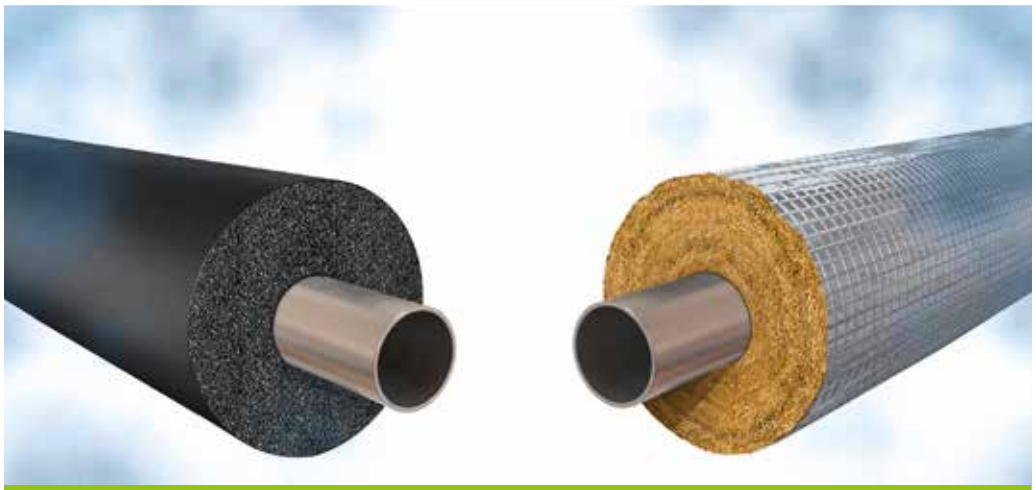
KNOW-HOW

Caratteristiche di qualità dei materiali isolanti tecnici:

È necessario prevenire la penetrazione dell'umidità



FEF MW

armacell®

MAKING A DIFFERENCE AROUND THE WORLD

I materiali isolanti elastomerici hanno una struttura a cellule chiuse e presentano una resistenza elevata alla trasmissione del vapore acqueo. La barriera al vapore non si limita a un foglio di alluminio facilmente danneggiabile, ma è creata dall'intero spessore dell'isolamento.

UN ISOLAMENTO BAGNATO NON ISOLA!

La funzionalità di un materiale isolante può essere notevolmente pregiudicata dall'umidità. Qualsiasi isolamento che sia impregnato d'acqua risulta inutile... come un cappotto di lana bagnato in inverno. L'assorbimento dell'umidità ha come conseguenza non solo una maggiore dispersione di energia, ma anche una maggiore probabilità di corrosione sotto l'isolamento (CUI) e il rischio di costi di manutenzione e riparazione elevati. Armacell ha esaminato vari materiali isolanti per verificare quanto siano protettivi verso l'ingresso dell'umidità non ammessa.

Come fanno i pinguini a resistere al clima gelido dell'Antartide? Come fanno gli orsi polari a sopravvivere a temperature inferiori a -50 °C nell'Oceano Artico? Entrambe queste specie sfruttano un principio fisico che si incontra spesso nel mondo animale: il loro piumaggio o la loro pelliccia, cioè, sono organizzati in modo tale che le piume o i peli intrappolino l'aria. Inoltre sono dotati di una grande quantità di sacche di aria tra loro indipendenti che forniscono una protezione ideale contro la dispersione termica. L'aria statica che rimane parzialmente intrappolata nella pelliccia dell'orso polare è la chiave delle sue proprietà termoisolanti. Gli esseri umani sfruttano anch'essi questo principio, non solo per quanto riguarda l'abbigliamento invernale (per esempio nei piumini moderni) ma anche per l'isolamento degli edifici.

L'aria statica blocca il flusso termico

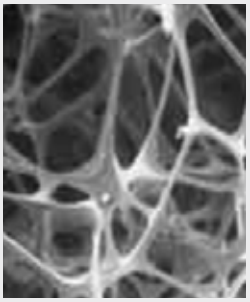
Normalmente non è il materiale isolante in sé a svolgere la funzione termoisolante, ma l'aria che resta intrappolata al suo interno. Nel caso dei pannelli con isolamento sottovuoto, invece, è l'intercapedine priva di aria a provvedere alla funzione termoisolante. Ci sono vari modi di classificare i molti materiali isolanti disponibili sul mercato. In base alla materia prima di cui sono composti possono essere suddivisi in due gruppi principali: prodotti organici e inorganici. Un'ulteriore distinzione viene effettuata tra materiali naturali e sintetici. A seconda della struttura è possibile differenziare tra isolanti in fibre, espansi e granulati.

STRUTTURA DI DIFFERENTI TIPI DI MATERIALI ISOLANTI

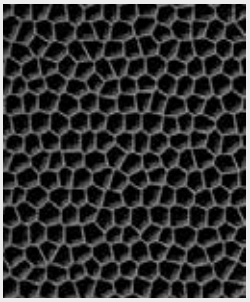
Materiali isolanti fibrosi sono costituiti da fibre di piccolo diametro organiche (lana, tessuto) o inorganiche (vetro, pietra), intrecciate o incollate tra loro. I prodotti più comuni in questo gruppo sono le fibre di vetro, le fibre minerali e il poliestere.

