

Salute e sicurezza

## Isolamento in poliuretano qualità dell'aria interna

*PuEurope*

### **Isolamento e qualità dell'aria degli ambienti**

Che si tratti di abitazioni, scuole, uffici, stabilimenti industriali o centri commerciali, trascorriamo circa il 90% della vita all'interno di edifici.

Garantire un clima sano e confortevole negli ambienti, nel rispetto dei massimi standard di efficienza energetica, è, pertanto, della massima importanza.

L'isolamento termico svolge un ruolo fondamentale nel mantenere il comfort interno permettendo, nel contempo, quasi di azzerare i livelli di fabbisogno energetico nei nuovi edifici realizzati in Europa e riducendo drasticamente il fabbisogno energetico in quelli esistenti. Grazie alle straordinarie prestazioni isolanti e all'eccellente durata, il poliuretano (PUR/PIR) è il materiale ideale per conseguire tali obiettivi.

Le attuali esigenze di efficienza energetica prevedono l'utilizzo di spessori sempre più elevati di materiali isolanti e può essere quindi opportuno verificare quantità e qualità di eventuali emissioni di sostanze dai prodotti isolanti.

Si potrebbe obiettare che i prodotti per isolamento termico in

### **Che cos'è il poliuretano?**

Per isolamento in poliuretano si intende un gruppo di materiali isolanti basati su strutture in PUR (poliuretano) o PIR (poliisocianurato). La struttura a cellule chiuse e l'elevata densità di reticolazione conferiscono a tali prodotti caratteristiche quali una buona stabilità al calore, una notevole resistenza alla compressione ed eccellenti proprietà isolanti. Il poliuretano espanso rigido ha una bassissima conduttività termica, fino a 0,022 W/mK, che lo rende uno degli isolanti più efficaci attualmente disponibili per un'ampia gamma di applicazioni.

Poiché il poliuretano presenta livelli di emissioni estremamente bassi ed è molto versatile, è anche ampiamente utilizzato in applicazioni al di fuori dell'edilizia, tra cui dispositivi medici, capi di abbigliamento, materassi, componenti automobilistici e frigoriferi.



generale non sono esposti direttamente all'aria degli ambienti in quanto sono rivestiti da altri materiali da costruzione come gesso/cartongesso, legno, mattoni o calcestruzzo. Tuttavia, questi strati di rivestimento potrebbero non essere impermeabili ai gas o potrebbero essere forati per l'installazione degli impianti tecnici. In ogni caso, il proprietario/utilizzatore dell'edificio ha il diritto di essere informato in merito ai potenziali rischi legati ai

prodotti da costruzione impiegati nel suo edificio.

Con queste motivazioni PuEurope si impegna a comunicare i risultati di test verificati da terzi relativi agli effetti dell'uso degli isolanti in poliuretano negli edifici. Il presente studio si sofferma sulle emissioni di sostanze e sul ruolo che il poliuretano può svolgere per evitare problemi di umidità e muffa negli edifici a basso consumo energetico.

## **Emissioni di sostanze pericolose nell'aria dell'ambiente interno**

La qualità dell'aria negli ambienti chiusi di un edificio è determinata da vari fattori, tra cui le modalità di utilizzo (presenza umana, fumo, cottura, caminetti, ecc.), la frequenza di ricambio dell'aria, le modalità di riscaldamento e le emissioni derivanti dall'arredamento, dalle pitture e dai materiali da costruzione.

Come riportato nella figura 1, tutti i prodotti da costruzione utilizzati contribuiscono in maniera estremamente ridotta all'inquinamento dell'aria interna.

Nondimeno, i produttori di materiali da costruzione devono garantire che i loro prodotti non possano arrecare danno agli utilizzatori degli edifici.

Il requisito fondamentale n. 3 della Direttiva e del successivo Regolamento sui prodotti da Costruzione prevede che le opere siano progettate e realizzate in modo tale da non costituire una minaccia per l'igiene o la salute e la sicurezza dei loro occupanti [1].

