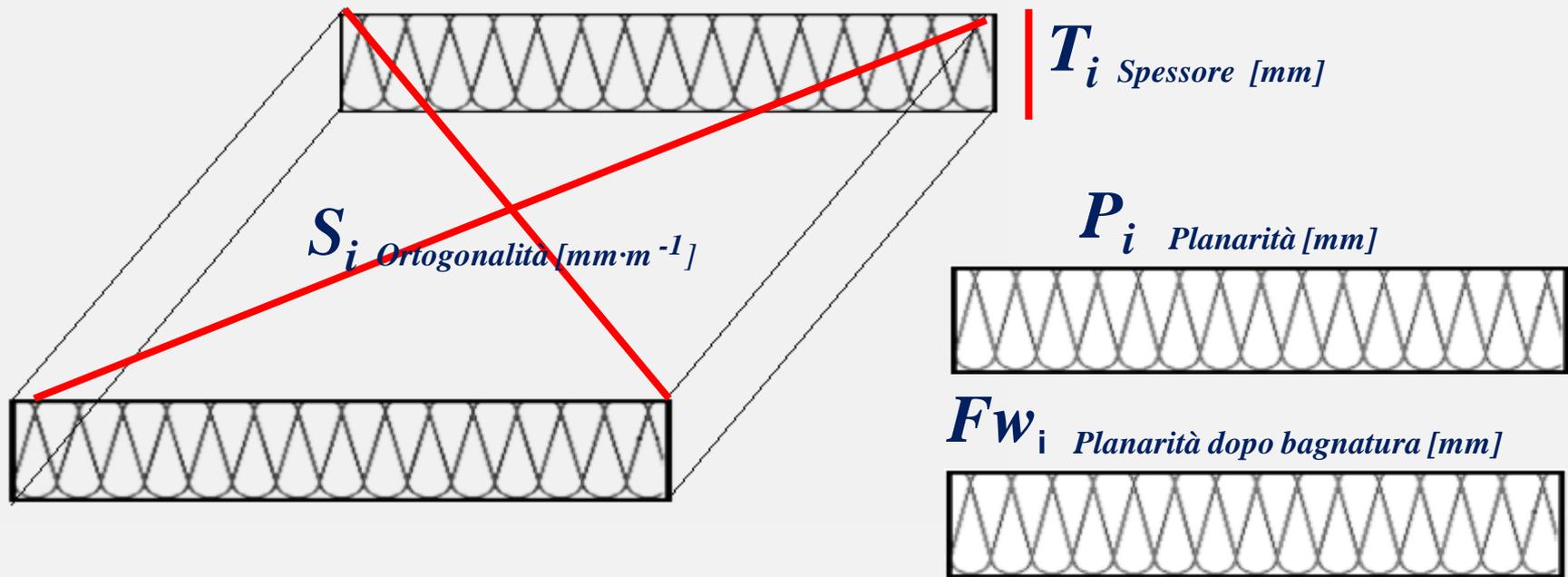
Tuttavia, ad eccezione dei prodotti sfusi, tutti i manufatti termoisolanti hanno dimensioni e geometrie standard, misurate con la metodologia prescritta dalla norma UNI EN 822 variabili tra 20 e 100 mm.

➤ Parametri dimensionali: lunghezza e larghezza



Classe di tolleranza "*i*" (indica la classe o il livello così come stabiliti dalla norma di prodotto).

➤ Parametri dimensionali: spessore, ortogonalità, planarità



Classe di tolleranza "*i*" (indica la classe o il livello così come stabiliti dalla norma di prodotto).

➤ **Massa volumica**

La massa volumica di una materia è il rapporto tra la massa **kg** e il volume stesso **m³**.

➤ **Conduttività termica**

È la grandezza che misura l'attitudine di un materiale a lasciarsi attraversare dall'energia termica; rappresenta la quantità di energia trasmessa nell'unità di tempo per conduzione attraverso una parete di area e spessore unitari sotto una differenza di temperatura unitaria

$$\lambda \text{ [W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}\text{]}$$

E' riferita ai materiali, supposti omogenei e isotropi.

➤ **Conduttanza termica**

Utilizzata per definire le caratteristiche termiche dei materiali non omogenei

$$C = \lambda/s \quad [W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$$

Non è riferita al materiale, ma al prodotto costituito da un determinato materiale con λ conduttività termica $[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$, s spessore del materiale $[m]$

➤ Resistenza termica

È il reciproco della conduttanza termica

$$C_s \text{ [m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}\text{]}$$

➤ Calore specifico

Quantità di energia necessaria perché la temperatura di un sistema di massa unitaria vari di 1 grado Celsius:

$$C_s \text{ [J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}\text{]}$$

➤ Capacità termica

È la proprietà di un materiale di assorbire o emanare calore e indica la quantità di calore in Joule che una massa assorbe o emana nel tempo, quando la sua temperatura viene alzata o abbassata di 1 K (Kelvin).

$$c \text{ [J} \cdot \text{K}^{-1}\text{]}$$

➤ **Capacità termica**

Nel campo dell'edilizia, un materiale con capacità termica elevata è in grado di accumulare (e rilasciare nel tempo) una quantità alta di energia termica.

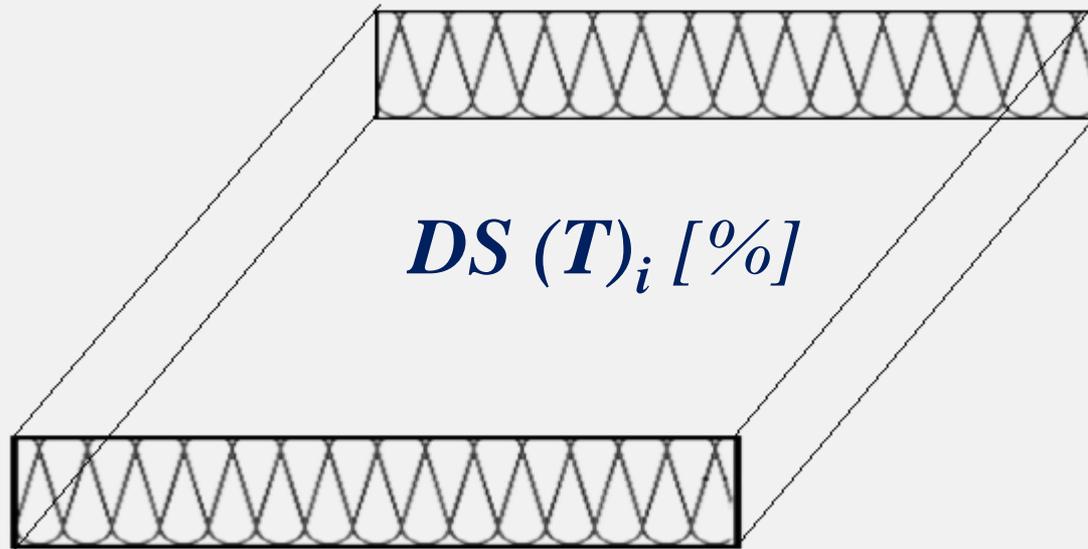
La capacità termica di un corpo dipende sia dalla natura del materiale sia dalla sua massa.

➤ **Stabilità dimensionale**

La maggior parte degli isolanti termici è prodotta con tecnologie che utilizzano forni di cottura.

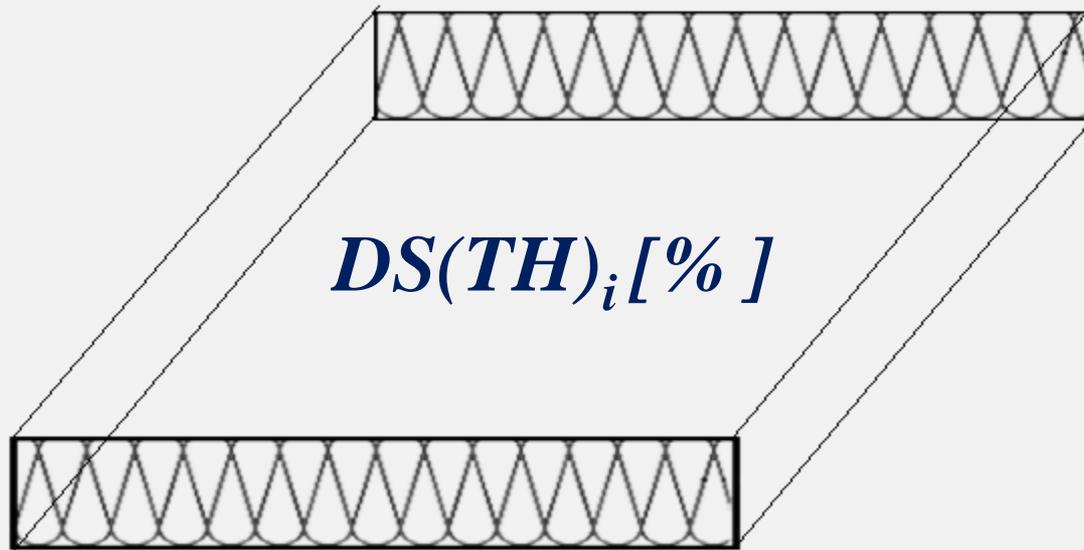
A seguito del raffreddamento del materiale e dello stabilirsi di condizioni di equilibrio tra l'aria esterna e l'espandente all'interno del materiale, si può determinare un ritiro che aumenta all'aumentare della densità del materiale e che è particolarmente forte nei primi tempi successivi alla produzione.

- **Stabilità dimensionale** : sotto specifici valori di temperatura **T**.



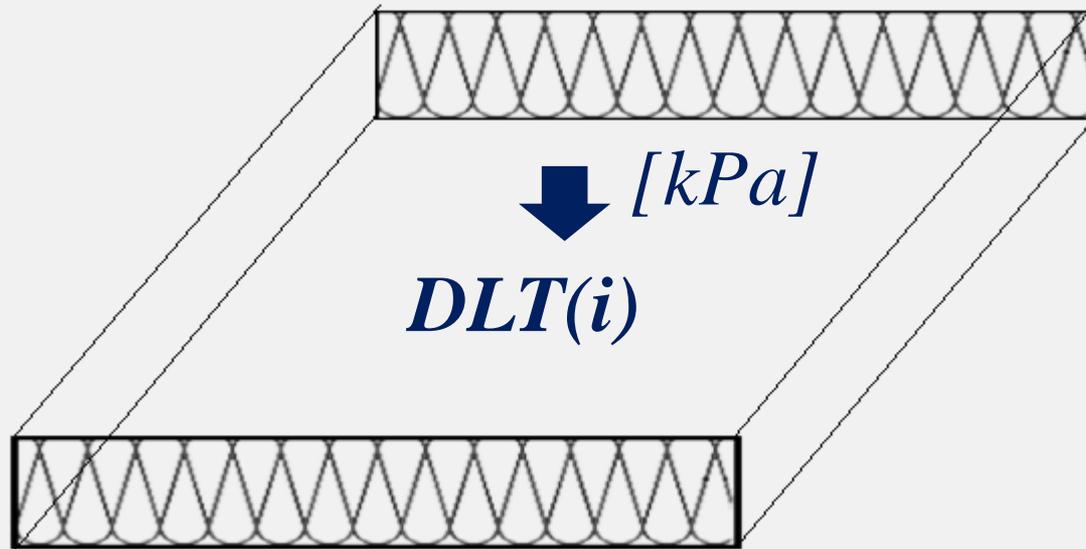
"*i*" indica la classe o il livello come stabiliti dalla norma di prodotto.

➤ **Stabilità dimensionale:** sotto specifici carichi di temperatura T e umidità H .



" i " indica la classe o il livello come stabiliti dalla norma di prodotto.

- **Stabilità dimensionale:** sotto specifici valori di carichi di compressione e condizioni di temperatura.

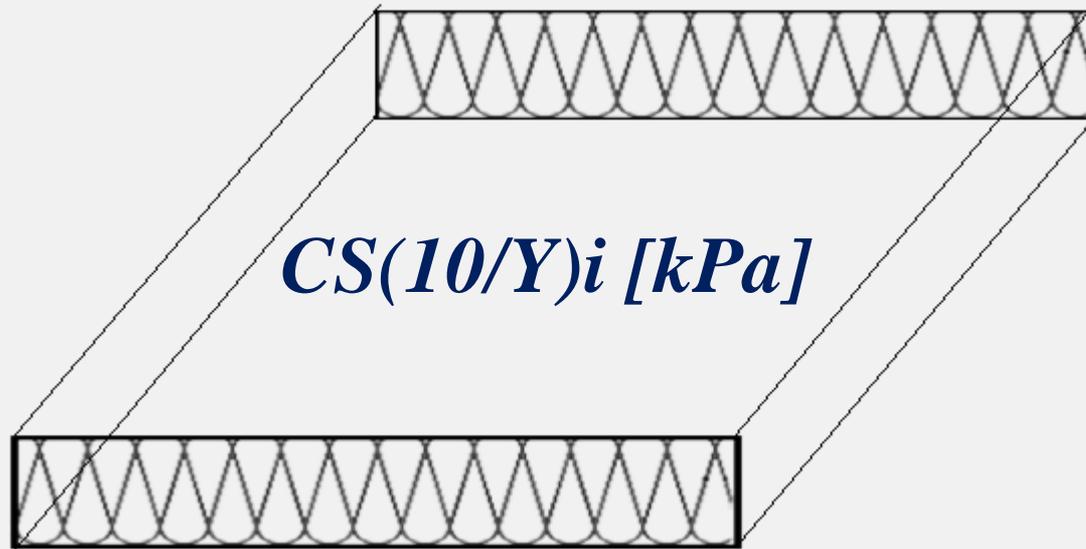


"*i*" indica la classe o il livello così come stabiliti dalla norma di prodotto.

➤ **Resistenza meccanica**

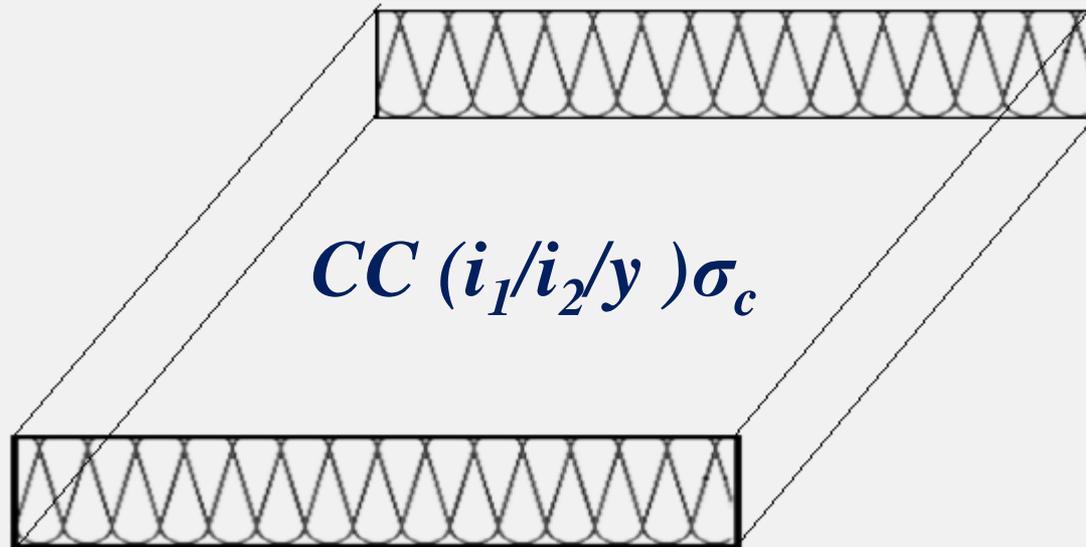
La resistenza meccanica e la deformabilità sono rappresentative del comportamento del materiale sottoposto a carichi a breve e a lungo termine.

- **Resistenza meccanica:** Resistenza alla compressione al 10% di deformazione



"*i*" indica il valore di resistenza a compressione dichiarata

➤ **Resistenza meccanica:** Resistenza allo scorrimento viscoso o Resistenza alla compressione a lungo termine.