Fibre

Materiali isolanti espansi sono formati da piccole cellule individuali. Si distingue tra espansi a cellule aperte o chiuse, a seconda se le cavità sono collegate o le pareti delle cellule sono completamente separate tra loro. Ci sono prodotti flessibili ed espansi rigidi. I materiali isolanti espansi più noti sono prodotti a base di elastomeri, polietilene, PUR/PIR, polistirene, resine fenoliche e vetro cellulare.

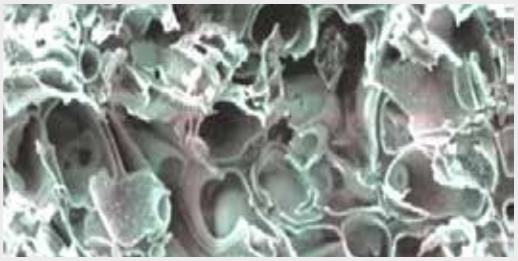


Espanso a cellule aperte



Espanso a cellule chiuse

Granulati sono disponibili sotto forma di materiali sfusi (piccoli granuli, pellet o nugget) o collegati a formare pannelli o sezioni isolanti. Esempi di tali materiali sono il silicato di calcio, la perlite, la vermiculite.



Granulato

I materiali isolanti passati in rassegna in questo articolo sono molto differenti tra loro in termini di caratteristiche fisiche e meccaniche. Hanno punti di forza e di debolezza e, a seconda dell'applicazione per la quale sono destinati, possono essere classificati come idonei, meno idonei o non idonei.

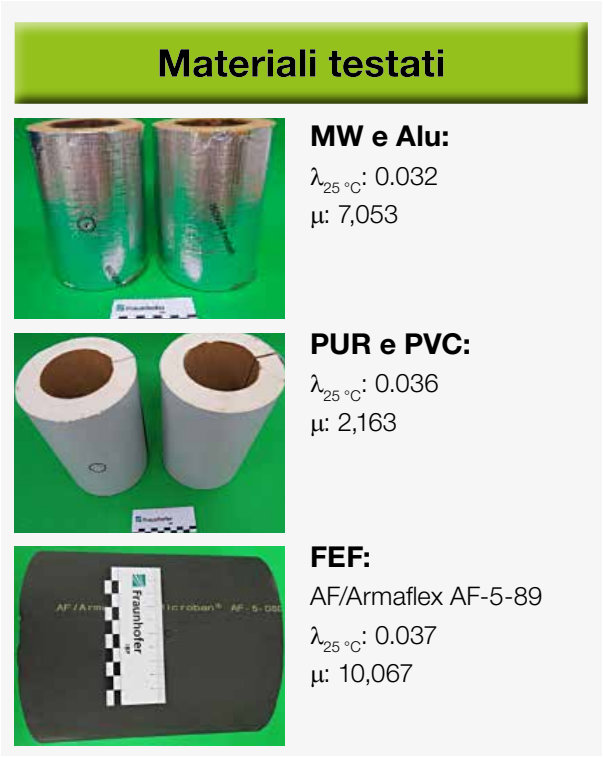


Figura 2

Protezione contro l'assorbimento dell'umidità

Per garantire che i materiali isolanti installati nelle applicazioni fredde mantengano la loro efficacia anche nel lungo periodo, è fondamentale che siano protetti contro la penetrazione dell'umidità. L'acqua ha una conducibilità termica maggiore rispetto ai materiali isolanti. Pertanto l'assorbimento dell'umidità ha sempre come conseguenza un aumento della conducibilità termica del materiale e una progressiva riduzione del suo potere isolante.

Se l'umidità penetra nel materiale isolante

- le dispersioni energetiche aumentano,
- può verificarsi corrosione sotto l'isolamento,
- possono svilupparsi muffe e
- possono insorgere costi di manutenzione e riparazione.

L'efficacia dell'isolamento diminuisce rapidamente e, a lungo termine, il materiale non assolverà più alla sua funzione. Di conseguenza quando si sceglie un materiale isolante il problema principale è verificare che sia protetto efficacemente contro l'assorbimento dell'umidità.

Materiali isolanti testati

Dopo aver descritto l'impatto dell'umidità sulla conducibilità termica, ora presenteremo un test pratico condotto dal Fraunhofer Institute per conto di Armacell.

Sono stati esaminati tre materiali isolanti:

- fibra minerale,
- PUR e
- un materiale elastomerico.