Ciò comprende le emissioni di sostanze pericolose, composti organici volatili (VOC), gas a effetto serra o particelle pericolose negli ambienti chiusi o aperti e l'umidità in alcune parti delle opere edili o sulle superfici al loro interno.

Per rispondere a questo obiettivo, la Commissione Europea ha incaricato il CEN di sviluppare un metodo di prova armonizzato per misurare le emissioni di VOC (Composti Organici Volatili) e SVOC (Composti Organici Semi Volatili) dei prodotti da costruzione [3].

Si riporta la traduzione dello studio svolto da PU Europe "PU and Health - Indoor Air Quality and Polyurethane Insulation", pubblicato come Factsheet n. 18 nel gennaio 2013. Il testo in inglese è disponibile all'interno della sezione Library del sito [www.pu-europe.eu](http://www.pu-europe.eu).

## **Sintesi**

Trascorriamo circa il 90% della vita all'interno degli edifici: mantenere un ambiente interno sano, il che significa anche ridurre la presenza di composti organici volatili (VOC) e particelle (come le fibre), riveste pertanto la massima importanza. Tale necessità è ulteriormente accentuata dal bisogno di garantire isolamento e tenuta all'aria delle strutture esterne degli edifici.

I prodotti per l'isolamento termico svolgono un ruolo fondamentale nel ridurre il fabbisogno energetico di edifici nuovi ed esistenti e, generalmente, non sono a contatto diretto con gli ambienti interni in quanto rivestiti da altri materiali da costruzione come gesso/cartongesso, legno, mattoni o calcestruzzo. Il loro impatto sulla qualità dell'aria negli ambienti chiusi (Indoor Air Quality - IAQ) è dunque trascurabile. Sebbene tutti i prodotti da costruzione, insieme, producano effetti estremamente contenuti sulla qualità dell'aria negli ambienti chiusi, l'intero comparto riconosce la necessità di fornire informazioni trasparenti sulle emissioni di VOC generate dai propri prodotti.

Nell'ambito della normativa comunitaria riguardante i materiali da costruzione, il CEN sviluppa metodi di prova armonizzati per le emissioni nell'aria degli ambienti chiusi basati sulle norme della serie ISO16000. Le dichiarazioni relative alle emissioni saranno probabilmente formulate secondo sistemi di classificazione nazionali in quanto la Commissione ha temporaneamente sospeso l'elaborazione di un regime di classificazione europeo.