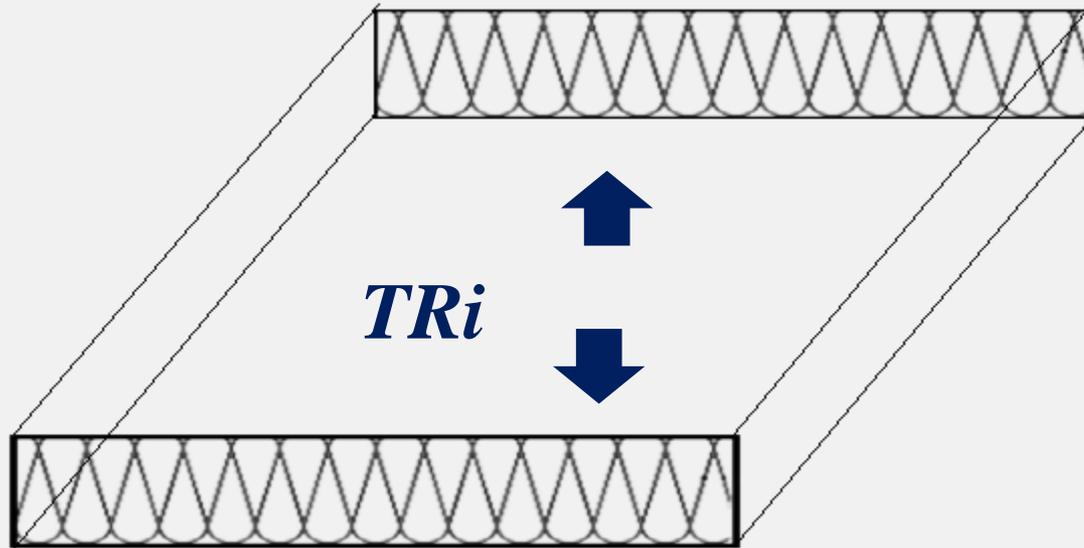
" i_1 " indica la percentuale di riduzione finale dello spessore;

" i_2 " indica la percentuale di deformazione iniziale;

" y " indica il tempo in anni;

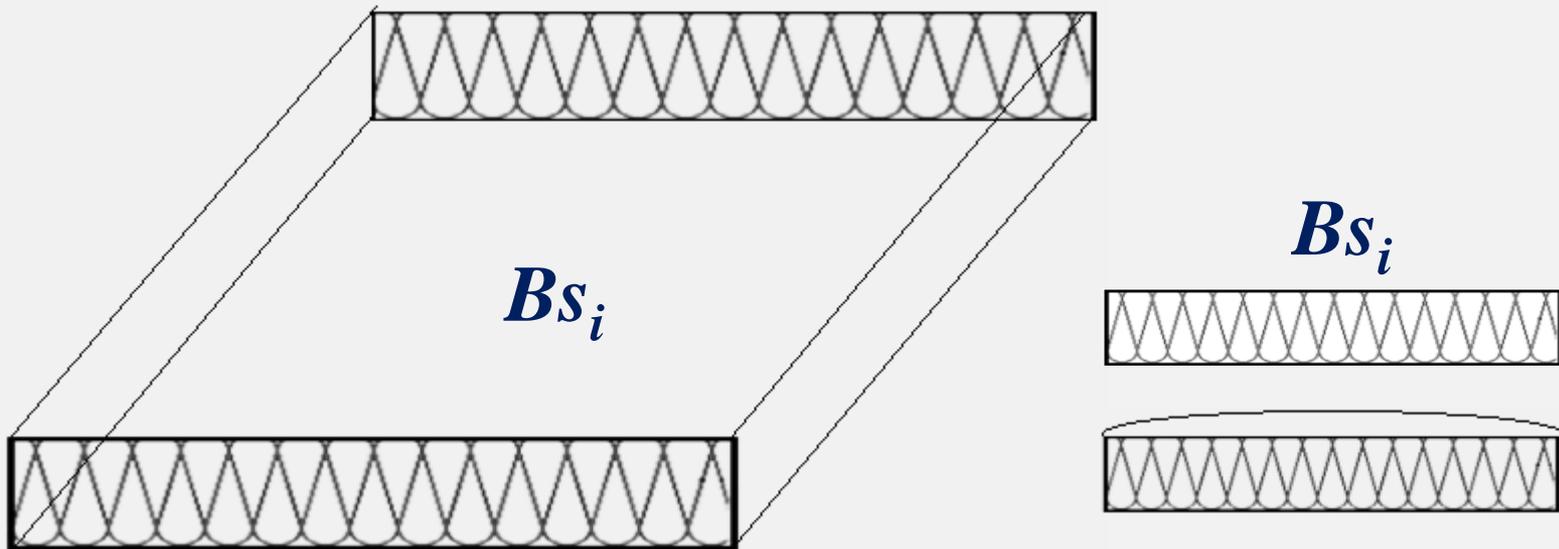
" σ_c " indica il valore di resistenza alla compressione, espresso in kPa.

- **Resistenza meccanica** : Resistenza alla trazione perpendicolare alle facce.



"*i*" indica il valore di resistenza alla trazione, in kPa

➤ Resistenza meccanica : Resistenza alla flessione



"*i*" indica il valore di resistenza alla flessione, in kPa

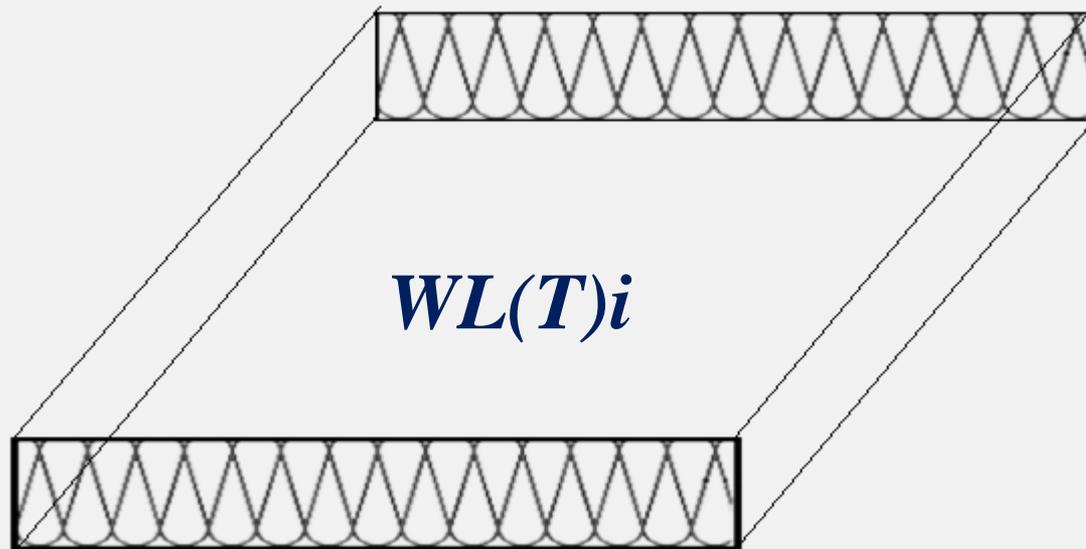
➤ Assorbimento d'acqua

L'assorbimento di acqua, espresso in volume percentuale, rappresenta la capacità di un materiale di essere imbibito d'acqua

Negli isolanti termici assume importanza fondamentale in quanto determina la riduzione del potere coibente.

➤ Assorbimento d'acqua per immersione

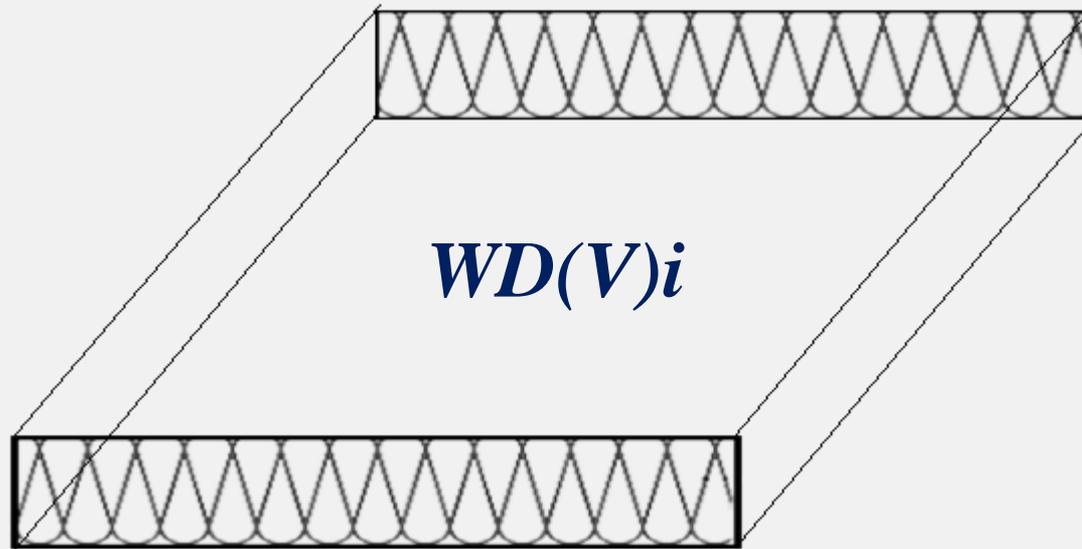
Il campione viene testato in un bagno d'acqua a 23°C. La durata del test è di 28 giorni



"i" indica la percentuale massima di volume di acqua assorbito.

➤ Assorbimento d'acqua per diffusione

Il campione di isolante è posto tra un bagno d'acqua a 50°C e una piastra di raffreddamento a 1 °C per una durata di 28 giorni.



"*i*" indica il livello stabilito dalla norma di prodotto

Durante questo test non può essere assorbito più del 3 - 5 Vol. % di acqua

➤ **Comportamento alle basse temperature**

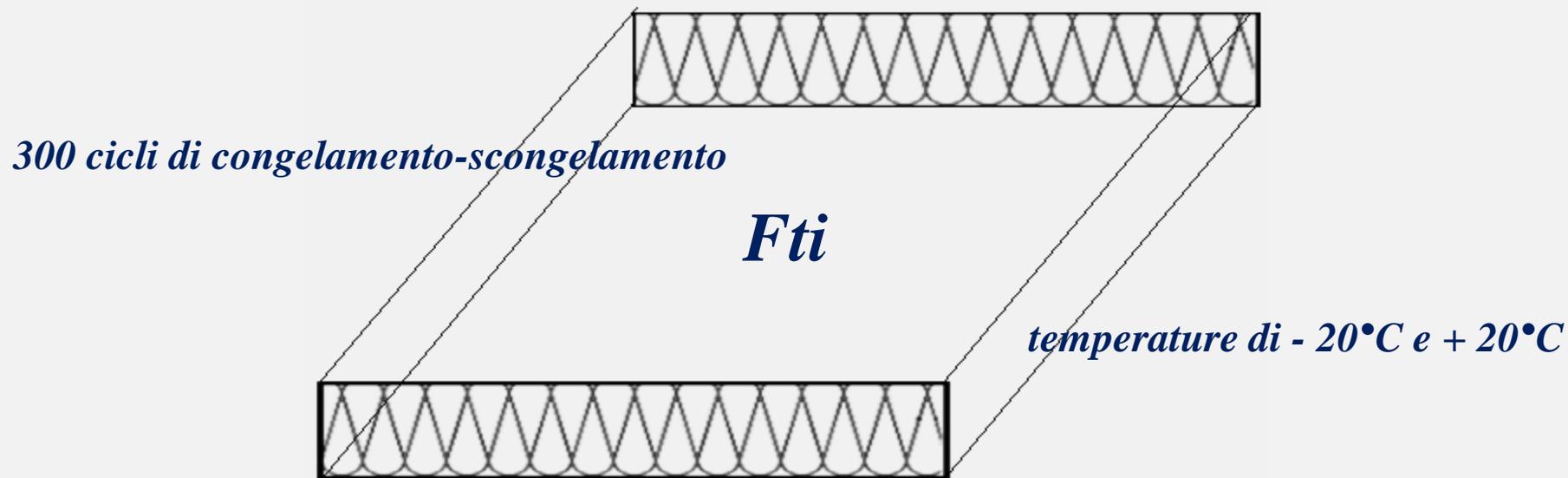
A causa delle variazioni di temperatura, nei materiali potrebbero sorgere problemi di congelamento e/o scongelamento.

Nel caso degli isolanti termici:

Resistenza cicli di gelo – disgelo Ft_i

➤ Resistenza ai cicli di gelo e disgelo

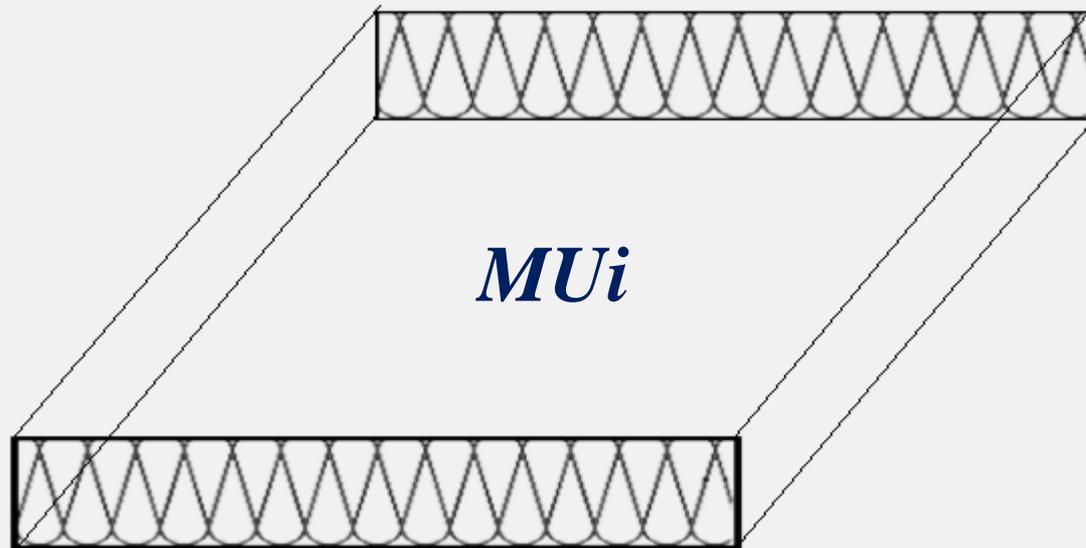
Il test consiste nel sottoporre il campione a 300 cicli di congelamento-scongelo con temperature di 20°C e $+20^{\circ}\text{C}$.



"i" indica il livello stabilito dalla norma di prodotto

➤ Resistenza alla diffusione del vapore acqueo

Fattore di resistenza alla diffusione del vapore acqueo



" i " indica il valore minimo dichiarato secondo la norma di prodotto

➤ Permeabilità al vapore

Capacità di un materiale omogeneo di farsi attraversare da un flusso di vapore

Permeabilità al vapore δ [m·s·Pa]

portata di vapore che attraversa una superficie di area unitaria quando tra le due facce viene applicato un gradiente di pressione del vapore pari a 1 Pa/m

Dipende dalla composizione chimica, dalla struttura e dalla porosità del materiale.

➤ Permeabilità al vapore

La conoscenza del valore della permeabilità al vapore è essenziale nelle applicazioni edilizie.

Infatti, per evitare fenomeni di condensazione del vapore all'interno di una parete multistrato, è indispensabile una precisa ripartizione delle resistenze al vapore nei diversi strati.

➤ **Fattore di resistenza al vapore o resistenza igroscopica**

Indice della resistenza al passaggio del vapor acqueo del materiale considerato rispetto a quella di uno strato di aria in quiete di uguale spessore e alla stessa temperatura

$$\mu = \delta a / \delta \text{ [-]}$$

δa = permeabilità al vapore di aria in quiete [m]

δ = permeabilità al vapore del materiale considerato [m]

➤ Comportamento al fuoco dei termoisolanti

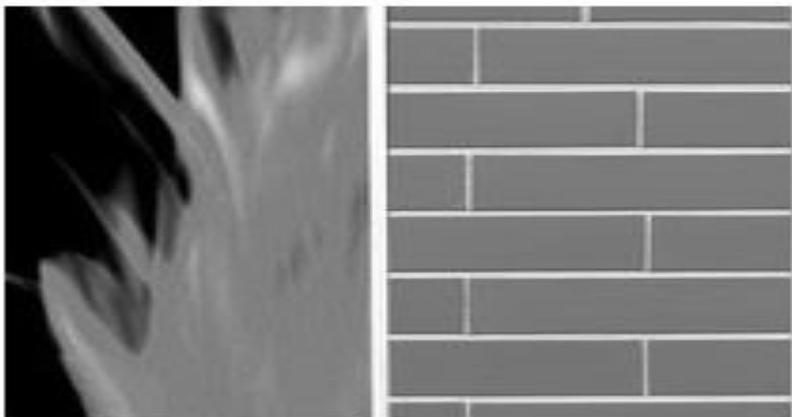
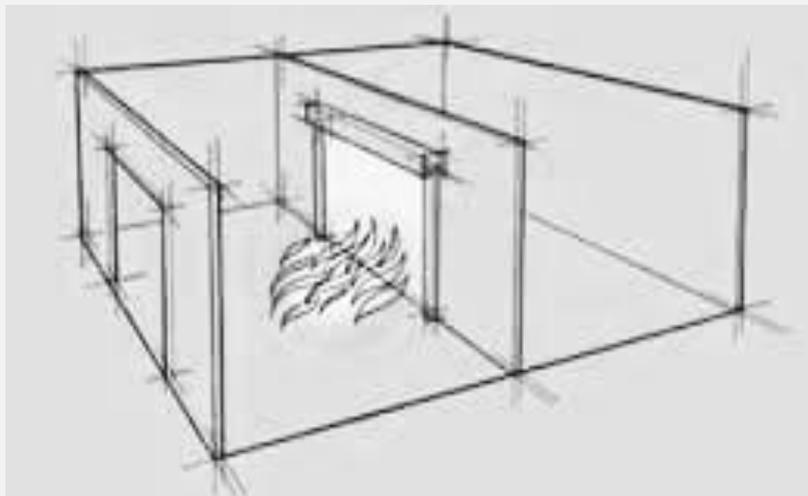
| <i>Sigla</i> | <i>Classificazione</i> | <i>Classificazione addizionale livello I</i> | <i>Classificazione addizionale Livello II</i> |
|--------------|---|---|--|
| <i>A1</i> | <i>Il materiale non è combustibile</i> | <i>Non necessaria</i> | <i>Non necessaria</i> |
| <i>A2</i> | <i>Il materiale non contribuisce in maniera significativa alla propagazione dell'incendio</i> | <i>Sviluppo dei fumi:</i> <i>s1 = quantità e velocità di sprigionamento deboli</i> <i>s2 = quantità e velocità di sprigionamento di media intensità</i> <i>s3 = quantità e velocità di sprigionamento di elevata intensità</i> | <i>Gocciolamento</i> <i>d0 = nessun gocciolamento</i> <i>d1 = lento gocciolamento</i> <i>d2 = elevato gocciolamento</i> |
| <i>B</i> | <i>Il materiale è debolmente combustibile</i> | | |
| <i>C</i> | <i>Il materiale è combustibile</i> | | |
| <i>D</i> | <i>Il materiale è combustibile</i> | | |
| <i>E</i> | <i>Il materiale è combustibile</i> | | |
| <i>F</i> | <i>Il materiale non reagisce al fuoco</i> | <i>Non classificato</i> | |

➤ Comportamento al fuoco dei termoisolanti

| EUROCLASSI | | | | | | | | |
|-----------------------------|---|---|-------------------------------------|---|--------------------|---|--|---|
| CLASSI DI REAZIONE AL FUOCO | | | RILASCIO DI FUMI (SMOKE) s1, s2, s3 | | | GOCCIOLAMENTO DI MATERIALE INCANDESCENTE (DROPS) d0, d1, d2 | | |
| A1 | INCOMBUSTIBILE | | NESSUN TEST NECESSARIO | | | NESSUN TEST NECESSARIO | | |
| A2 |  | NON COMBUSTIBILE | s1 |  | Assente o limitato | d0 |  | Assente nei primi 10 minuti |
| B |  | Livelli di prestazione decrescenti dalla classe di reazione B alla E. | s2 |  | Presente | d1 |  | Limitato gocciolamento di materiale incandescente in meno di 10 secondi |
| C |  | | | | | | | |
| D |  | | s3 |  | Significativo | d2 |  | Significativo |
| E |  | | | | | | | |
| F | Nessuna prestazione dichiarata | | | | | | | |

➤ Comportamento al fuoco membrane prefabbricate

Classificazione dei materiali in base alla capacità di resistere alle fiamme



➤ Comportamento al fuoco di strutture termoisolanti

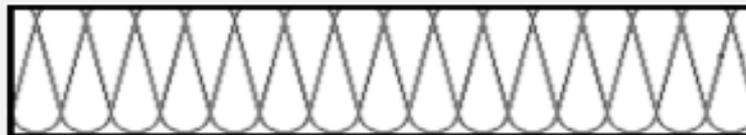


Test EI 180



➤ Scorrimento viscoso

Lo scorrimento viscoso, anche detto creep, è la deformazione permanente di un materiale sottoposto a sforzo costante in condizioni di temperatura elevata. In ambito CEN sono in fase di elaborazione i metodi di prova del creep per i materiali isolanti.