AF/Armaflex non necessita di alcuna barriera al vapore aggiuntiva. Il materiale a cellule chiuse ha una barriera al vapore "integrata" e la resistenza alla trasmissione del vapore acqueo è ottenuta, per le singole cellule, con lo spessore dell'isolamento. Le fibre minerali e i prodotti PUR a cellule aperte, viceversa, sono provvisti di un foglio in alluminio o PVC che funge da barriera al vapore. In condizioni normali è difficile applicare questo foglio in modo da bloccare adeguatamente il flusso di vapore acqueo diretto verso il materiale isolante. Tra l'altro, se il foglio si danneggia durante l'installazione o il funzionamento, c'è il rischio di compromettere la funzionalità della delicata barriera al vapore. Anche se l'intervento viene realizzato con grande cura,utilizzando barriere al vapore convenzionali è quasi impossibile ottenere un'adeguata tenuta al vapore acqueo, specialmente in corrispondenza dei punti di fissaggio e su oggetti complessi, gomiti, elementi a T, valvole, raccordi ecc.

Condizioni del test nella camera climatica

Per simulare un danno al sistema di isolamento, che nella pratica costituisce più la regola che l'eccezione, nella seconda fase del test sono stati praticati due piccoli fori (Ø 5 mm) sui lati opposti arrivando a 5 mm di profondità nella superficie della tubazione o della coppella. Il test è stato condotto in una camera climatizzata in cui la temperatura e l'umidità sono state mantenute a un livello prestabilito per tutta la durata delle misurazioni.

Per il test sono state scelte intenzionalmente condizioni moderate: le tubazioni sono state messe in funzione a una temperatura della linea di 20 °C. La temperatura ambiente era impostata su un valore di 35 °C con umidità relativa al 55%. Il test ha avuto una durata di 33 giorni in presenza delle condizioni sopra indicate.

Risultati del test

Resistenza alla trasmissione del vapore acqueo

Dopo il completamento del test e la rimozione dei campioni è stata misurata la resistenza alla trasmissione del vapore acqueo (μ) dei differenti materiali isolanti. Mentre il valore μ del materiale elastomerico non è variato malgrado il danno provocato, risultando ancora superiore a 10.000, la resistenza alla trasmissione del vapore acqueo della sezione di tubazione in PUR è diminuita da 2163 a 672 e la lana minerale con rivestimento in alluminio aveva un valore μ di appena 467 (rispetto al valore originario di 7053).

Figura 3: Allestimento del test: i campioni nella camera climatica

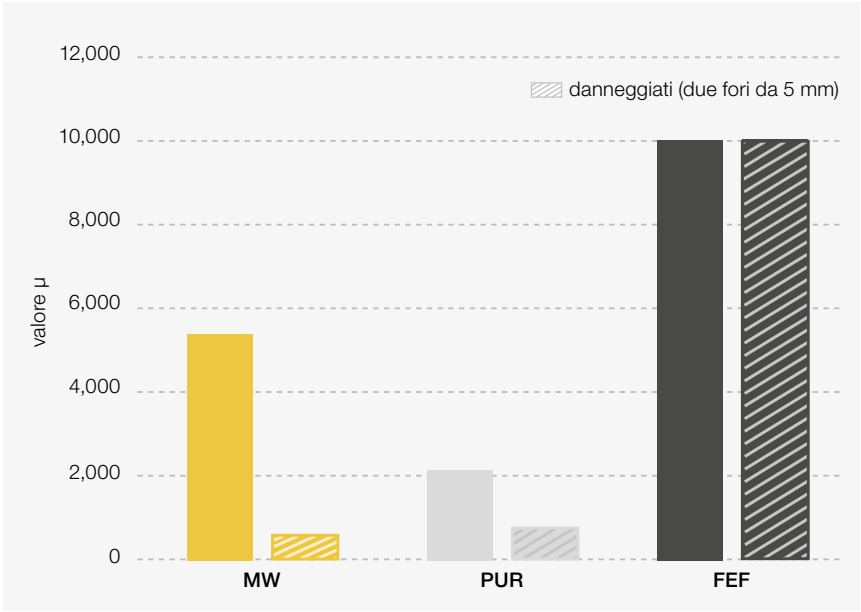


Figura 4: Resistenza alla trasmissione del vapore acqueo del materiale isolante al termine del test

Condensa sulle tubazioni

Dato che il test ha avuto una durata breve ed è stato svolto in presenza di condizioni moderate, i materiali isolanti presentano solo un grado leggero di assorbimento dell'umidità nel loro intero spessore. In ogni caso esaminando l'interno dello strato isolante (5 mm) si notano differenze significative. Nonostante il periodo di tempo breve in quest'area dei campioni in fibre minerali, e ancora più nelle sezioni delle tubazioni in PUR, si è accumulata una quantità di umidità considerevole. Viceversa i materiali isolanti FEF non presentano alcun assorbimento di umidità in questa zona critica.