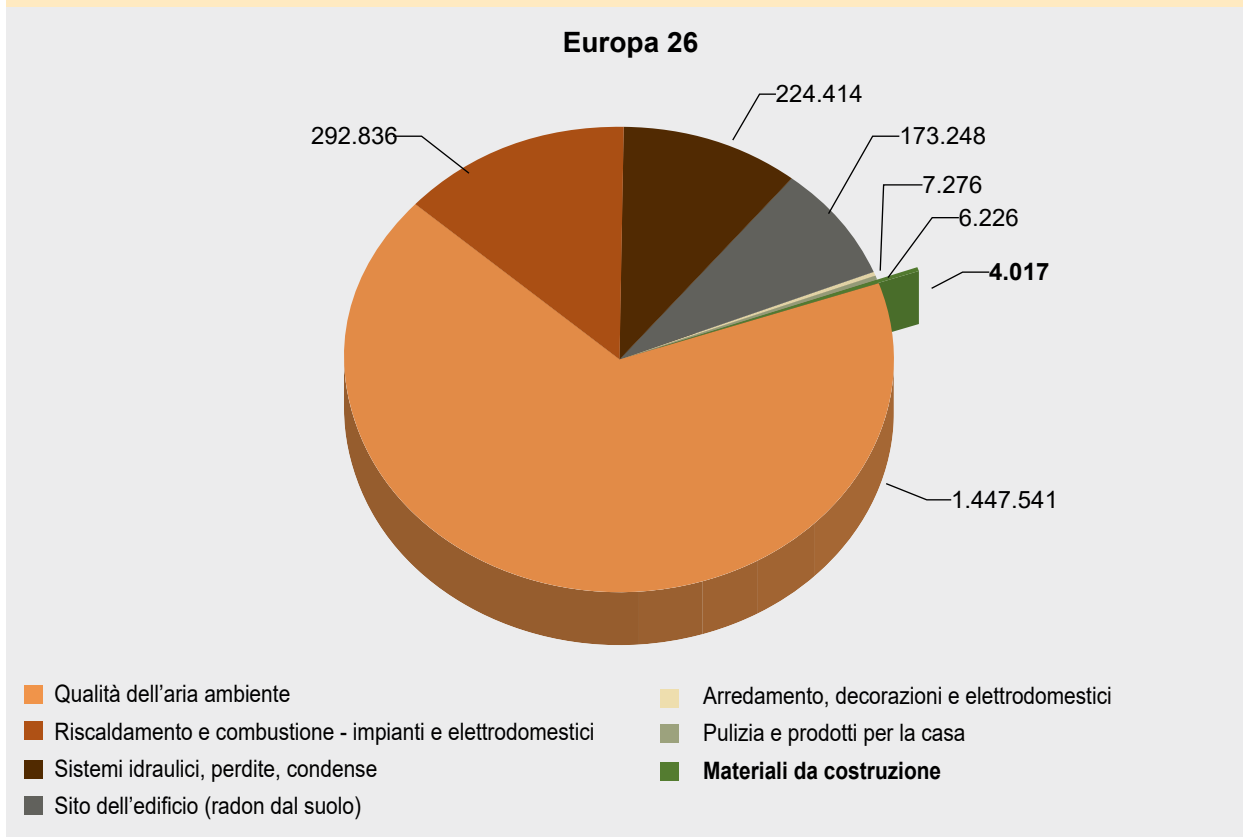
I produttori di poliuretano, proattivamente, hanno già pubblicato i dati sulle emissioni di VOC/SVOC, che dimostrano come l'isolamento in poliuretano sia un prodotto a bassissime emissioni perfettamente idoneo all'uso in interni. Per quanto riguarda l'isocianato (MDI), non vi sono emissioni misurabili nell'aria, in fase di utilizzo degli edifici, derivanti dai prodotti in poliuretano installati. Anche valutando lo scenario peggiore dei test condotti in ambienti chiusi, dopo 24 ore non si sono rilevate emissioni di MDI monomero derivanti da schiuma poliuretanica polimerizzata.

Il poliuretano assicura inoltre eccellenti prestazioni anche per altri aspetti legati alla salute; non fornisce infatti un terreno di proliferazione o alimentazione a muffe, batteri o insetti, e non genera alcun composto organico volatile microbico.

La necessità di garantire la tenuta all'aria degli edifici può causare problemi di condensa interstiziale, questi aspetti possono essere risolti utilizzando isolanti poliuretanicici espansi rigidi che utilizzino appositi rivestimenti come schermi o barriere al vapore di cui sia garantita, in fase di posa, la continuità.

Per quanto riguarda la fase di installazione, non vi sono prove di rischi cutanei derivanti dalla manipolazione di schiuma poliuretanica (taglio, posa, ecc.). Tuttavia, per le applicazioni in opera (spruzzo, colata) è necessario osservare specifiche prescrizioni per la salute e la sicurezza degli applicatori; l'applicazione a spruzzo va quindi eseguita unicamente da professionisti altamente qualificati.

Figura 1  
Patologie associate alla qualità dell'aria negli ambienti chiusi attribuibili alle principali fonti di esposizione [2]



Il metodo si baserà sullo standard internazionale ISO 16000-9.

Lo standard ISO è attualmente già utilizzato in diversi Stati membri, tra cui Germania (regolamento AgBB), Francia (decreto n. 2011-321) e Finlandia (regolamento volontario M1).