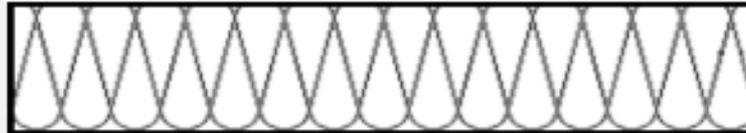
➤ **Proprietà chimico-biologiche**

I materiali per l'edilizia devono resistere

- all'attacco di sostanze chimiche quali le soluzioni acquose di alcoli o di sali, agli oli siliconici e paraffinici, ai leganti idraulici spesso presenti nei materiali da costruzione e ai chetoni e agli esteri, usati come diluenti per vernici e solventi per collanti.
- all'attacco di micro-organismi che possono attecchire sulla superficie del coibente e a quello di organismi animali quali insetti e roditori.

➤ **Proprietà chimico-biologiche**

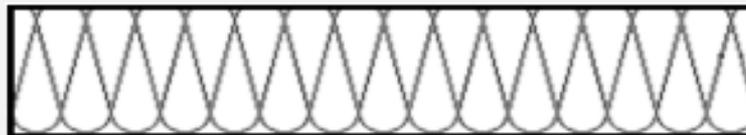
- **attacco di sostanze chimiche**
- **attacco di micro-organismi**



➤ **Invecchiamento**

La valutazione dell'invecchiamento non è regolata da norme, ma affidata alla semplice verifica del comportamento nel tempo, che è delegata ai produttori di isolanti termici.

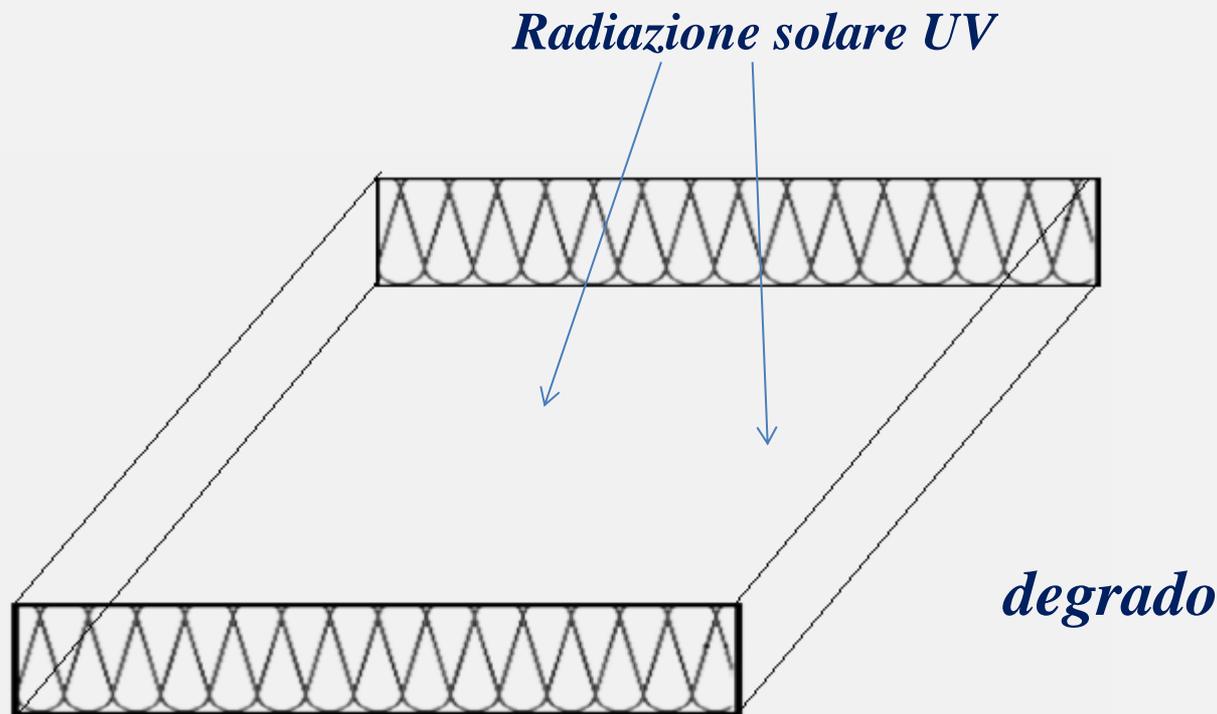
verifica del comportamento nel tempo



delegata ai produttori di isolanti termici

➤ **Comportamento in presenza di radiazioni**

La superficie dei materiali isolanti colpiti dalla radiazione solare UV è soggetta a degrado, per cui deve essere protetta con opportuni accorgimenti.



➤ **Norme CE**

Il simbolo CE "Conformità Europea" indica che il prodotto destinato a essere permanentemente incorporato, per tutta la sua vita utile, in opere di costruzione edifici e d'ingegneria civile è conforme ai requisiti essenziali previsti e indicati dal Regolamento dei Prodotti da Costruzione 305/2011 (**CPR Construction Products Regulation**) in vigore dal **24 Aprile 2011**.

CE è l'unica marcatura che esprime sia la conformità che il soddisfacimento dei requisiti .

➤ Esempio di marcatura CE di un termoisolante



01234

Mario Rossi SpA
Via Bianchi - 22100 MILANO
08

01234 - CPD - 00111

UNI EN 13165:2008

Pannelli in poliuretano espanso rigido rivestiti in
NOME COMMERCIALE
dimensioni XXX x XXX mm
Spessore XX mm
n° dei pannelli per confezione
X

| | |
|---|---|
| Conducibilità termica λ_d | 0,0XX W/mK |
| Resistenza termica R_d | X.X m ² K/W |
| Reazione al fuoco, Euroclassi | N |
| Resistenza a compressione | XXX kPa |
| Permeabilità all'acqua (assorbimento lungo periodo) | X% |
| Permeabilità al vapore acqueo | μ o Z XXX- NPD |
| Rilascio di sostanze pericolose nell'ambiente interno | Norma non disponibile |
| Indice di Isolamento acustico | XX - NPD |
| Indice di assorbimento acustico | XX -NPD |
| Indice di trasmissione del rumore di Impatto | XX - NPD |
| Resistenza a trazione/flessione | XXX kPa - NPD |
| Durabilità della reazione al fuoco contro calore, agenti atmosferici, invecchiamento, degrado | nessuna variazione - NPD |
| Resistenza termica contro calore, agenti atmosferici, invecchiamento, degrado | invecchiamento e degrado compreso in R_d -NPD |
| Durabilità della resistenza a compressione contro calore, agenti atmosferici, invecchiamento, degrado | Resistenza al Creep (<2%) 40kPa- NPD |

CODICE DI DESIGNAZIONE

PUR - EN 13165:XX - Ti - DS(TH)i - DLT(i)5 - CS(10)i - CC(i₁/i₂/y)
 oc -
 TRi- FwI - WL(T)i - MU o Z

Numero identificativo dell'Organismo di certificazione (solo per prodotti in Sistema 1)

Nome e indirizzo del produttore

Ultime due cifre dell'anno di apposizione della marcatura CE

Numero del Certificato (solo per prodotti in Sistema 1)

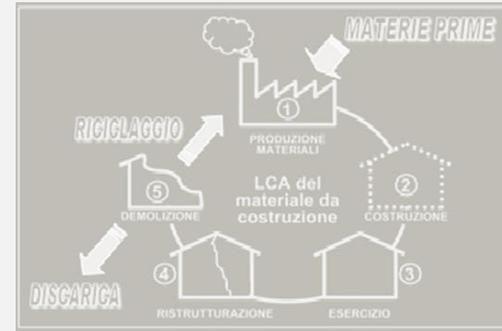
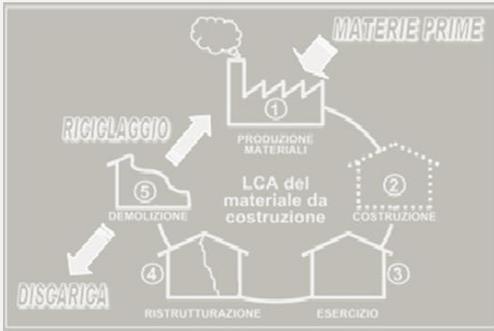
Numero e anno di versione della norma

Descrizione del prodotto

Legenda Codice di Designazione:
Ti: Classe (i) della tolleranza sullo spessore
DS(TH)i: Livello (i) della stabilità dimensionale a determinate condizioni di temperatura (T) e Umidità Relativa (H)
DLT(i)5: Livello (i) di deformazione in specifiche condizioni di carico e temperatura
CS(10)i: Livello (i) della resistenza a compressione al 10% di deformazione
TRi: Livello (i) della Resistenza a trazione perpendicolare alle facce
FwI: Livello (i) della planarità dopo bagnatura di una faccia
WL(T)i: Livello (i) di assorbimento d'acqua nel lungo periodo
MU o *Z*: fattore di resistenza alla diffusione del vapore (MU) o Resistenza al vapore d'acqua (Z).

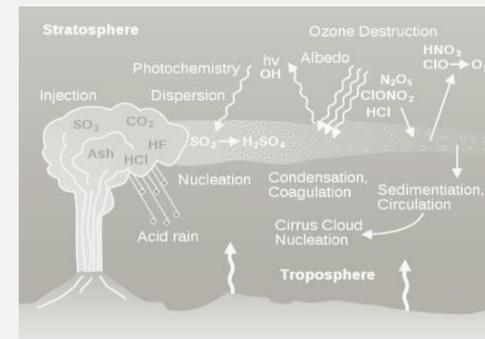
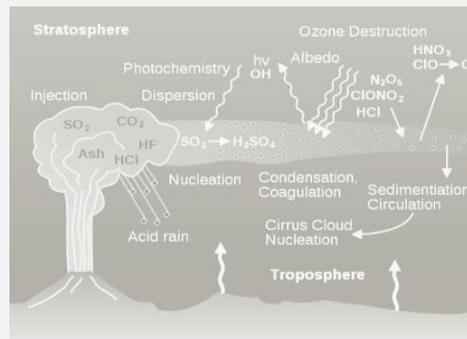
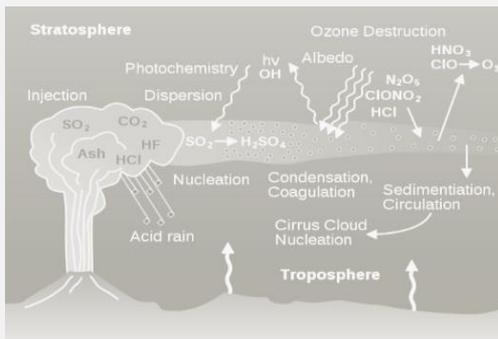
Norme CE Differenze tra la Direttiva 89/106/CEE e Regolamento n.305/2011

| <i>Direttiva 89/106/CEE</i> | <i>Regolamento n.305/2011</i> |
|---|---|
| <i>Direttiva</i> | <i>Regolamento</i> |
| <i>N.6 Sistemi di attestazione di conformità (Ac): 1, 1+, 2, 2+,3,4</i> | <i>N.5 Sistemi di valutazione e verifica della costanza della prestazione (Av o Dp): 1, 1+, 2+, 3 , 4</i> |
| <i>Dichiarazione di Conformità (DoC)</i> | <i>Dichiarazione di Prestazione (DoP)</i> |
| <i>Certificato di Conformità ai requisiti</i> | <i>Certificato di conformità ai requisiti e costanza della prestazione del prodotto</i> |
| <i>Benestare tecnico europeo (ETA)</i> | <i>Valutazione tecnica europea TAB (Technical Assessment Bodies)</i> |
| <i>N. 6 Requisiti essenziali prodotti</i> | <i>N.7 Requisiti essenziali prodotti</i> |



Biosostenibilità dei materiali

Indicatori energetici ed ecologici



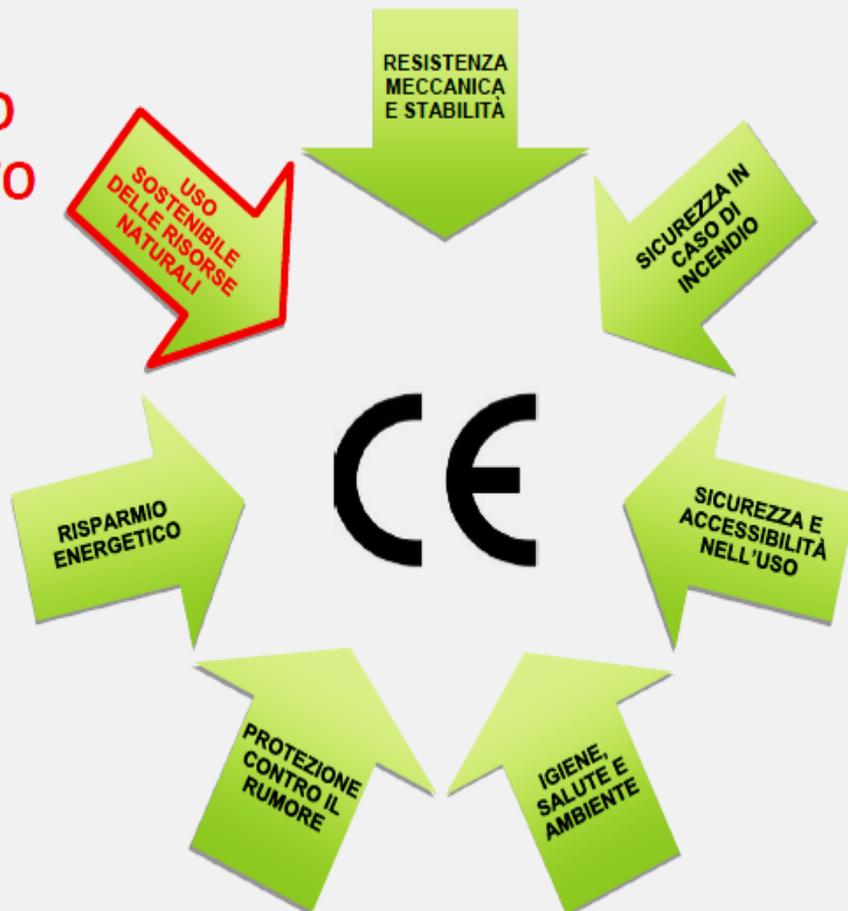
➤ *Biosostenibilità dei materiali*

“Immaginare che una società tecnologicamente avanzata possa scegliere, sostanzialmente, di autodistruggersi può sembrare impossibile, ma questo è esattamente ciò che stiamo facendo.”

*Elizabeth Kolbert,
da Cronache da una catastrofe.
Anno 2006- Editore Nuovi Mondi Media*

➤ CPR 305/2011

SETTIMO REQUISITO

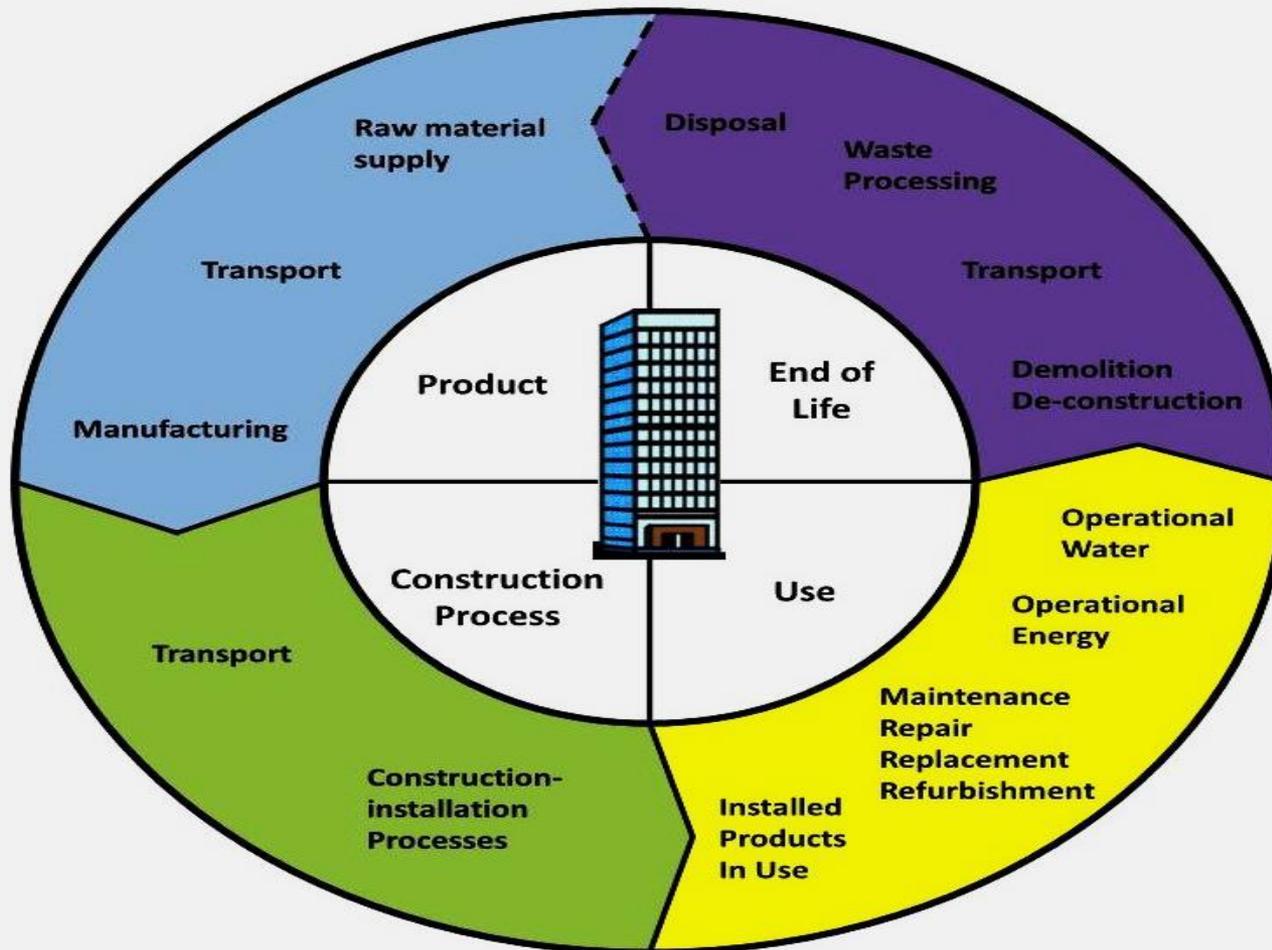


USO SOSTENIBILE DELLE RISORSE NATURALI

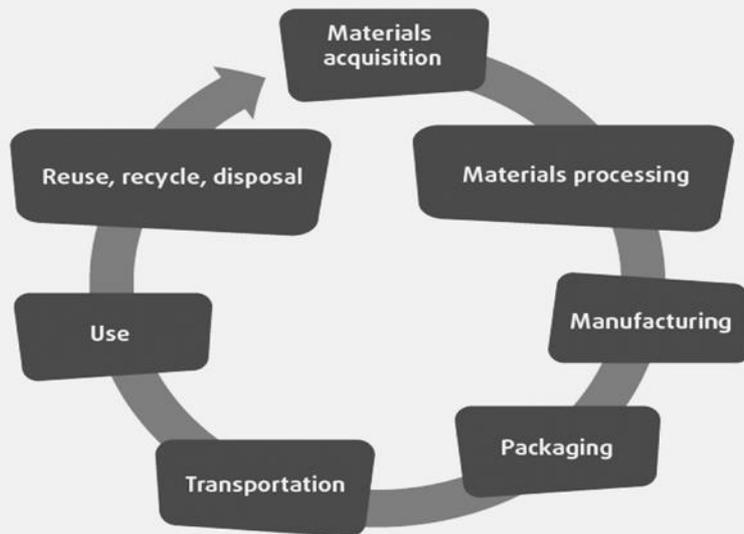
Le costruzioni devono essere concepite, costruite e demolite in modo che l'uso delle risorse sia sostenibile e garantisca quanto segue:

- Ri-uso o riciclabilità delle costruzioni, dei loro materiali e delle loro parti dopo demolizione,
- La **durata** delle costruzioni,
- L'uso nelle costruzioni di **materie prime** e secondarie **ecologicamente compatibili**.