Nel caso dell'isolamento in PUR e lana minerale sembra che il flusso di diffusione dell'aria ambiente umida fosse orientato dall'esterno verso l'interno e che il vapore acqueo si sia depositato sotto forma di condensa. In compenso nel materiale FEF non si è verificata alcuna penetrazione di umidità. Le fotografie delle superfici delle rispettive tubazioni dopo la rimozione del materiale isolante lo confermano. Mentre quantità considerevoli di umidità si sono accumulate sia

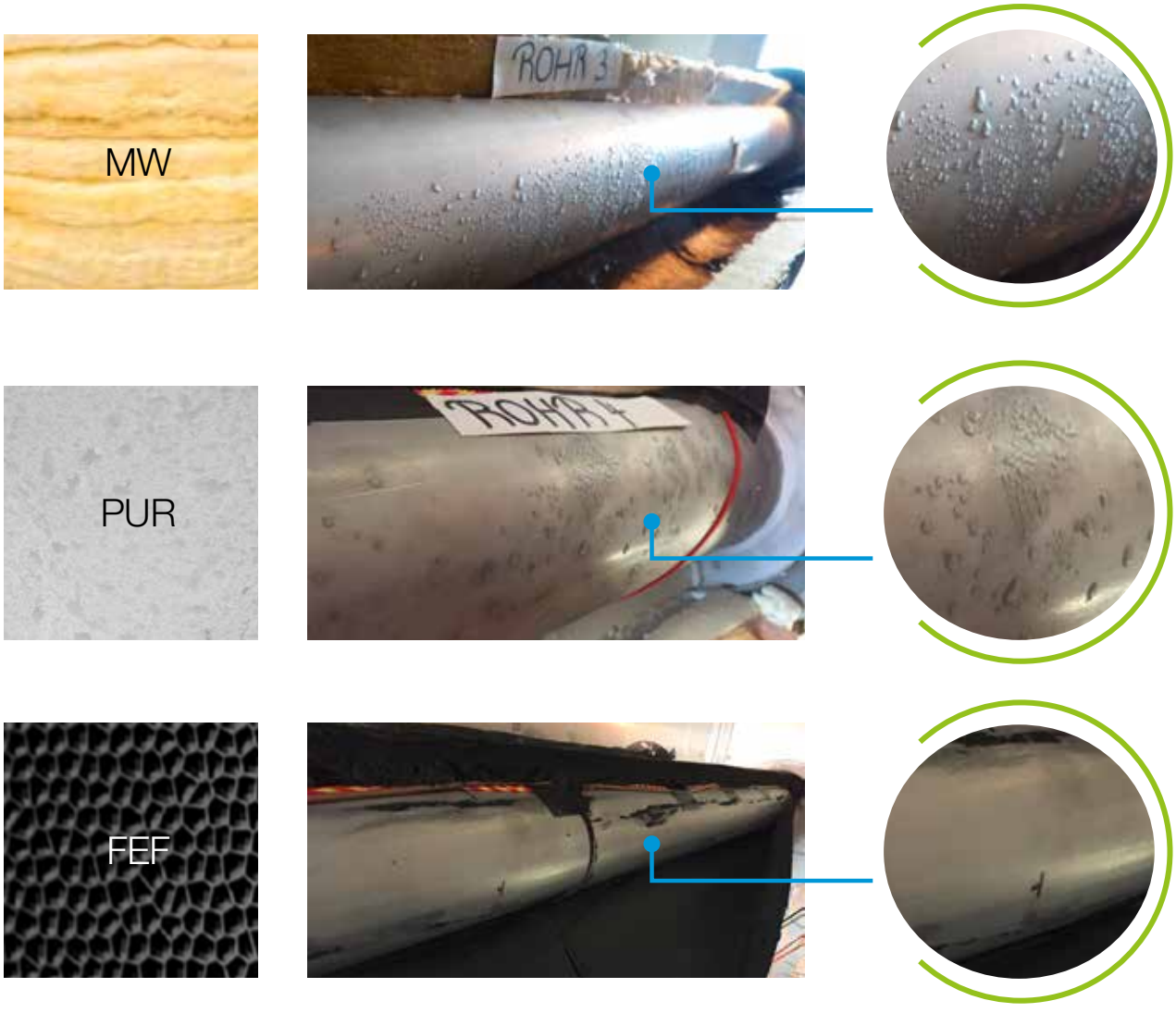


Figura 5: Superfici delle tubazioni dopo la rimozione dell'isolamento

Figure 6: Nel caso dell'isolante in fibra minerale, l'aria umida è penetrata specialmente intorno ai raccordi, ma proprio queste zone sono rimaste asciutte sotto l'isolamento FEF.

sotto l'isolamento in PUR che sotto quello in lana minerale, non si è formata invece alcuna condensa sulla superficie della tubazione sotto l'isolamento in FEF (figura 5).

Come mostra la documentazione fotografica, la barriera al vapore non è stata efficace soprattutto sui raccordi e l'aria umida è penetrata attraverso l'isolamento (figura 6).

Anche in presenza delle condizioni moderate del test la fibra minerale e i materiali PUR non sono stati in grado di bloccare né la diffusione dell'umidità nell'isolamento né la formazione della condensa sulla superficie della tubazione. La barriera al vapore non ha impedito in modo efficace l'assorbimento del vapore acqueo. Solo il materiale isolante FEF ha prevenuto la penetrazione dell'umidità.
È interessante anche osservare l'evoluzione della situazione nel tempo. Mentre la tubazione isolata con il FEF non presenta segni di condensa neppure dopo 33 giorni, l'isolamento in fibra minerale si è rivelato non idoneo proprio all'inizio del test, sia con il danno praticato intenzionalmente che senza.
Sulle tubazioni sotto l'isolamento PUR la condensa si forma dopo 21 giorni (rivestimento danneggiato) o 23 giorni.