Negli Stati membri lo standard ISO sarà sostituito dalla norma CEN non appena questa sarà pubblicata.

Il metodo di prova CEN dovrebbe essere disponibile all'inizio del 2016 al termine delle prove interlaboratori.

### ***Verso una classificazione europea armonizzata***

Al fine di armonizzare le dichiarazioni sulle emissioni, il gruppo di esperti per le sostanze pericolose (EGDS) della Commissione Europea ha cercato di abbinare il regolamento AgBB tedesco a quello francese sull'etichettatura per quel che riguarda le emissioni di inquinanti volatili (decreto n. 2011-321 e provvedimento del 19 aprile 2011 modificato). Questi

rappresentano i primi due regolamenti notificati alla Commissione europea.

Nel 2012, il Belgio ha proposto il proprio sistema, che contiene elementi sia della normativa tedesca che di quella francese.

Il processo di armonizzazione per i valori di LCI (Lowest Concentration of Interest - concentrazione minima di interesse) è stato intrapreso.

Nel maggio 2013, la Commissione ha annunciato che le classi tecniche armonizzate non avrebbero ridotto l'onere a carico dei produttori, in quanto Francia e Germania avrebbero continuato a richiedere dichiarazioni secondo i livelli prestazionali e i formati di comunicazione nazionali.

La Commissione spera, tuttavia, che altri Stati membri, che potrebbero in futuro introdurre requisiti normativi (Belgio, Portogallo), facciano riferimento alle classi di emissioni europee (cfr. tabella 1).

Tabella 1

Proposta di classificazione delle emissioni presentata dal Gruppo di Esperti per le Sostanze Pericolose - EGDS - della Commissione (Aprile 2011)

Parametri [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ escluso R-valore (privo di unità di misura)	Dati	4	3	2	1	Dichiarazione
TVOC 28 giorni	TVOC	>2000	<2000	<1500	<1000	Classi da 1 a 4
Qualificazione (Q)	R calcolato con la lista armonizzata LCI				<1	Sì/No
	Cancerogeni giorni 3				<10	
	Cancerogeni giorni 28				<1	
	VOC non valutabili				<100	
	TVOC giorni 3				<10000	
	$\Sigma$ VOC (C17-C22)				<100	
HCHO	Formaldeide	>120	<120	<60	<10	classi da 1 a 4
Lista di Sostanze Individuali (ISL)	Acetaldeide	>400	<400	<300	<200	La classe ISL corrisponde alla classe più alta delle singole sostanze
	Toluene	>600	<600	<450	<300	
	Tetracloroetilene	>500	<500	<350	<250	
	Xilene	>400	<400	<300	<200	
	1, 2, 4 - trimetilbenzene	>2000	<2000	<1500	<1000	
	1, 4 - diclorobenzene	<120	<120	<90	<60	
	Etilbenzene	>1500	<1500	<1000	<750	
	2-Butossietanolo	>2000	<2000	<1500	<1000	
	Stirene	>500	<500	<350	<250	

## Emissioni da prodotti isolanti in poliuretano

L'isolamento in poliuretano è considerato un prodotto a bassissime emissioni. Infatti, le emissioni derivanti dai prodotti in poliuretano sono nettamente inferiori a quelle della maggior parte degli altri prodotti isolanti, compresi gli isolanti naturali [4].

Va inoltre sottolineato che nessuna prova effettuata sulle emissioni ha rilevato sostanze cancerogene.