➤ Analisi del ciclo di vita LCA



➤ Analisi del ciclo di vita LCA



➤ Marchi ambientali di prodotto

➤ Etichette ambientali



Example: European Eco-label

➤ Asserzioni ambientali



Example: Recyclability

➤ Dichiarazione Ambientale Verificata



Environmental Product Declaration

➤ U.F. (unit function)

L'unità funzionale utilizzata dai produttori è il
kilogrammo di impermeabilizzante o termoisolante [kg]

$$\text{f.u.} \propto \text{peso prodotto}$$

➤ U.F. (unit function) per un impermeabilizzante

L'unità funzionale utilizzata dai progettisti

$$\text{f.u.} \propto \text{metro quadro prodotto [m}^2\text{]}$$

Oppure

$$\text{f.u.} \propto \text{peso prodotto [kg]}$$

➤ **U.F. (unit function) per un termoisolante**

L'unità funzionale utilizzata dai progettisti è il metro quadro di materiale di determinato spessore il quale è funzione della densità caratteristica di ciascun materiale che garantisce una resistenza termica R pari al valore di 1 [$\text{m}^2\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$]

$$\text{f.u.} \propto R \lambda \rho A$$

➤ *GER (Gross Energy Requirement)*

Energia totale rinnovabile e non, sottratta all'ambiente durante il ciclo di vita di una unità funzionale del prodotto:

GER [MJ·kg⁻¹] o [MJ·m⁻²]

E' calcolata sulla base del potere calorifico massimo di tutte le risorse energetiche.

Se l'unità funzionale è la massa si misura in MJ·kg⁻¹, se invece è una superficie in MJ·m⁻².

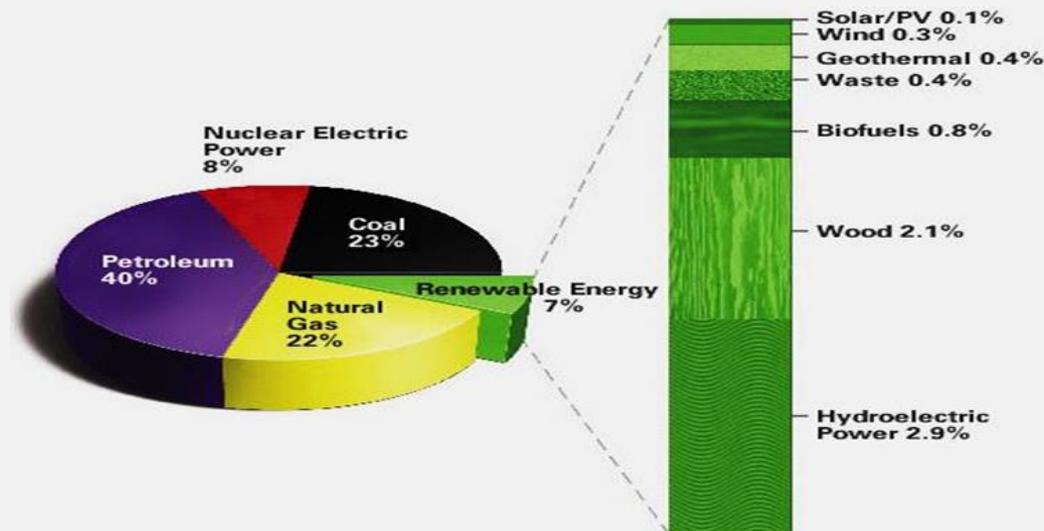
➤ *PEI (Primary Energy Input)*

Fabbisogno di risorse energetiche necessarie per la fabbricazione di un prodotto:

PEI r (Regenerative) [MJ·kg⁻¹] o [MJ·m⁻²]

PEI nr (Non regenerative) [MJ·kg⁻¹] o [MJ·m⁻²]

Se l'unità funzionale è la massa si misura in MJ·kg⁻¹, se invece è una superficie in MJ·m⁻²

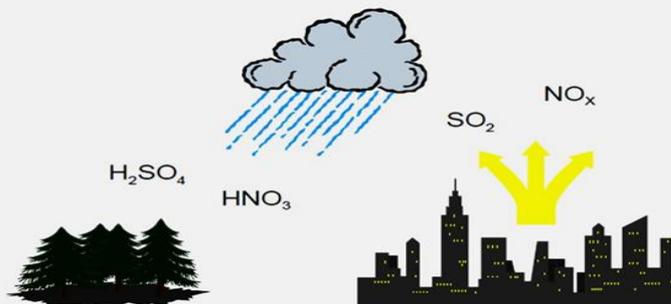


➤ AP (*Acidification Potential*)

Emissioni di composti derivanti dalla combustione di combustibili fossili (ossidi di zolfo e d'azoto) durante l'intero ciclo di vita di un prodotto, dalla produzione a fine vita.

$$AP [g_{SO_2,eq}]$$

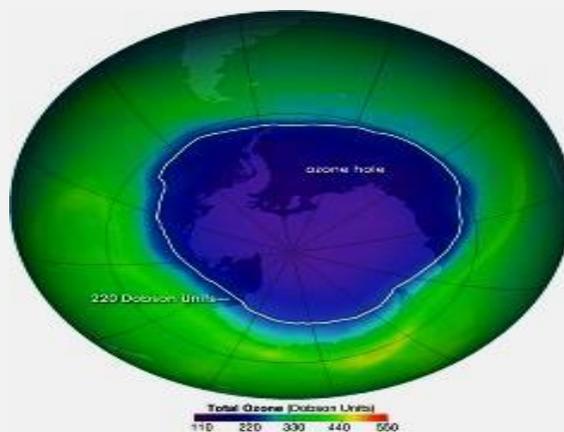
Per il calcolo dei potenziali di acidificazione viene preso come riferimento il diossido di zolfo o anidride solforosa, SO_2 .



➤ EP (*Eutrophication Potential*)

Contenuto di azoto o fosforo di un prodotto destinabile alla produzione di biomassa

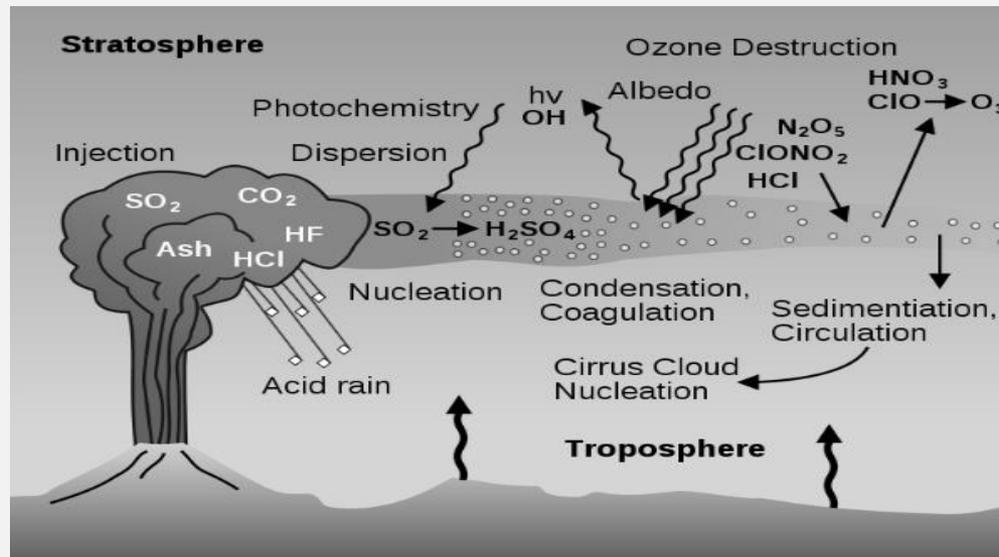
EP [g_{O2,eq}] o [kg_{(PO4)3,eq}]



➤ POCP (*Photochemical Ozone Creation Potential*)

Sviluppo durante la vita di un prodotto di composti che favoriscono l'ossidazione interagendo con la luce, con conseguente formazione di ozono nella troposfera.

POCP [gC₂H₄ eq]

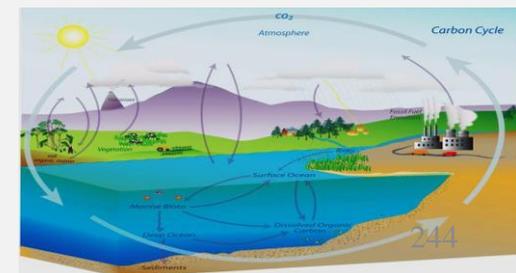


➤ GWP100 (*Global Warming Potential*)

Le quantità di gas serra, GHG, rilasciati dai processi della catena di produzione.

GWP100 [kg_{CO2,eq}]

Calcolata moltiplicando le emissioni di gas serra specifiche (anidride carbonica CO₂, protossido di azoto N₂O, metano CH₄, clorofluorocarburi CFC) per i fattori di conversione specifici definiti dall'IPCC. (Intergovernmental Panel on Climate Change)



➤ CF (*Carbon Footprint*)

Gli effetti sul clima da parte dei gas serra generati da un prodotto.

CF [kgCO_{2,eq}]



Nel calcolo della carbon footprint si tiene conto di tutti i gas clima-alteranti del Protocollo di Kyoto: anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄), ossido nitroso (N₂O), idrofluorocarburi (HFCs), perfluorocarburi (PFCs) e esafluoruro di zolfo (SF₆).

Un basso valore di **carbon footprint** significa che il prodotto in esame dà un basso contributo ai cambiamenti climatici.

➤ **WF (Water Footprint)**

Il volume di acqua consumata (evaporata) o inquinata, considerando tutte le fasi del ciclo di vita di un prodotto e tenendo conto di quanto il bacino idrografico da cui si preleva l'acqua sia già sottoposto a stress per prelievi per altri usi.

WF [l • kg⁻¹]

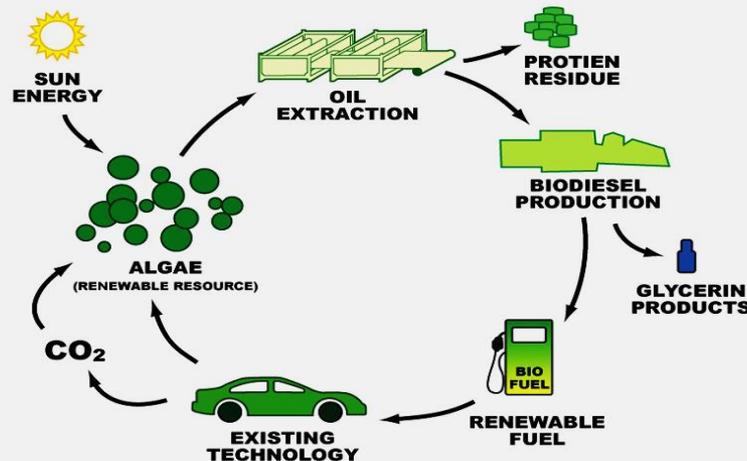


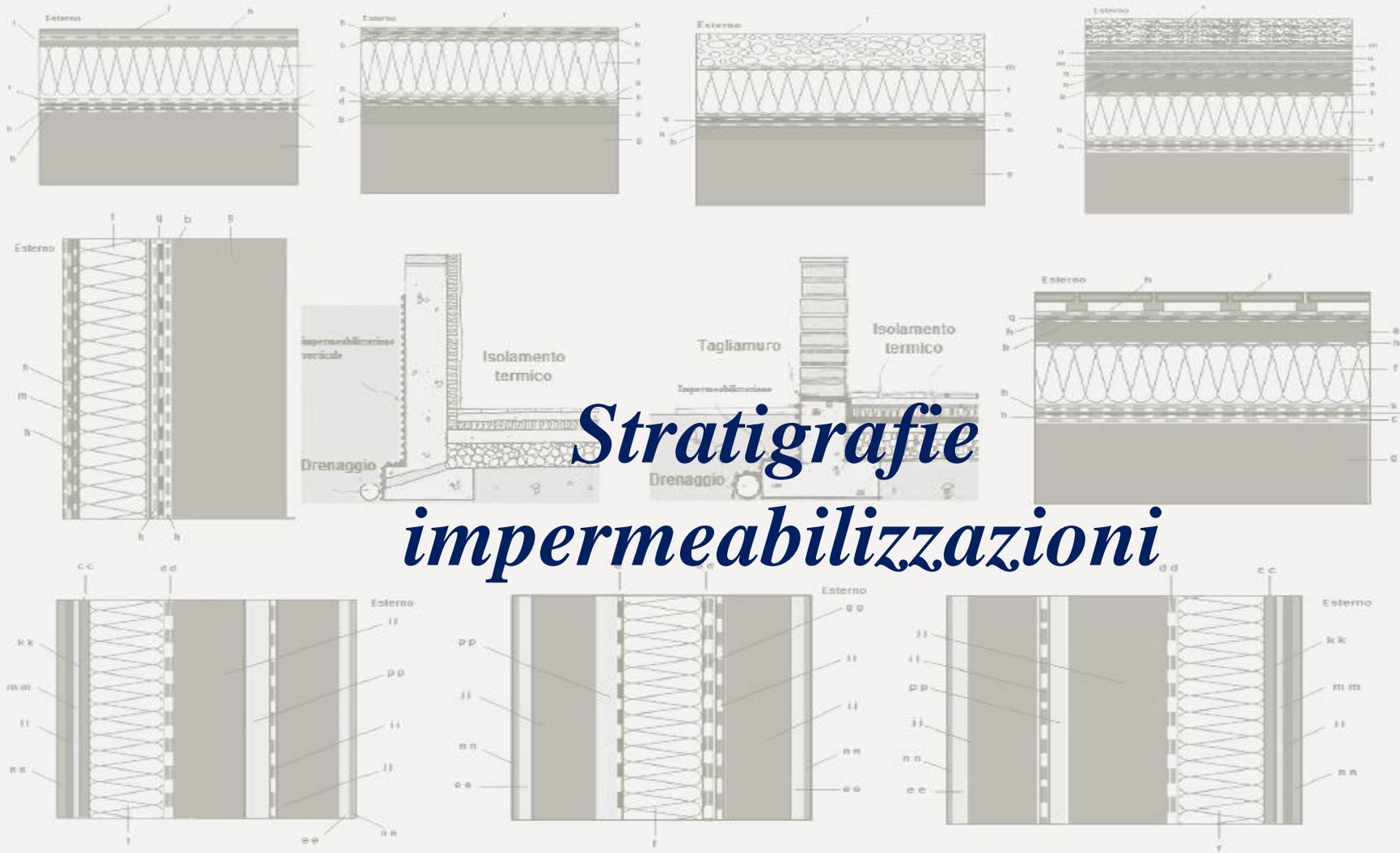
➤ EF (*Energia di feedstock*)

Contenuto energetico delle materie prime in ingresso al sistema-prodotto e non utilizzate come fonte di energia, espresso in termini di potere calorifico superiore o potere calorifico inferiore.

$$EF [MJ \cdot kg^{-1}]$$

Alcuni esempi di energia di feedstock: gas e olio impiegati nell'industria petrolchimica , legno usato nell'industria cartaria.