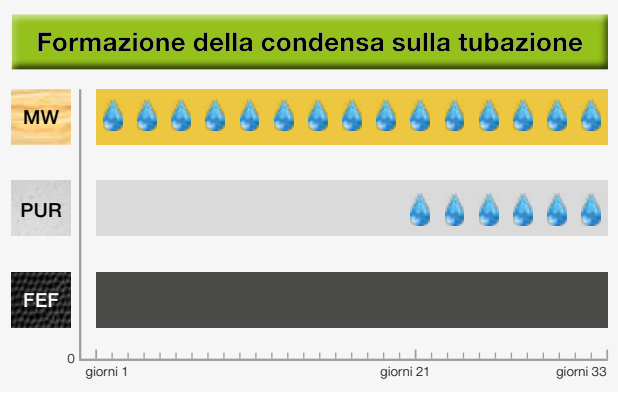


Figura 7

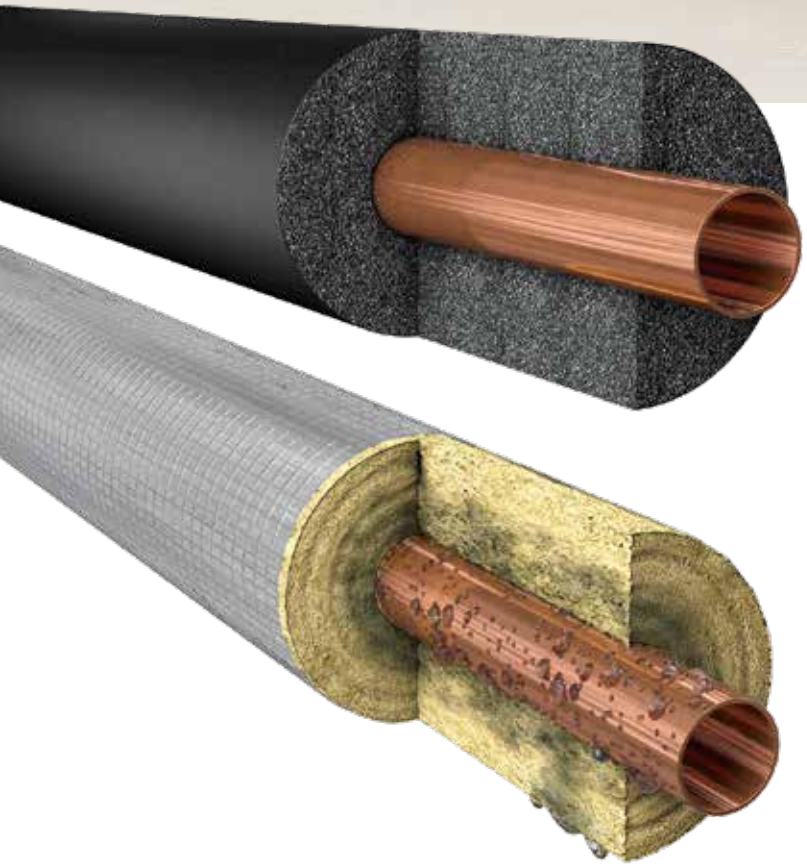


Figura 8: I materiali isolanti in FEF proteggono le tubazioni contro la formazione di condensa

Conseguenze a lungo termine della penetrazione dell'umidità

Per indagare gli effetti a lungo termine dell'assorbimento dell'umidità, il Fraunhofer Institute ha effettuato un calcolo basato su questi risultati simulando il comportamento dei materiali isolanti in un periodo di dieci anni. Per il calcolo sono state formulate le seguenti ipotesi: la tubazione funziona a una temperatura della linea di 5 °C. Le condizioni ambientali ipotizzate prevedevano una temperatura di 35 °C e un'umidità relativa dell'80%.

La figura 9 mostra la quantità di umidità che sarebbe assorbita dai materiali isolanti in un periodo di funzionamento di dieci anni. Il contenuto di umidità è ancora sotto il 5% dopo dieci anni nel materiale isolante FEF, ma aumenta fino a quasi il 20% nell'isolamento in fibra minerale e addirittura al 25% nel materiale PUR.

Conducibilità termica più elevata

Durante il breve periodo del test, la conducibilità termica dei materiali isolanti non è aumentata in maniera significativa. È un risultato spiegabile se si considerano le condizioni moderate e il breve periodo di tempo. Ma se si proiettano i risultati del test su un periodo di funzionamento di dieci anni, si possono osservare differenze notevoli tra i materiali.

Mentre il valore λ del FEF è cresciuto solo del 15% dopo dieci anni, la conducibilità termica della lana minerale è aumentata del 77% e quella dell'isolamento in PUR del 150% (figura 10).