In tutti i sistemi di classificazione delle emissioni di VOC/SVOC esistenti, l'isolamento in poliuretano rientra nella classe migliore. L'isolamento in poliuretano è pertanto idoneo all'uso negli ambienti chiusi senza alcuna riserva. Le eccellenti prestazioni dell'isolamento in poliuretano sono dimostrate dai risultati delle prove condotte secondo lo schema AgBB tedesco:

Tabella 2

Emissioni derivanti da un pannello isolante in poliuretano secondo lo schema AgBB (28 giorni) [5]

Risultati su 28 giorni	Valori misurati [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
TVOC (C6 - C16)	0
$\Sigma$ VOC escl. NIK (C6 - C16)	0
$\Sigma$ SVOC (C16 - C22)	0,00
$\Sigma$ cancerogeni	0
$\Sigma$ Ri [-]	0

Le emissioni di pentano utilizzato come agente espandente (VVO) risultano inferiori a  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dopo 28 giorni. Il pentano è largamente impiegato negli spray per capelli, che verosimilmente determinano le massime esposizioni possibili per inalazione. Tuttavia, anche in questo caso, le concentrazioni di esposizione sono considerate basse [6] e pertanto, i legislatori non avendo riscontrato alcun effetto nocivo per la salute, non ne hanno limitato in alcun modo l'uso.

La maggior parte dei prodotti isolanti in poliuretano utilizza come ritardante di fiamma il TCPP che,

come è noto, non presenta rischi per la salute umana (valutazione di rischio/registrazione REACH) e che peraltro non è stato rilevato con lo schema di emissioni AgBB.

## **Il tema MDI**

L'isolamento in poliuretano (PUR / PIR) è ottenuto dalla reazione di diisocianati (MDI) con polioli o diisocianati stessi per creare la struttura cellulare solida del PUR e/o del PIR.

L' MDI (metilene difenil diisocianato) è un allergene inalante etichettato R40 (H351), potenzialmente cancerogeno.

Gli applicatori di isolanti in poliuretano e gli utilizzatori degli edifici isolati con poliuretano possono quindi chiedersi se siano associabili rischi all'uso del MDI come materia prima per la produzione del poliuretano.

Durante il processo di formazione della schiuma, l'MDI reagisce chimicamente e, pertanto, non è presente nella schiuma rigida generata dalla reazione [7]. Sono state condotte numerose prove da parte di Enti terzi per stabilire se fossero riscontrabili emissioni di MDI (v. box a lato).

Tutte le prove hanno confermato l'assenza di emissioni di MDI provenienti dai pannelli isolanti in poliuretano sia durante la posa e sia nell'intera fase di utilizzo negli edifici.

Per simulare gli scenari teoricamente peggiori, alcune di queste prove hanno utilizzato campioni di schiuma flessibile a celle aperte compressi a intervalli regolari. Altri test hanno impiegato schiuma rigida a celle chiuse e uno, in particolare, ha utilizzato cubi a tenuta di aria realizzati con pannelli di poliuretano senza rivestimenti e appena prodotti per garantire le condizioni più estreme. È stato possibile misurare microtracce di MDI soltanto nella schiuma PIR appena tagliata.

I livelli, inferiori a  $30 \text{ ng/m}^3$ , sono risultati tuttavia nettamente al di sotto di quelli che potrebbero determinare effetti sulla salute umana. Anche in questo caso, dopo 24 ore, non sono state riscontrate emissioni di MDI per la schiuma di PUR/PIR.

I limiti di quantificazione sono stati a partire da  $1,9 \text{ ng/m}^3$  ( $0,0000019 \text{ mg}$ ), ossia inferiori di circa 26.000 volte a un normale limite di esposizione professionale (OEL - Occupational Exposure Limit) all'MDI di  $0,05 \text{ mg/m}^3$ , valido in molti paesi dell'Unione europea per i lavoratori del settore. Tale soglia non pare significativa per l'aria negli ambienti chiusi,

sebbene sia spesso utilizzata come base per calcolarne i limiti. Ad esempio, la Finlandia applica un OEL di  $0,035 \text{ mg/m}^3$ ; secondo le regolamentazioni edilizie finlandesi [8], il contenuto dell'aria negli ambienti interni in termini di "impurità nelle zone normali può generalmente essere non superiore a 1/10 dell'OEL". Applicando un limite di esposizione di  $0,0035 \text{ mg/m}^3$ , la concentrazione nell'aria degli ambienti chiusi nelle condizioni più estreme sarebbe perlomeno 1.800 volte al di sotto di tale soglia.