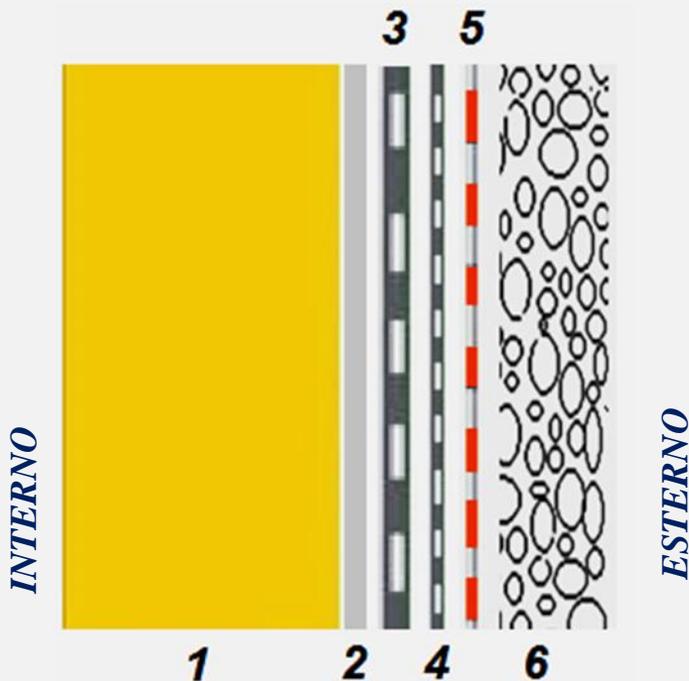
➤ Esempio di stratigrafie

Caso A: Impermeabilizzazione di una fondazione verticale con l'utilizzo delle seguenti membrane impermeabili

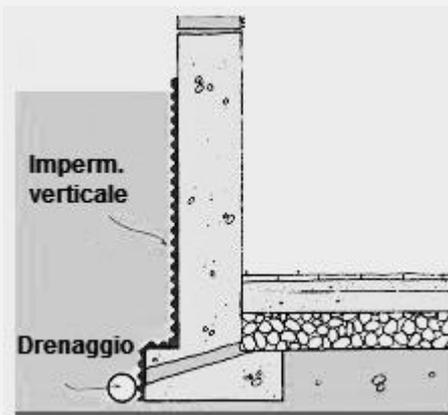
Membrane impermeabilizzanti

| | | | | |
|----------------------|----------------------|-----------------|--------------------|----------------|
| <i>Prefabbricate</i> | <i>Prefabbricate</i> | <i>Miste</i> | <i>Miste</i> | <i>In situ</i> |
| <i>bituminose</i> | <i>polimeriche</i> | <i>Sandwich</i> | <i>Geomembrane</i> | |

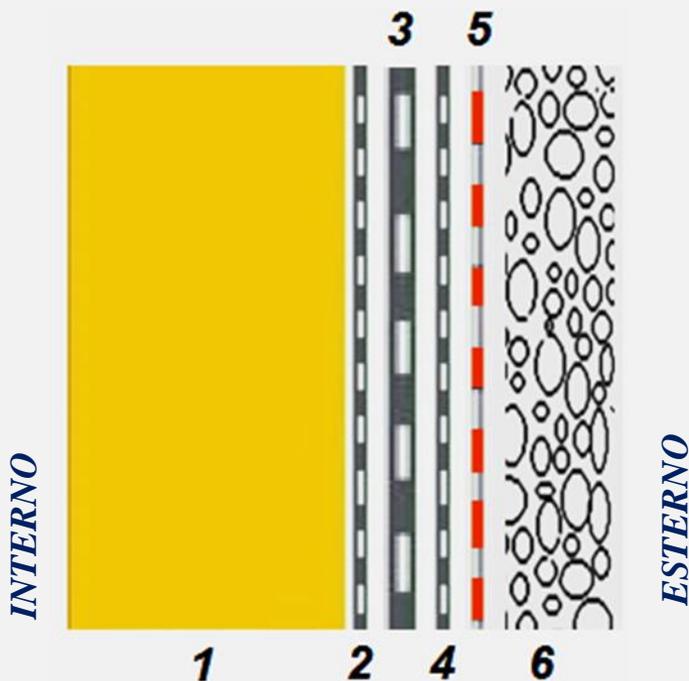
➤ Stratigrafia fondazioni verticali : membrane prefabbricate bituminose



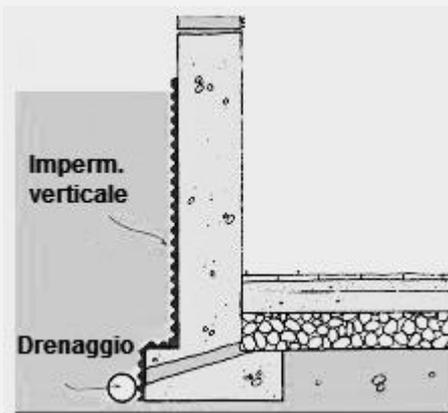
| <i>Stratigrafia (dall'interno all'esterno)</i> | <i>Prefabbricate bituminose</i> |
|--|-------------------------------------|
| <i>1. Elemento portante</i> | Fondazione |
| <i>2. Strato di imprimitura</i> | Primer |
| <i>3. Elemento di tenuta</i> | Bituminosa |
| <i>4. Elemento di scorrimento</i> | TNT |
| <i>5. Elemento filtrante</i> | TNT |
| <i>6. Strato drenante</i> | Pietrisco |



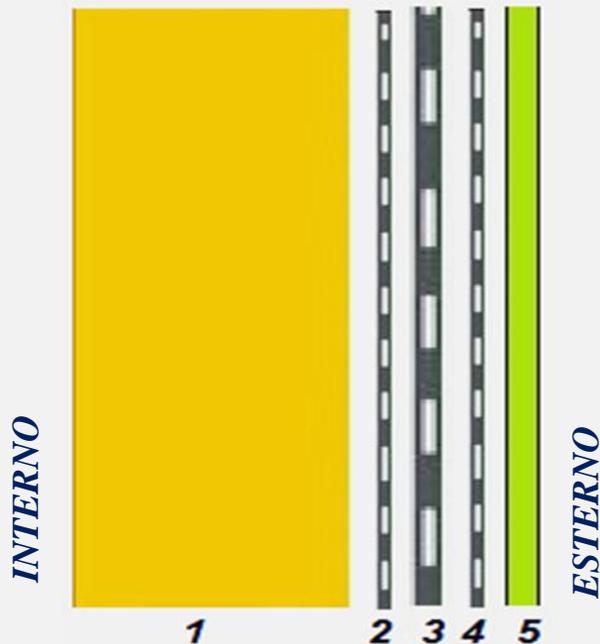
➤ Stratigrafia fondazioni verticali : membrane prefabbricate polimeriche



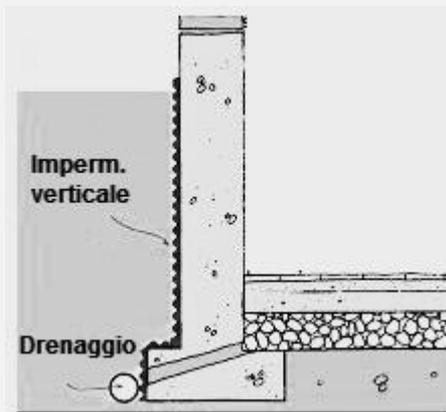
| <i>Stratigrafia (dall'interno all'esterno)</i> | <i>Prefabbricate polimeriche</i> |
|--|--------------------------------------|
| <i>1. Elemento portante</i> | Fondazione |
| <i>2. Elemento di scorrimento</i> | TNT |
| <i>3. Elemento di tenuta</i> | Membrana polimerica |
| <i>4. Elemento di scorrimento</i> | TNT |
| <i>5. Elemento filtrante</i> | TNT |
| <i>6. Strato drenante</i> | Pietrisco |



➤ Stratigrafia fondazioni verticali : membrane miste sandwich

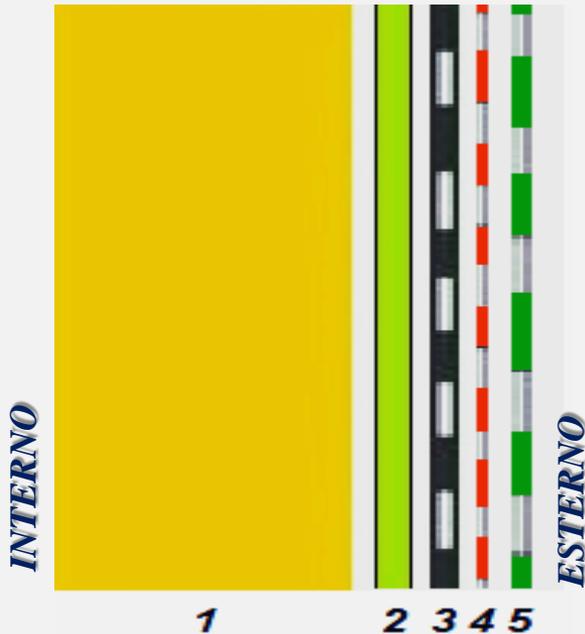


| <i>Stratigrafia (dall'interno all'esterno)</i> | <i>Miste Sandwich</i> |
|--|---------------------------|
| <i>1. Elemento portante</i> | Fondazione |
| <i>2. Elemento di scorrimento</i> | TNT |
| <i>3. Elemento di tenuta</i> | Sandwich |
| <i>4. Elemento di scorrimento</i> | TNT |
| <i>5. Elemento di protezione</i> | Massetto |

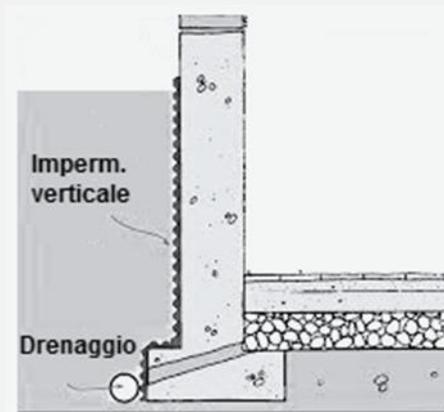


previsto uno strato di cls o di qualsiasi elemento separatore per evitare l'eventuale contatto dell'acqua con la bentonite contenuta nel sandwich;

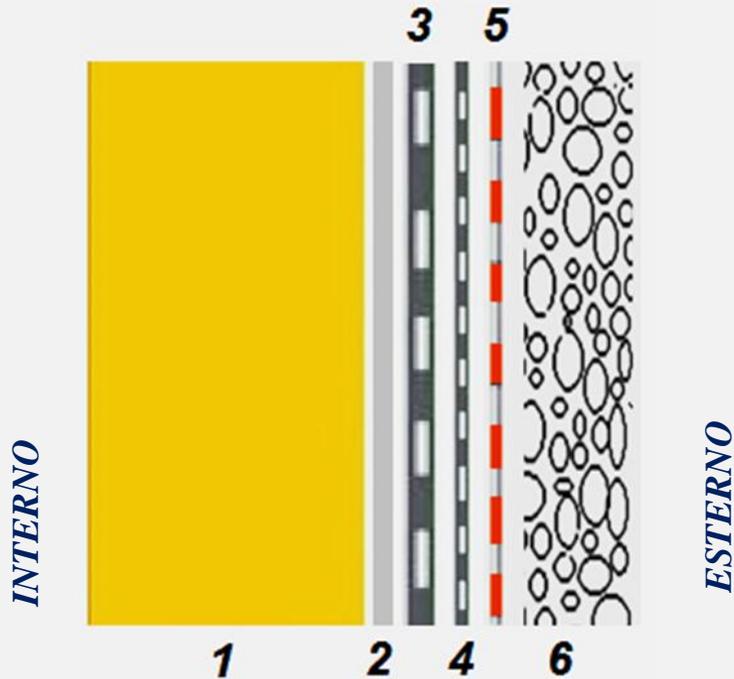
➤ *Stratigrafia fondazioni verticali : membrane miste geomembrane*



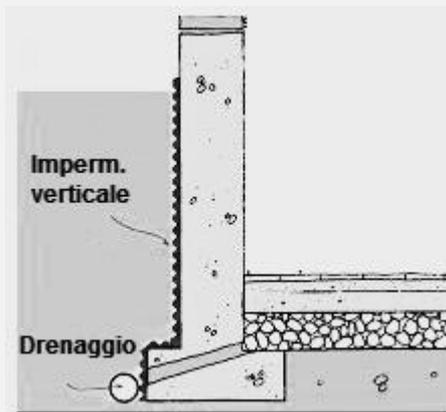
| <i>Stratigrafia (dall'interno all'esterno)</i> | <i>Miste Geomembrane</i> |
|--|------------------------------|
| <i>1. Elemento portante</i> | Fondazione |
| <i>2. Piano di posa</i> | Boiacca |
| <i>3. Elemento di tenuta</i> | Geomembrana |
| <i>4. Elemento filtrante</i> | *** |
| <i>5. Strato drenante</i> | *** |



➤ Stratigrafia fondazioni verticali : membrane in situ



| <i>Stratigrafia (dall'interno all'esterno)</i> | <i>In situ</i> |
|--|-------------------------|
| <i>1. Elemento portante</i> | Fondazione |
| <i>2. Strato di imprimitura</i> | Primer |
| <i>3. Elemento di tenuta</i> | Membrana liquida |
| <i>4. Elemento di scorrimento</i> | TNT |
| <i>5. Elemento filtrante</i> | TNT |
| <i>6. Strato drenante</i> | Pietrisco |



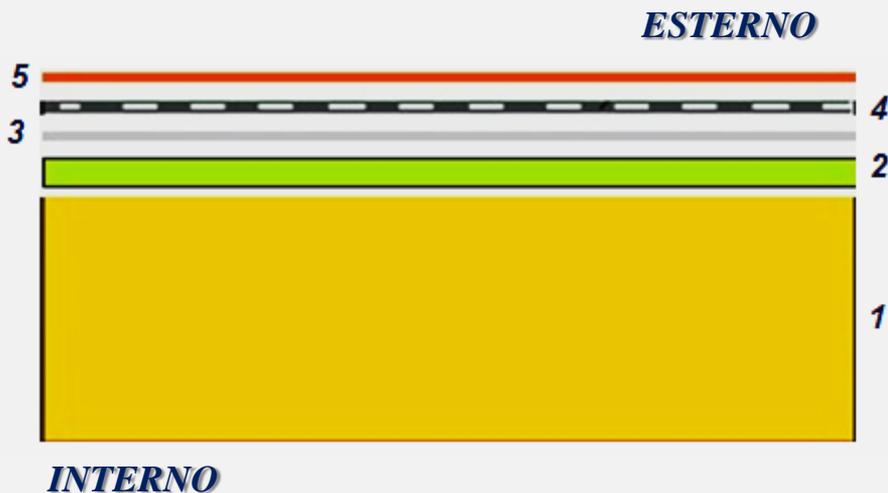
➤ Esempio di stratigrafie

Caso B: Impermeabilizzazione di una copertura piana , detto anche «tetto piano freddo» con l'utilizzo delle seguenti membrane impermeabili

Membrane impermeabilizzanti

| | | |
|----------------------|----------------------|-------------|
| Prefabbricate | Prefabbricate | In |
| bituminose | polimeriche | situ |

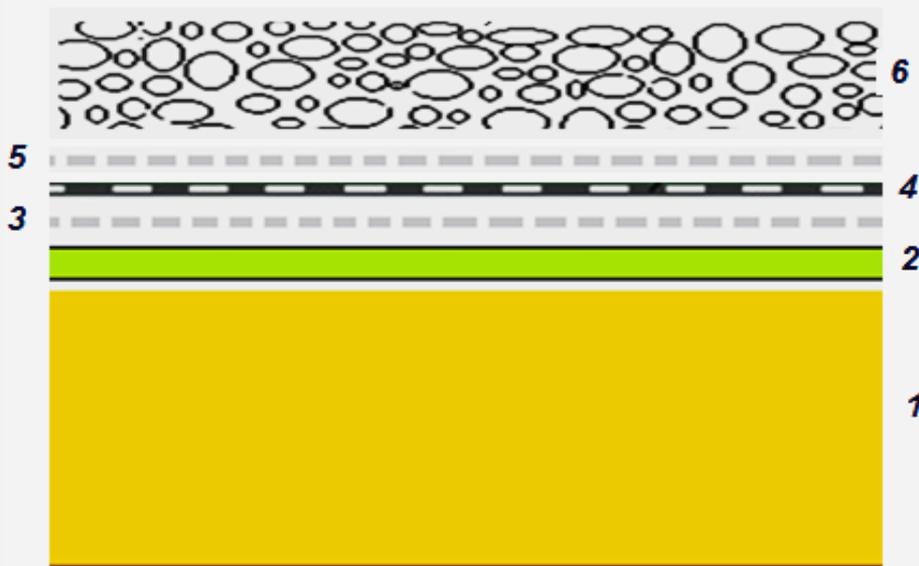
➤ *Stratigrafia tetto freddo: membrane prefabbricate bituminose*



| <i>Stratigrafia (dall'interno all'esterno)</i> | <i>Prefabbricate bituminose</i> |
|--|-------------------------------------|
| 1. Elemento portante | Solaio |
| 2. Piano di posa | Massetto pendenze |
| 3. Strato di imprimitura | Primer |
| 4. Elemento di tenuta | Membrana bituminosa |
| 5. Strato di protezione | Vernice protettiva |

➤ **Stratigrafia tetto freddo: membrane prefabbricate polimeriche**

ESTERNO



INTERNO

| <i>Stratigrafia (dall'interno all'esterno)</i> | <i>Prefabbricate polimeriche</i> |
|--|----------------------------------|
| 1. Elemento portante | Solaio |
| 2. Piano di posa | Massetto pendenze |
| 3. Elemento di scorrimento | TNT |
| 4. Elemento di tenuta | Membrana polimerica |
| 5. Elemento di scorrimento | TNT |
| 6. Strato di protezione | Zavorra |

➤ ***Stratigrafia tetto freddo: membrane in situ***



| <i>Stratigrafia (dall'interno all'esterno)</i> | <i>In situ</i> |
|---|---------------------------|
| 1. <i>Elemento portante</i> | Solaio |
| 2. <i>Piano di posa</i> | Massetto pendenze |
| 3. <i>Strato di imprimitura</i> | Primer |
| 4. <i>Elemento di tenuta</i> | Membrana liquida |
| 5. <i>Strato di protezione (facoltativo)</i> | Vernice protettiva |



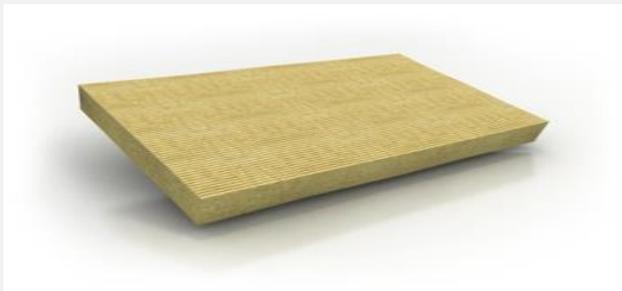
*Stratigrafie
 Impermeabilizzazioni
 e
 termoisolamento*