La conducibilità termica aumenta con qualsiasi contenuto in volume di umidità, mentre l'efficacia dell'isolamento diminuisce rapidamente. La conseguenza non è solo una crescita continua della dispersione energetica nel periodo di funzionamento, ma anche una forte diminuzione della temperatura superficiale. Se questa scende al di sotto del punto di rugiada si verifica la formazione della condensa. Solo se la conducibilità termica del materiale isolante non aumenta significativamente nel tempo in seguito alla penetrazione dell'umidità si può essere certi che la temperatura superficiale resterà al di sopra del punto di rugiada anche dopo molti anni di funzionamento.

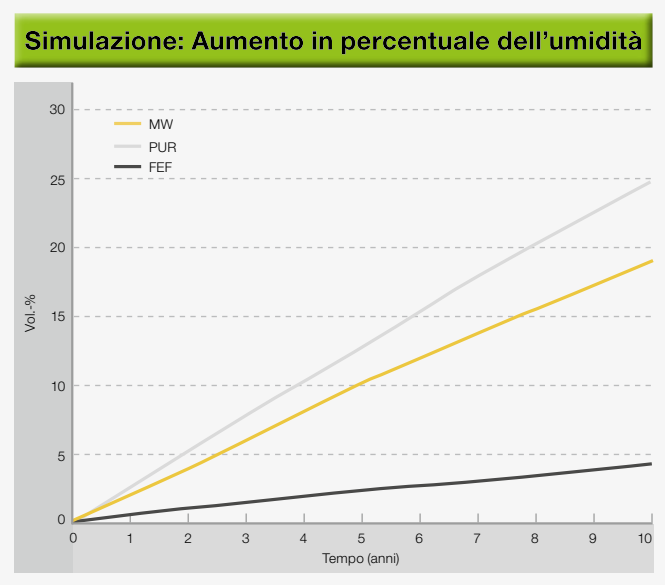


Figura 9

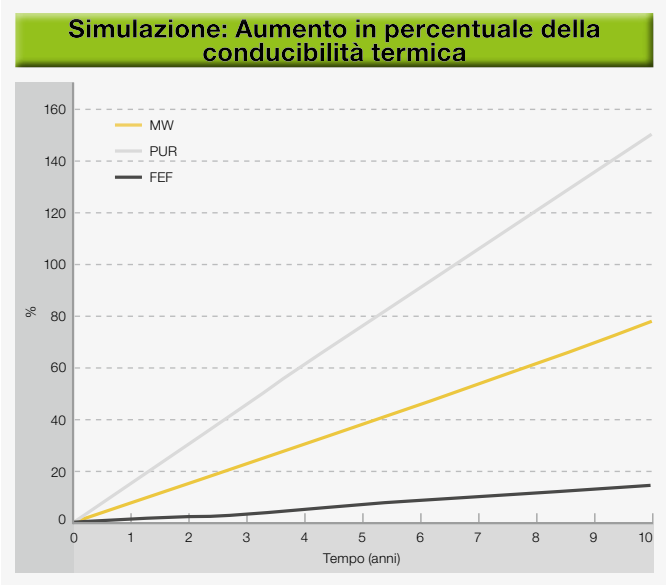


Figura 10

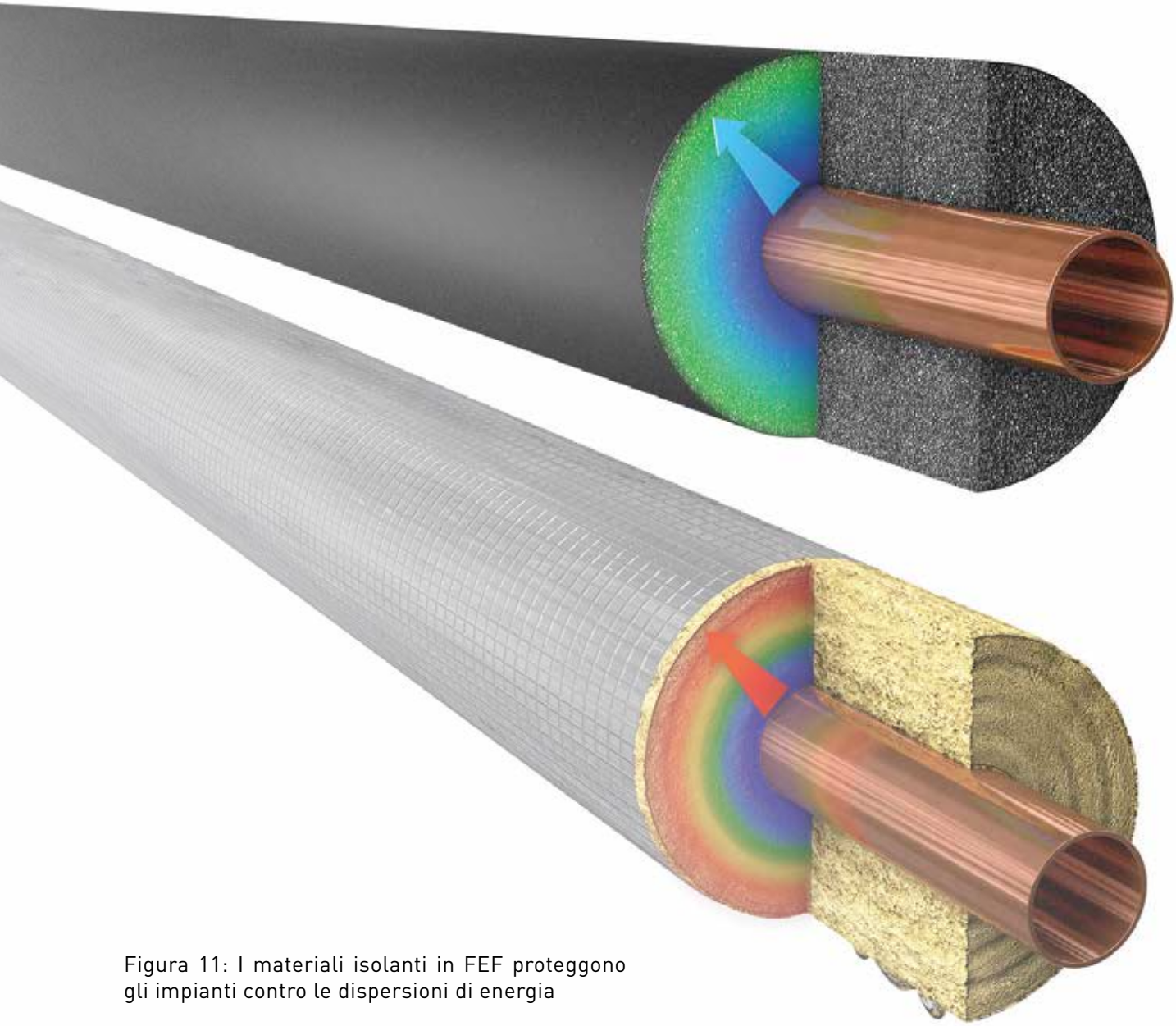


Figura 11: I materiali isolanti in FEF proteggono gli impianti contro le dispersioni di energia