➤ Stratigrafia dei sistemi termoisolanti: per fondazioni e coperture

Poliuretano



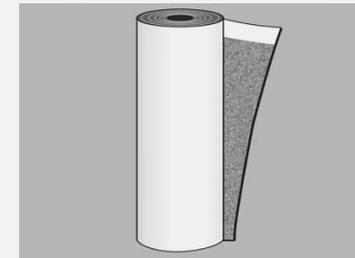
Lana vetro



Polistirene sinterizzato



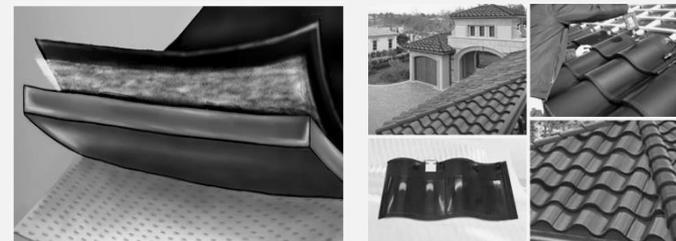
membrane prefabbricate



membrane in situ



membrane miste



➤ Esempio di stratigrafie

Caso A: Impermeabilizzazione e isolamento termico di una fondazione verticale

Membrane impermeabilizzanti

Prefabbricate
bituminose

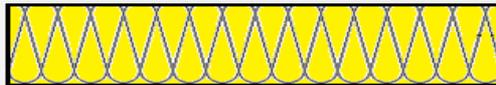
Prefabbricate
polimeriche

Miste
Sandwich

Miste
Geomembrane

In situ

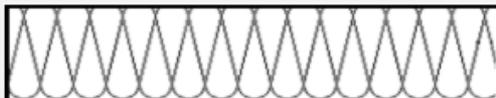
Termoisolanti



Poliuretano, PUR

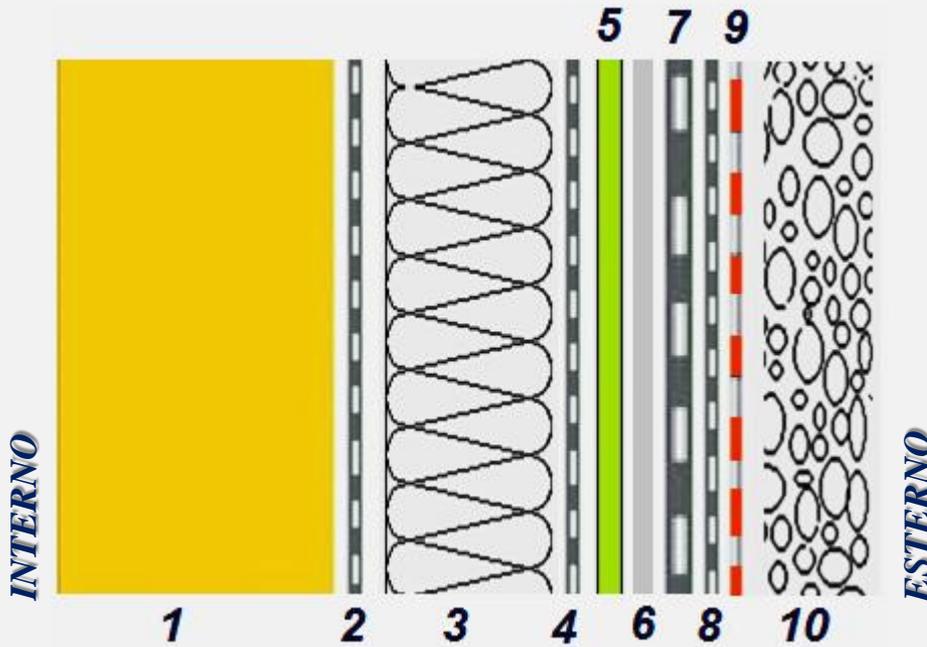


Lana vetro, LV



Polistirene sinterizzato, EPS

➤ Stratigrafia fondazioni verticali calde : membrane prefabbricate bituminose



bituminose

| <i>Stratigrafia (dall'interno all'esterno)</i> | <i>Prefabbricata bituminosa</i> |
|--|---------------------------------|
| 1. Elemento portante | Fondazione |
| 2. Elemento di separazione | TNT |
| 3. Elemento termoisolante | PUR-EPS-LV |
| 4. Elemento di separazione | TNT |
| 5. Piano di posa | Massetto |
| 6. Strato di imprimitura | Primer |
| 7. Elemento di tenuta | Bituminosa |
| 8. Elemento di scorrimento | TNT |
| 9. Elemento filtrante | TNT |
| 10. Strato drenante | Pietrisco |



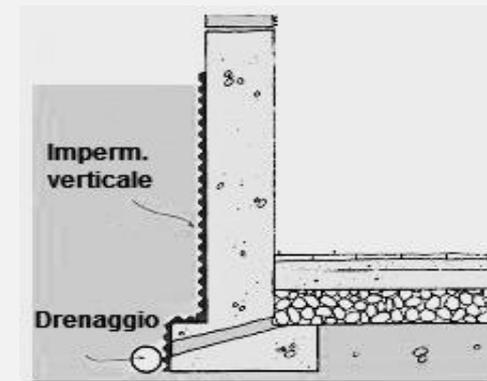
Poliuretano, PUR



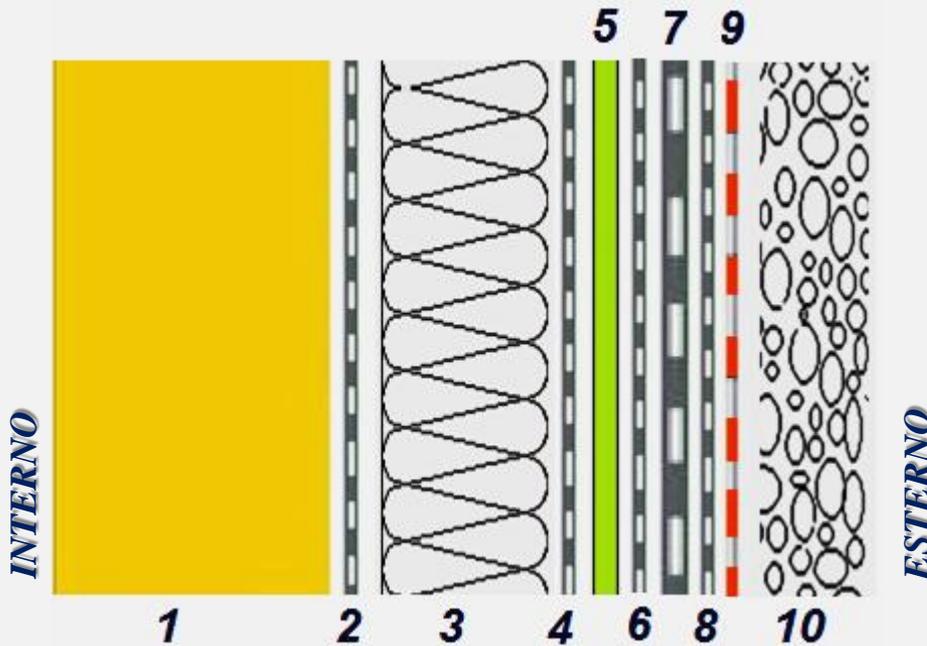
Lana vetro, LV



Polistirene sinterizzato, EPS



➤ Stratigrafia fondazioni verticali calde : membrane prefabbricate polimeriche



Poliuretano, PUR

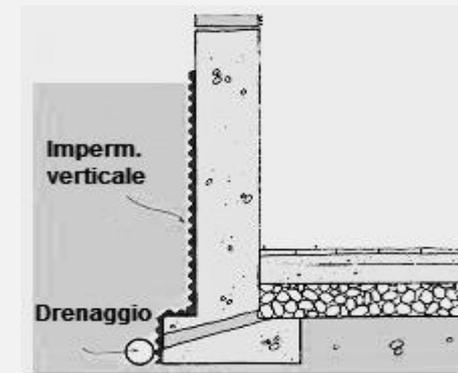


Lana vetro, LV

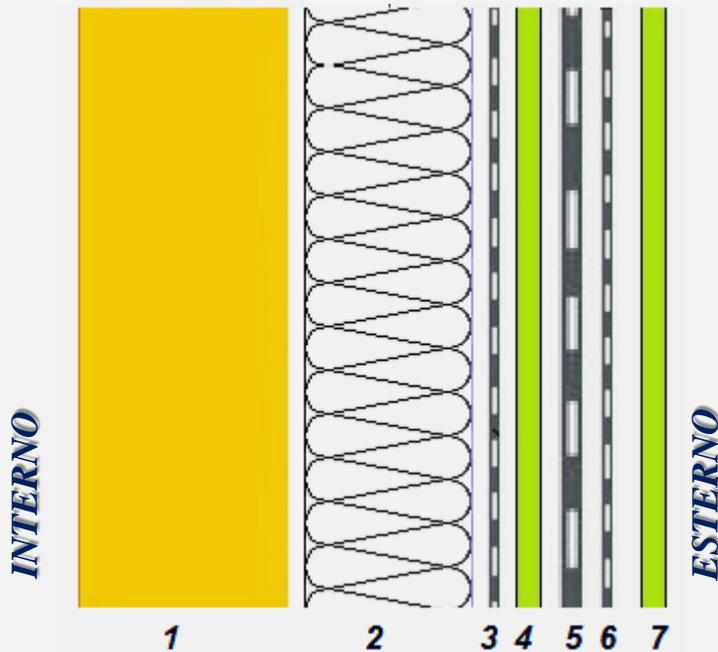


Polistirene sinterizzato, EPS

| <i>Stratigrafia (dall'interno all'esterno)</i> | <i>Prefabbricata polimerica</i> |
|--|-------------------------------------|
| <i>1. Elemento portante</i> | Fondazione |
| <i>2. Elemento di separazione</i> | TNT |
| <i>3. Elemento termoisolante</i> | PUR-EPS-LV |
| <i>4. Elemento di separazione</i> | TNT |
| <i>5. Piano di posa</i> | Massetto |
| <i>6. Elemento di scorrimento</i> | TNT |
| <i>7. Elemento di tenuta</i> | Polimerica |
| <i>8. Elemento di scorrimento</i> | TNT |
| <i>9. Elemento filtrante</i> | TNT |
| <i>10. Strato drenante</i> | Pietrisco |



➤ Stratigrafia fondazioni verticali calde: membrane miste sandwich



| <i>Stratigrafia (dall'interno all'esterno)</i> | <i>Miste Sandwich</i> |
|--|---------------------------|
| <i>1. Elemento portante</i> | Fondazione |
| <i>2. Elemento termoisolante</i> | PUR- EPS- LV |
| <i>3. Elemento di separazione</i> | TNT |
| <i>4. Piano di posa</i> | I massetto |
| <i>5. Elemento di tenuta</i> | Sandwich |
| <i>6. Elemento di scorrimento</i> | TNT |
| <i>7. Elemento di protezione</i> | II massetto* |

* previsto uno strato di cls o di qualsiasi elemento separatore per evitare l'eventuale contatto dell'acqua con la bentonite contenuta nel sandwich;



Poliuretano, PUR

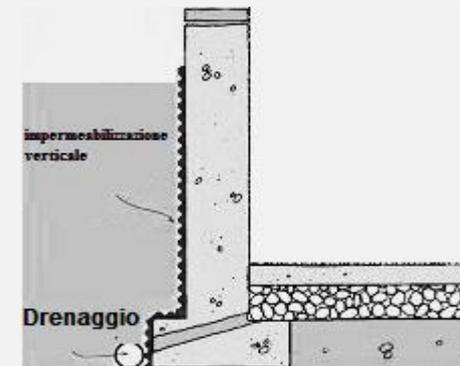


Lana vetro, LV

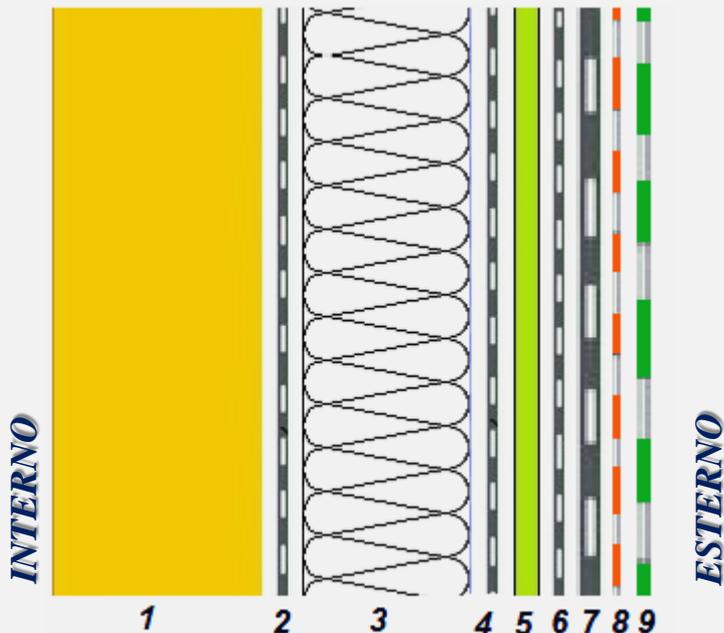


Polistirene sinterizzato, EPS

Per tutti tre casi : il termoisolante può essere applicato solo sotto un secondo massetto o all'interno degli ambienti da isolare



➤ Stratigrafia fondazioni verticali calde : geomembrane



| <i>Stratigrafia</i> | <i>Mista geomembrana</i> |
|-----------------------------------|--------------------------|
| 1. Elemento portante | Fondazione |
| 2. Elemento di scorrimento | TNT |
| 3. Elemento termoisolante | PUR- EPS- LV |
| 4. Elemento di scorrimento | TNT |
| 5. Piano di posa | Massetto |
| 6. Elemento di scorrimento | TNT |
| 7. Elemento di tenuta | Geomembrana |
| 8. Elemento filtrante | ***** |
| 9. Strato drenante | ***** |



Poliuretano, PUR

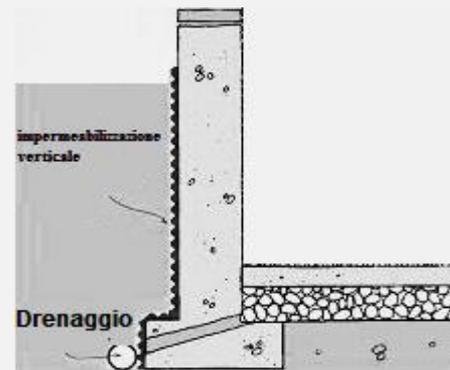


Lana vetro, LV

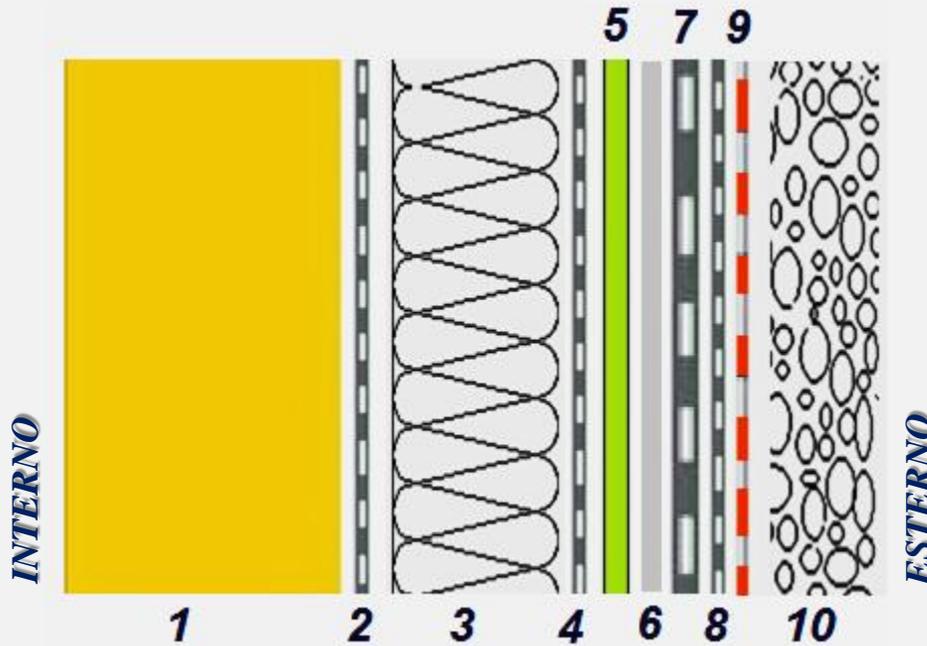


Polistirene sinterizzato, EPS

Per tutti i casi :il termoisolante può essere applicato solo sotto la boiaccia di livellamento o all'interno degli ambienti da isolare termicamente



➤ Stratigrafia fondazioni verticali calde : membrane in situ



| <i>Stratigrafia (dall'interno all'esterno)</i> | <i>In situ</i> |
|--|-------------------|
| <i>1. Elemento portante</i> | Fondazione |
| <i>2. Elemento di separazione</i> | TNT |
| <i>3. Elemento termoisolante</i> | PUR-EPS-LV |
| <i>4. Elemento di separazione</i> | TNT |
| <i>5. Piano di posa</i> | Massetto |
| <i>6. Strato di imprimitura</i> | **** |
| <i>7. Elemento di tenuta</i> | Liquida |
| <i>8. Elemento di scorrimento</i> | TNT |
| <i>9. Elemento filtrante</i> | TNT |
| <i>10. Strato drenante</i> | Pietrisco |



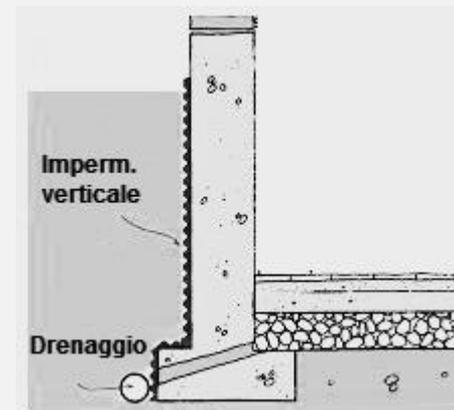
Poliuretano, PUR



Lana vetro, LV



Polistirene sinterizzato, EPS



➤ Esempio di stratigrafie

Caso B : Impermeabilizzazione e isolamento termico di una copertura piana

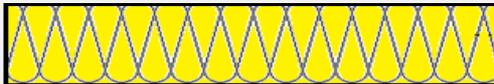
Membrane impermeabilizzanti

**Prefabbricate
bituminose**

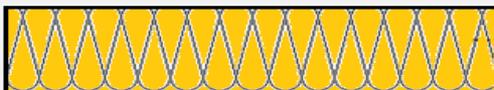
**Prefabbricate
polimeriche**

In situ

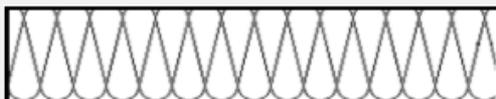
Termoisolanti



Poliuretano, PUR

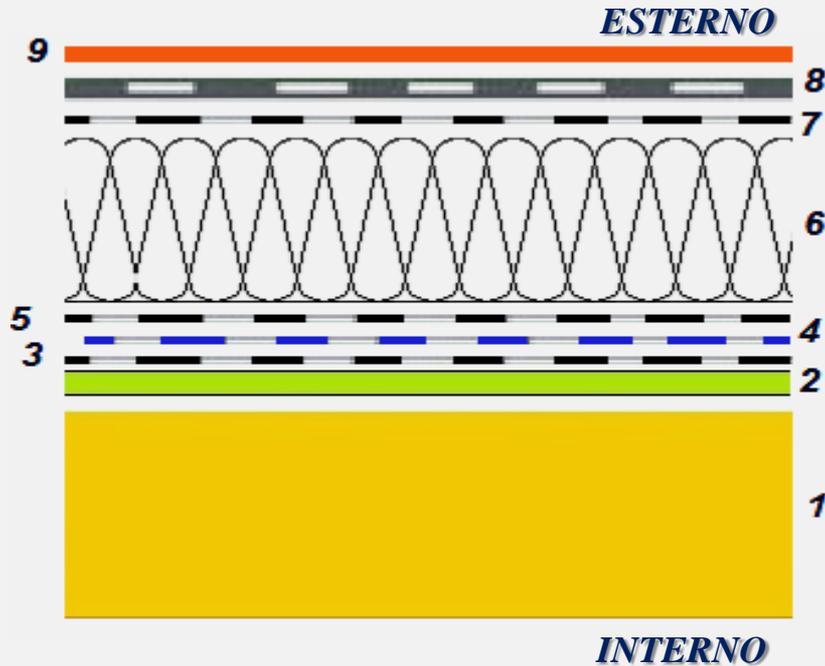


Lana vetro, LV



Polistirene sinterizzato, EPS

➤ *Stratigrafia tetto caldo : termoisolante sul massetto con membrana bituminosa sul termoisolante*



| <i>Stratigrafia (dall'interno all'esterno)</i> | <i>Prefabbricate bituminose</i> |
|--|---------------------------------|
| <i>1. Elemento portante</i> | Solaio |
| <i>2. Piano di posa</i> | Massetto pendenze |
| <i>3. Strato di imprimitura</i> | Primer |
| <i>4. Barriera al vapore</i> | |
| <i>5. Elemento di collegamento</i> | Bitume ox |
| <i>6. Elemento termoisolante</i> | PUR - LV |
| <i>7. Elemento di collegamento</i> | Bitume ox |
| <i>8. Elemento di tenuta</i> | Membrana bituminosa |
| <i>9. Strato di protezione</i> | Vernice protettiva |



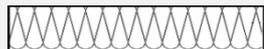
Poliuretano, PUR

Può essere applicato: sotto massetto o sopra massetto, sotto l'elemento di tenuta perché compatibile con il bitume



Lana vetro, LV

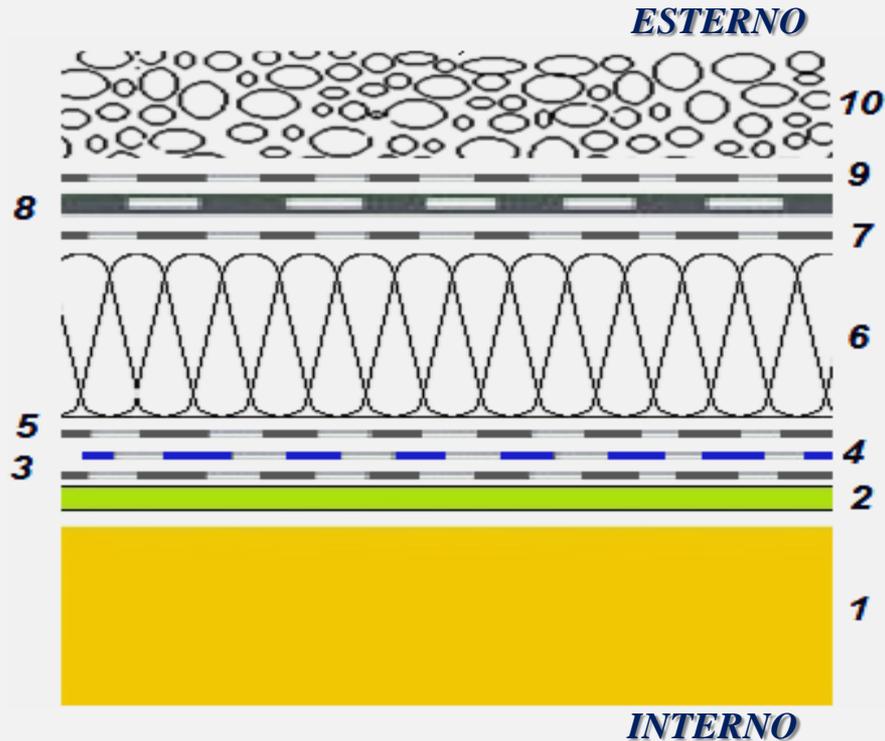
Può essere applicato: sotto massetto o sopra massetto, sotto l'elemento di tenuta perché prodotto in maniera compatibile con il bitume



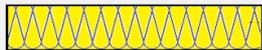
Polistirene sinterizzato, EPS

Può essere applicato: solo sotto massetto

➤ **Stratigrafia tetto caldo : termoisolante sul massetto con membrana polimerica sul termoisolante**



| <i>Stratigrafia (dall'interno all'esterno)</i> | <i>Prefabbricate polimeriche</i> |
|--|----------------------------------|
| <i>1. Elemento portante</i> | Solaio |
| <i>2. Piano di posa</i> | Massetto pendenze |
| <i>3. Elemento di scorrimento</i> | TNT |
| <i>4. Barriera al vapore</i> | TNT |
| <i>5. Elemento di scorrimento</i> | TNT |
| <i>6. Elemento termoisolante</i> | PUR-EPS-LV |
| <i>7. Elemento di scorrimento</i> | TNT |
| <i>8. Elemento di tenuta</i> | Membrana polimerica |
| <i>9. Elemento di scorrimento</i> | TNT |
| <i>10. Strato di protezione</i> | Zavorra |



Poliuretano, PUR



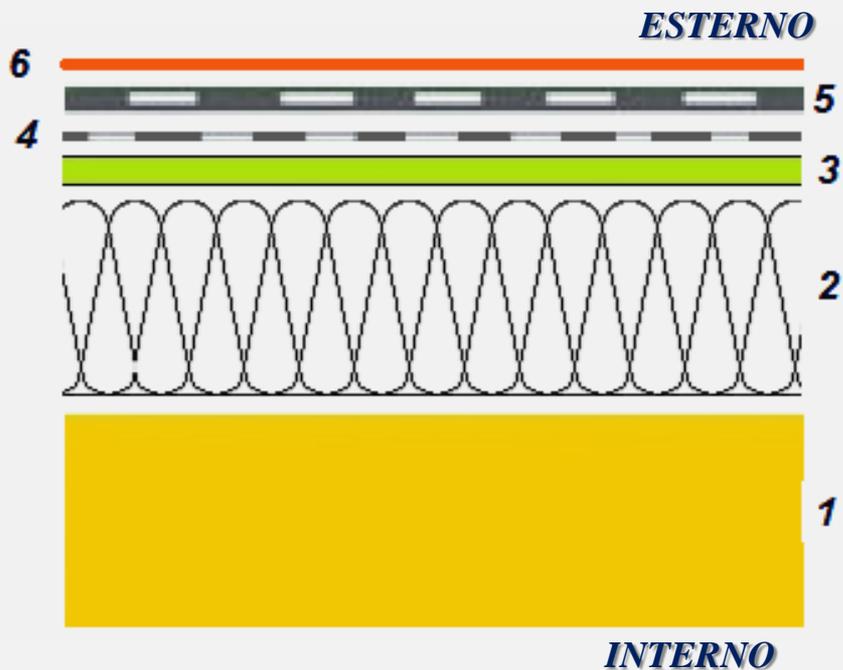
Lana vetro, LV



Polistirene sinterizzato, EPS

Per tutti i casi :il termoisolante può essere applicato sotto l'elemento di tenuta

➤ *Stratigrafia tetto caldo : membrana in situ e termoisolante*



| <i>Stratigrafia (dall'interno all'esterno)</i> | <i>In situ</i> |
|--|---------------------------|
| 1. Elemento portante | Solaio |
| 2. Elemento termoisolante | PUR-LV-EPS |
| 3. Piano di posa | Massetto pendenze |
| 4. Strato di imprimitura | Primer |
| 5. Elemento di tenuta | Membrana liquida |
| 6. Strato di protezione (facoltativo) | Vernice protettiva |



Poliuretano, PUR



Lana vetro, LV



Polistirene sinterizzato, EPS

Per tutti i casi :il termoisolante può essere applicato solo sotto il massetto

SESSIONE SPECIALE
Ciclo di seminari 2014 – 2015
***“Materiali e/o sistemi termoisolanti utilizzati
nell’involucro opaco edile”***

Incontro con gli Autori
***«Materiali impermeabilizzanti e termoisolanti
per l’involucro edilizio: un binomio»***
3 Giugno 2015

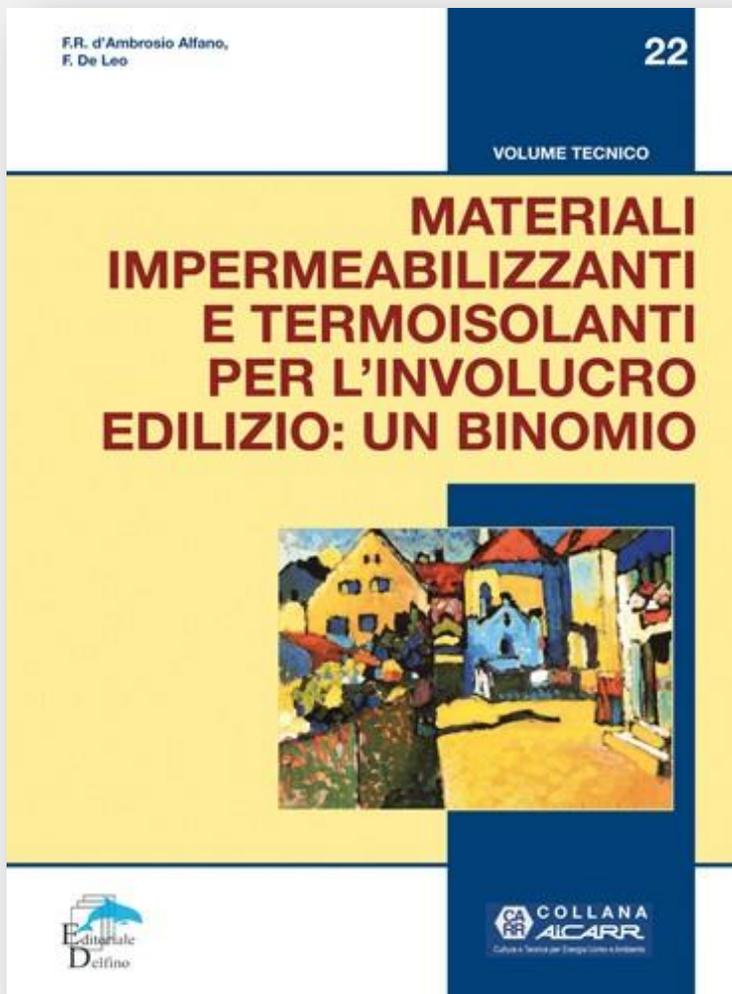
Attività promossa e coordinata dalla Commissione Energia
BASILICA S.GIOVANNI MAGGIORE
VIA RAMPE S.GIOVANNI MAGGIORE 14 - NAPOLI



➤ **LINKS INTERNET**



- editorialedelfino.it/index.php/materiali-impermeabilizzanti-e...
- www.aicarr.org/Pages/Editoria/Pubblicazioni/Collana22.aspx



Sommario:

CAPITOLO 1 - Gli impermeabilizzanti per l'edilizia

CAPITOLO 2 - Le membrane prefabbricate

CAPITOLO 3 - Le membrane miste

CAPITOLO 4 - Le membrane in situ

CAPITOLO 5 - Le tecnologie di impermeabilizzazione

CAPITOLO 6 - Gli isolanti termici

CAPITOLO 7 - Gli isolanti organici sintetici

CAPITOLO 8 - Gli isolanti organici naturali

CAPITOLO 9 - Gli isolanti inorganici sintetici

CAPITOLO 10 - Gli isolanti inorganici naturali

CAPITOLO 11 - Gli isolanti speciali e quelli innovativi

CAPITOLO 12 - L'isolamento termico e l'impermeabilizzazione dell'involucro edilizio

Appendice A - La marcatura CE e la dichiarazione di prestazione dei prodotti da costruzione

Appendice B - Nomenclatura per gli impermeabilizzanti e per gli isolanti termici

Appendice C - Nomenclatura per i componenti edilizi

Appendice D - Il sistema a cappotto

Appendice E - La facciata ventilata

Appendice F - La biosostenibilità

Appendice G - La reazione al fuoco dei materiali

Appendice H - Metodi di misura e di stima di alcune proprietà termiche e igrometriche

Glossario

➤ *Parti I e II*

Nella Parte I dedicata ai materiali impermeabilizzanti e nella Parte II dedicata ai materiali termoisolanti sono riportate:

- le classificazioni;
- le informazioni sulla marcatura CE;
- gli aspetti generali di biosostenibilità

Per ciascun materiale sono illustrati:

- il processo produttivo;
- le caratteristiche tecniche;
- i prodotti;
- gli indici di sostenibilità energetica ed ecologica.

La metodologia di illustrazione adottata è identica per tutti i materiali.

Classificazione

Individuazione e creazione di una classificazione di tutta la gamma proposta dal mercato, per categoria e sottocategoria.

Membrane impermeabilizzanti

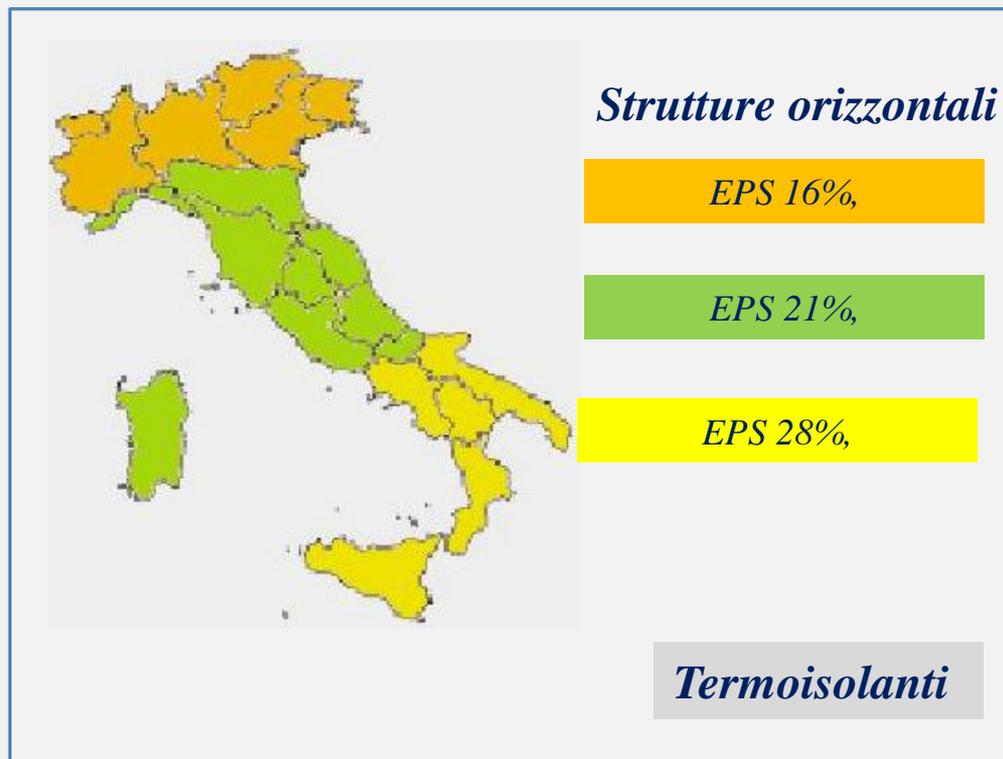
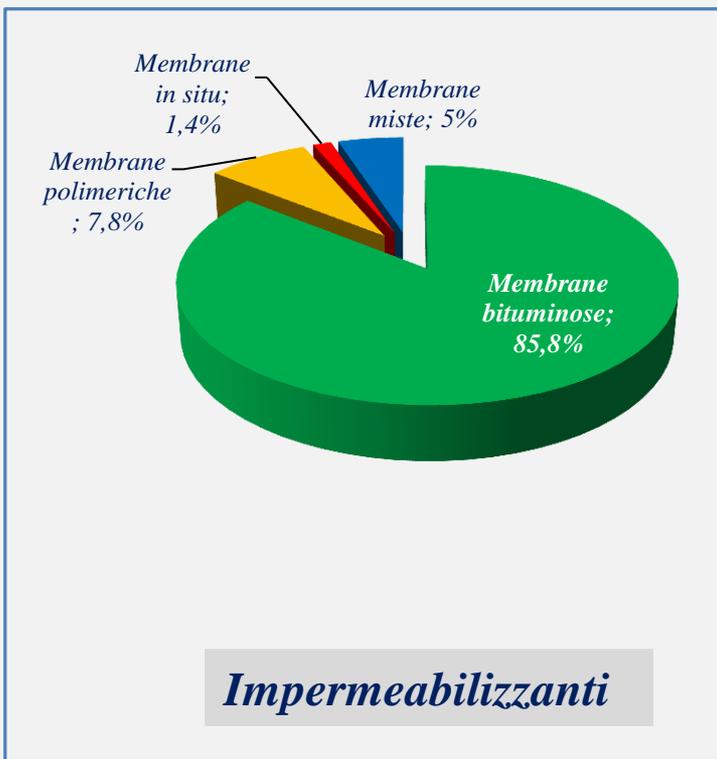
| | | | | |
|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------|--------------------------|----------------|
| <i>Prefabbricate bituminose</i> | <i>Prefabbricate polimeriche</i> | <i>Miste Sandwich</i> | <i>Miste Geomembrane</i> | <i>In situ</i> |
|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------|--------------------------|----------------|