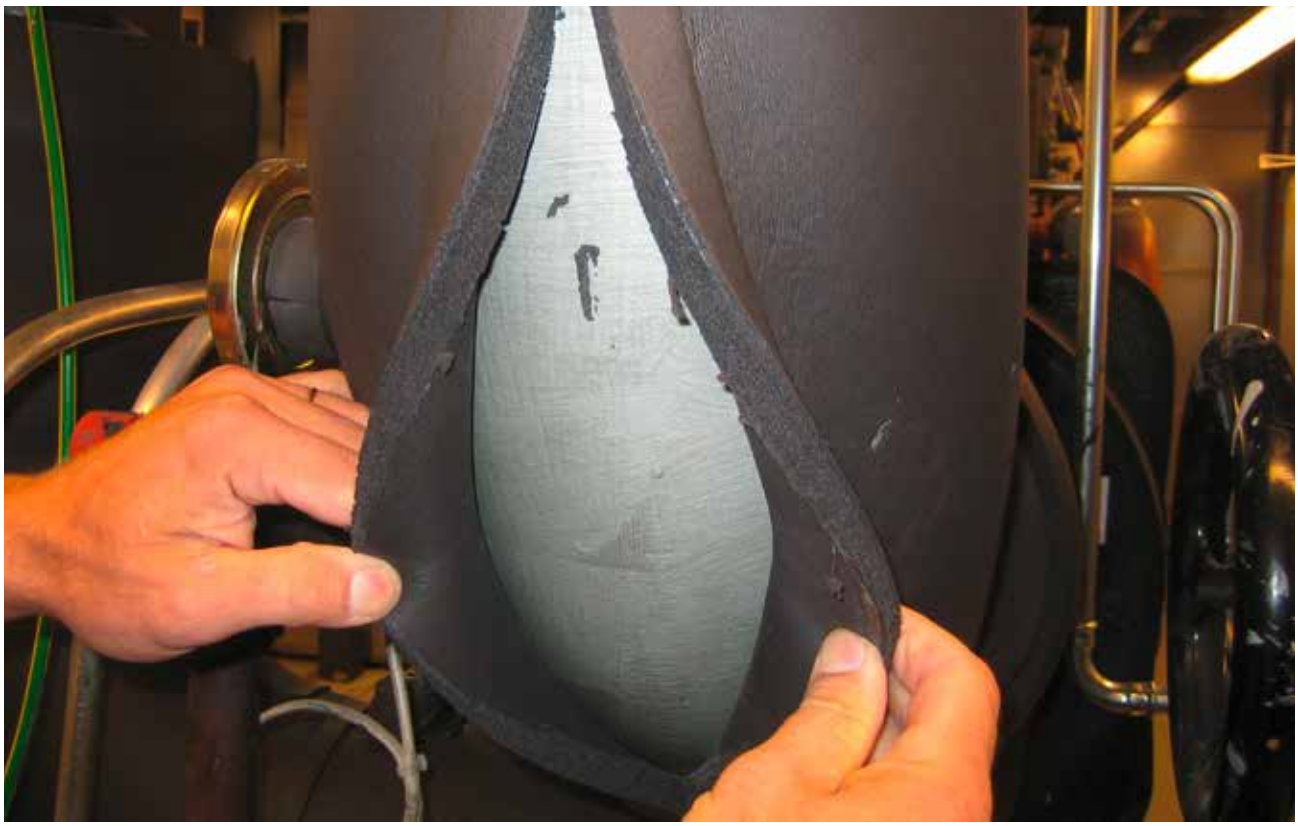
Conclusione

Come dimostra la ricerca, la conducibilità termica di un materiale non è l'unico criterio che deve essere adottato nella selezione dei materiali isolanti. Per escludere la formazione di condensa sulla superficie della tubazione e un aumento della conducibilità termica durante l'intera vita utile, il materiale isolante deve essere protetto anche contro l'assorbimento dell'umidità. Di conseguenza progettisti e costruttori di impianti di refrigerazione devono considerare la conducibilità termica indicata dai produttori come una conducibilità termica iniziale o "valore λ a secco", e quando scelgono un prodotto devono confrontare la resistenza alla trasmissione del vapore acqueo dei vari materiali.

Nei FEF la resistenza alla trasmissione del vapore acqueo è data dallo spessore dell'isolamento ed è pari a 7.000, o nel caso di AF/Armaflex addirittura a 10.000.

Ma nelle fibre minerali e nei prodotti in PUR è limitata a una sottile barriera al vapore, che non è in grado di proteggere efficacemente il materiale isolante contro l'assorbimento dell'umidità. Anche un danno molto limitato ha un impatto sull'efficacia della barriera al vapore, e la formazione della condensa è inevitabile specialmente in corrispondenza dei punti di fissaggio, su gomiti, gli elementi a T e i raccordi.

Se il materiale isolante è completamente impregnato di umidità, il maggior consumo di energia è in genere il minore dei problemi. Si riscontrano muffe, danni strutturali, per esempio sui controsoffitti appesi, o



interruzioni dei processi industriali dovute agli interventi di manutenzione e ai periodi di inattività che generano costi enormi.
I progettisti e gli installatori che utilizzano materiali isolanti a cellule aperte per le applicazioni fredde vanno incontro a rischi incalcolabili che possono costare loro molto cari. I fabbricanti di prodotti in fibre minerali stanno promuovendo attualmente materiali isolanti sviluppati in modo specifico per le applicazioni fredde. Anche se tali sistemi sono commercializzati esplicitamente come materiali isolanti per basse temperature, si tratta di prodotti in fibre minerali a cellule aperte con un foglio di alluminio. La garanzia di 15 anni offerta dai produttori non evita all'utente in caso di reclamo l'onere di dimostrare che il prodotto era stato installato in modo corretto.