Materiali termoisolanti

| | | | |
|---------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|
| <i>Organici sintetici</i> | <i>Inorganici sintetici</i> | <i>Organici naturali</i> | <i>Inorganici naturali</i> |
|---------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|

Mercato

Indicazione dei consumi aggiornati per categoria



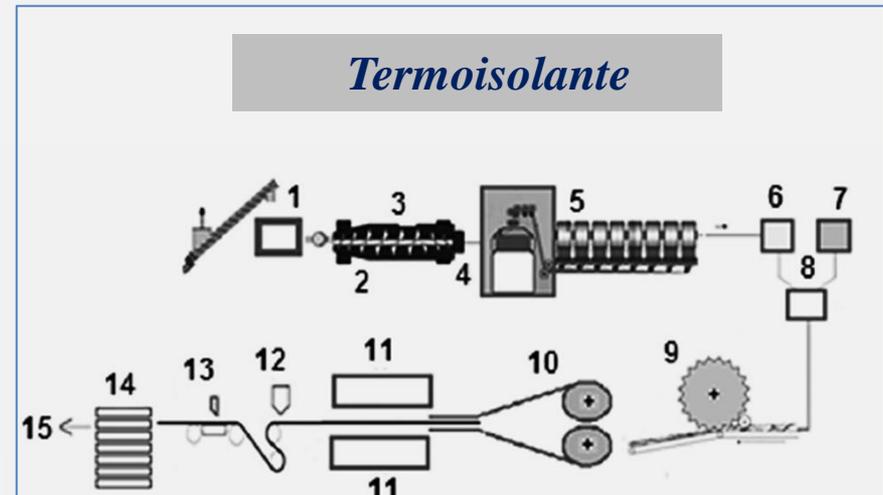
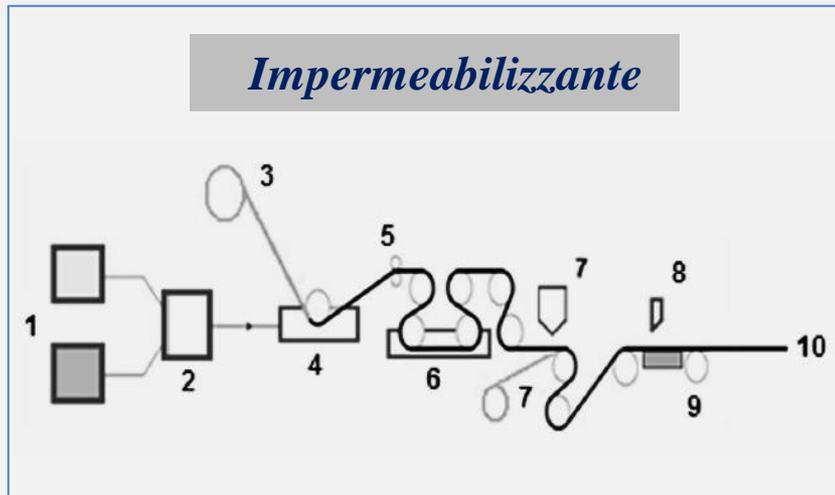
Materie prime

Indicazione delle materie utilizzate per la formulazione dei prodotti.

La loro conoscenza consente di valutare le compatibilità.

Processi produttivi

Rappresentazione grafica e descrittiva della tecnologia produttiva per ogni categoria di prodotto.



Tecnologie applicative e compatibilità

Descrizione e rappresentazione grafica della tecnologia applicativa per ogni prodotto classificato e indicazione delle compatibilità.

Principali caratteristiche tecniche

Tabelle dati tecnici omogenei fra loro e standardizzati.

Principali caratteristiche dei materiali impermeabilizzanti

| <i>Caratteristica</i> |
|--|
| <i>Allungamento percentuale L e T</i> |
| <i>Flessibilità a freddo</i> |
| <i>Fattore di resistenza igroscopica</i> |
| <i>Resistenza a trazione L e T</i> |
| <i>Scorrimento a caldo</i> |
| <i>Reazione al fuoco (Euroclasse)</i> |

Principali caratteristiche dei materiali termoisolanti

| <i>Caratteristica</i> |
|--|
| <i>Calore specifico</i> |
| <i>Conduttività termica</i> |
| <i>Fattore di resistenza igroscopica</i> |
| <i>Massa volumica</i> |
| <i>Reazione al fuoco (Euroclasse)</i> |
| <i>Capacità termica volumica</i> |

Norme di riferimento di prodotto

Illustrazione delle Norme armonizzate CEN

| <i>Prodotto</i> | <i>Norma</i> |
|----------------------------------|---------------------|
| <i>Polistirene espanso (EPS)</i> | <i>UNI EN 13163</i> |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Marcatura CE

Procedura per l'applicazione della marcatura CE
per ogni categoria e sottocategoria di prodotto.



Riciclo a fine vita

Descrizione per ogni categoria e sottocategoria
dello smaltimento degli scarti di:

Post produzione

Post consumo

Fine vita (demolizioni)

Indicatori energetici ed ecologici

Valori medi reperiti da banche dati specializzate dei materiali impermeabilizzanti e termoisolanti illustrati.

Indicatore energetico, PEI nr

Indicatore ecologico, CO₂

➤ *Parte III*

La terza parte contiene l'illustrazione delle stratigrafie delle impermeabilizzazioni e degli isolanti termici più comuni utilizzate nell'involucro edilizio opaco, rispettando il principio di compatibilità.

Analisi delle superfici dell'involucro edilizio da impermeabilizzare

- Fondazioni orizzontali e verticali
- Coperture piane e inclinate

per ciascuna delle quali è prevista una tecnologia applicativa diversa.

Analisi delle superfici dell'involucro edilizio da impermeabilizzare

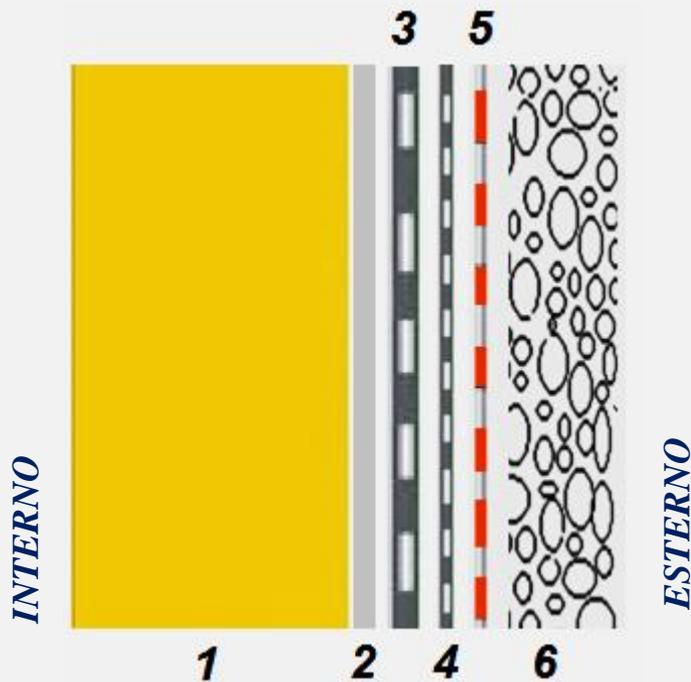
Rappresentazione grafica e tabulare, con tutte le possibili combinazioni degli impermeabilizzanti per categorie e sottocategorie.

Categorie

| | | | | |
|----------------------|----------------------|-----------------|--------------------|-------------|
| <i>Prefabbricate</i> | <i>Prefabbricate</i> | <i>Miste</i> | <i>Miste</i> | <i>In</i> |
| <i>bituminose</i> | <i>polimeriche</i> | <i>Sandwich</i> | <i>Geomembrane</i> | <i>situ</i> |

Analisi delle superfici dell'involucro edilizio da isolare termicamente

Esempio



| <i>Stratigrafia (dall'interno all'esterno)</i> | <i>Prefabbricate bituminose</i> |
|--|-------------------------------------|
| <i>1. Elemento portante</i> | Fondazione |
| <i>2. Strato di imprimitura</i> | Primer |
| <i>3. Elemento di tenuta</i> | Bituminosa |
| <i>4. Elemento di scorrimento</i> | TNT |
| <i>5. Elemento filtrante</i> | TNT |
| <i>6. Strato drenante</i> | Pietrisco |

Analisi delle superfici dell'involucro edilizio da isolare termicamente

Per ciascuna delle superfici è prevista una tecnologia differente, più complessa quando sono richiesti contemporaneamente l'isolamento e l'impermeabilizzazione.

Analisi delle superfici dell'involucro edilizio da isolare termicamente

Rappresentazione grafica e tabulare, con tutte le possibili combinazioni degli impermeabilizzanti e isolanti termici per categorie.

Impermeabilizzanti

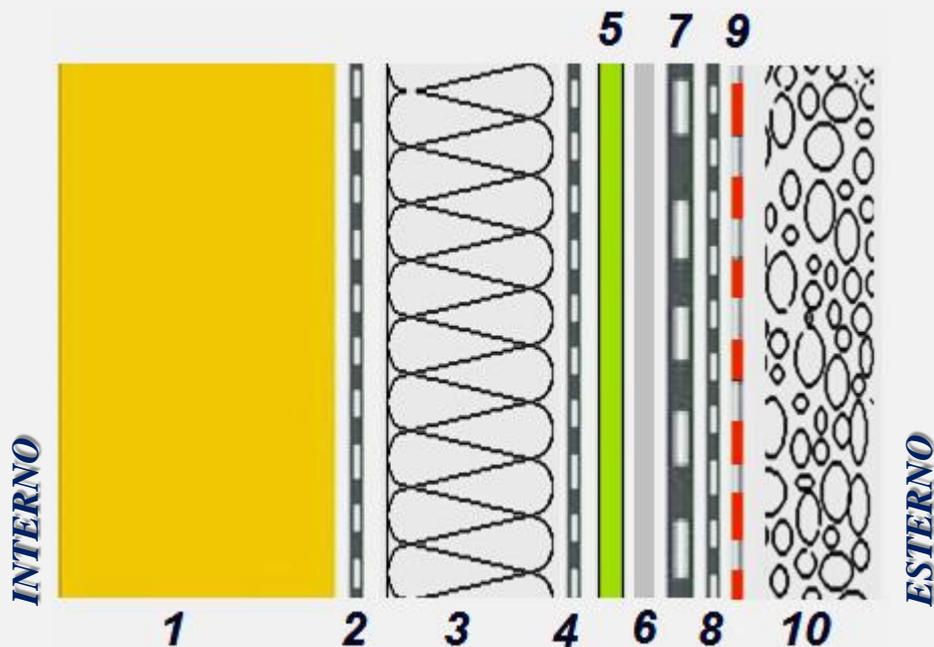
| | | | | |
|----------------------|----------------------|-----------------|--------------------|----------------|
| <i>Prefabbricate</i> | <i>Prefabbricate</i> | <i>Miste</i> | <i>Miste</i> | <i>In situ</i> |
| <i>bituminose</i> | <i>polimeriche</i> | <i>Sandwich</i> | <i>Geomembrane</i> | |

Termoisolanti

| | | | |
|------------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| <i>Organici</i> | <i>Inorganici</i> | <i>Organici</i> | <i>Inorganici</i> |
| <i>sintetici</i> | <i>sintetici</i> | <i>naturali</i> | <i>naturali</i> |

Analisi delle superfici dell'involucro edilizio da isolare termicamente

Esempio



| <i>Stratigrafia (dall'interno all'esterno)</i> | <i>Prefabbricata bituminosa</i> |
|--|-------------------------------------|
| 1. Elemento portante | Fondazione |
| 2. Elemento di separazione | TNT |
| 3. Elemento termoisolante | PUR-EPS-LV |
| 4. Elemento di separazione | TNT |
| 5. Piano di posa | Massetto |
| 6. Strato di imprimitura | Primer |
| 7. Elemento di tenuta | Bituminosa |
| 8. Elemento di scorrimento | TNT |
| 9. Elemento filtrante | TNT |
| 10. Strato drenante | Pietrisco |

Appendici e glossario

Le appendici contengono chiarimenti o approfondimenti su alcuni aspetti presentati nel testo, dal sistema a cappotto e dalla facciata ventilata alla stima dei valori di conduttività termica e alla questione della marcatura CE degli isolanti termici. Un glossario permette di approfondire il significato di alcuni termini.

Dati contenuti nel testo

Impermeabilizzanti 30

Termoisolanti 36

Processi produttivi 45

Indicatori ecologici e energetici 100

Stratigrafie 123

Glossario e nomenclatura 100

CAPITOLO 12 - L'isolamento termico e l'impermeabilizzazione dell'involucro edilizio

12.2 - Le fondazioni orizzontali

Tabella 12.2 - Stratigrafia delle fondazioni orizzontali.

| Stratigrafia | Membrana | | | |
|-----------------------------|--|--|--|--|
| | Prefabbricata bituminosa | Prefabbricata polimerica | Mista sandwich | In situ |
| Elemento portante | g.1 | g.1 | g.1 | g.1 |
| Strato di imprimitura | b | - | - | b* |
| Elemento di scorrimento | - | h.2 | h.2 | - |
| Strato di regolarizzazione | c.1 | - | c.2 | - |
| Elemento di tenuta** | q.1 - 3 ÷ 5 | q.7 - 8 - 10 - 13 - 20 | q.21 - 22 | q.25÷31 |
| Elemento di scorrimento | - | h.2 | h.2 | - |
| Strato di protezione | r.6 | r.6 | r.6 | r.6 |
| Elemento termoisolante***** | f.1 - 3 - 4 - 5*** - 9 - 11÷20 - 22÷28 - 32÷35****- 36 | f.1 - 3 - 4 - 5*** - 9 - 11÷20 - 22÷28 - 32÷35****- 36 | f.1 - 3 - 4 - 5*** - 9 - 11÷20 - 22÷28 - 32÷35***-36 | f.1 - 3 - 4 - 5*** - 9 - 11÷20 22÷28 - 32÷35**** - 36 |
| Strato di irrigidimento | i | i | i | i |
| Elemento di scorrimento | h.1 ÷ 7 | h.1 ÷ 7 | h.1 ÷ 7 | h.1 ÷ 7 |
| Strato di calpestio | j.2 ÷ 5 | j.2 ÷ 5 | j.2 ÷ 5 | j.2 ÷ 5 |

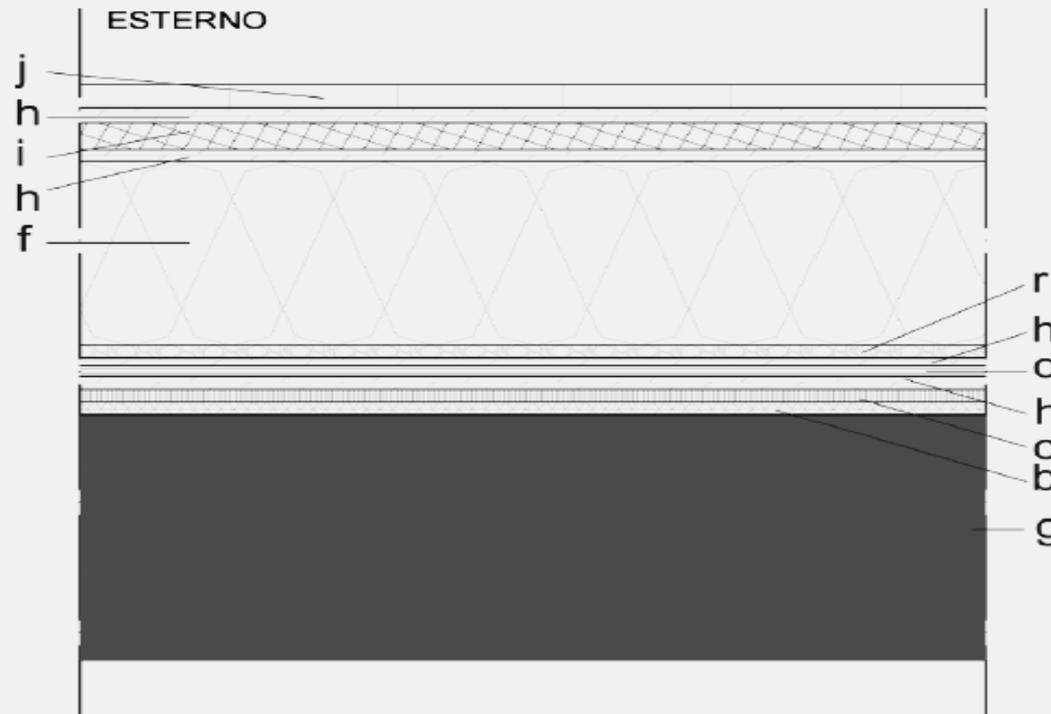


Fig. 12.1 - Stratigrafia delle fondazioni orizzontali.

b: Strato di imprimitura, c: Strato di sacrificio o di regolarizzazione, f: Elemento termoisolante, g : Elemento portante, h: Elemento di scorrimento, i: Strato di irrigidimento o di ripartizione dei carichi, j: Strato di calpestio, q: Elemento di tenuta, r: Strato di protezione.

AiCARR, nell'ottica di promuovere e diffondere la cultura del benessere, del risparmio energetico e della sostenibilità, ha fatto propri gli spunti dei due autori nella propria collana.

Gli Autori ringraziano