In Germania l'utilizzo della lana minerale nelle applicazioni fredde è contrario ai requisiti della DIN 4140 (Lavori di isolamento nelle installazioni industriali e nelle apparecchiature per edifici civili – Esecuzione dell'isolamento termico caldo e freddo). In pratica è ammesso solo se viene installata una doppia guaina (rivestimento metallico con tenuta all'aria e alla diffusione del vapore, saldato o fuso). In ogni caso dato che si tratta di un intervento che richiede tempo ed è dispendioso, è poco probabile che venga eseguito.

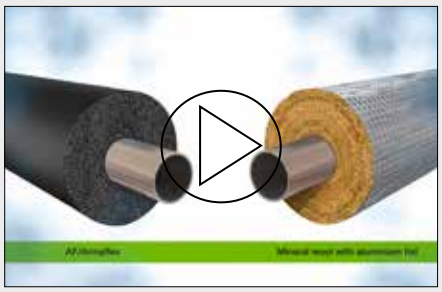
Sui tubi dell'acqua di raffreddamento è fortemente consigliabile installare materiali isolanti a cellule chiuse con resistenza elevata alla trasmissione del vapore acqueo e bassa conducibilità termica. Questo assicura la riduzione al minimo dei potenziali processi di diffusione anche nel lungo periodo.

AUTORE

Georgios Eleftheriadis
Armacell Manager Technical Marketing EMEA

MAGGIORI INFORMAZIONI

Il rischio dovuto all'assorbimento dell'umidità nei materiali isolanti è l'oggetto di una campagna informativa promossa attualmente da Armacell. La società utilizza video, infografiche, brochure e una sezione speciale sul proprio sito web per illustrare i problemi generati dagli isolamenti bagnati. La campagna fa uso di un'ampia varietà di format ed è rivolta in modo specifico ai vari target, quali progettisti, installatori e operatori del settore delle costruzioni.



Per maggiori dettagli sulla campagna:
www.armacell.eu

© copyright Armacell GmbH | KnowHow | Moisture penetration must be prevented | 20180530 | IT

Armacell Italia Srl
Centro Direzionale Torri Bianche, ed. Betulla
Via Torri Bianche 10 • 20871 Vimercate (MB)
Telefono +39 039 94 57 001
info.it@armacell.com • www.armacell.it