Vari altri regimi nazionali applicano una soglia generale di OEL/100 o OEL/1000 per le sostanze classificate come cancerogene non soggette a specifico limite a livello di aria negli ambienti chiusi. Anche in questo caso, il limite di rilevamento riportato è nettamente inferiore a dette soglie.

Un'altra fonte per valutare i rischi di esposizione per la popolazione in generale è il cosiddetto "limite di esposizione di riferimento californiano, un livello di sicurezza per l'aria della comunità", che applica un limite per la salute pubblica di  $0,0007 \text{ mg/m}^3$  ( $0,07 \text{ ppb v/v}$ ). Si tratta della soglia più rigida attualmente applicata nel mondo. Anche considerato tale valore, il limite di rilevazione è inferiore di 350 volte. Alla luce di quanto esposto, è possibile concludere, al di là di ogni ragionevole dubbio, che per gli utilizzatori degli edifici non vi è un'esposizione rilevante all' MDI impiegato come materia prima di prodotti isolanti in poliuretano.

## **Il tema dell'inquinamento microbico**

Oltre alle sostanze chimiche, gravi rischi per la salute possono derivare da spore di muffe e dai cosiddetti composti organici volatili microbici. Questi ultimi, prodotti dai funghi o dal metabolismo dei batteri, possono essere tossici o scatenare reazioni allergiche.

A differenza di altri prodotti da costruzione, l'isolamento in poliuretano non costituisce né terreno per la proliferazione né alimento per muffe, batteri o insetti. Inoltre, poiché si tratta di un prodotto a celle chiuse, non può contenere spore.

## **Il tema della "traspirabilità"**

Non è possibile ottenere edifici con consumo energetico ridotto o nullo senza prevedere la realizzazione di edifici a tenuta di aria.

Emissioni di MDI - Ricerche e Studi disponibili			
Fonte	Campione	Limiti di rilevazione	Sintesi dei risultati
Prova della camera di emissioni su schiuma di poliuretano rigida Fase 1: Misurazioni delle emissioni, Numero PO: 304-EU-ANA, Dr Stephan Konrad, Currenta GmbH&Co KG, 2011	Cassetta sigillata di 64 l realizzata con pannelli di PIR appena tagliati (senza rivestimento); bordi sigillati con nastro senza emissioni; investiti di flusso di gas di azoto	1,9 ng/m <sup>3</sup> (limite di quantificazione)  • Attualmente disponibili tecniche analitiche più sensibili	Campionamento dell'aria: filtri in fibra di vetro impregnati con dibutilammina (DBA) e acido acetico. "Le indagini hanno dimostrato concentrazioni misurabili di MDI monometrico (28 ng/m <sup>3</sup> ) per il primo punto di misurazione" (0:00 ore). "I campioni prelevati dopo diverse ore non hanno dato prova di una concentrazione significativa per 4,4'-MDI né hanno mostrato segnali misurabili per 2,4'-MDI rispetto alle misurazioni in bianco. Una ripetizione dopo tre mesi di stoccaggio del cubo di PIR non ha portato a rilevare alcun valore significativo".
Prova della camera di emissioni su schiuma di poliuretano rigida Fase 1: Misurazioni delle emissioni, Numero PO: 304-EU-ANA, Dr Stephan Konrad, Currenta GmbH&Co KG, 2011	Cassetta sigillata di 64 l realizzata con pannelli di PUR appena tagliati (senza rivestimento); bordi sigillati con nastro senza emissioni; investiti di flusso di gas di azoto	1,9 ng/m <sup>3</sup> (limite di quantificazione)  • Attualmente disponibili tecniche analitiche più sensibili	Campionamento dell'aria: filtri in fibra di vetro impregnati con dibutilammina (DBA) e acido acetico. "Eccezione fatta per il valore di 1,3 ng/m <sup>3</sup> per 4,4'-MDI dopo 24 ore, non sono presenti concentrazioni rilevabili di MDI monomero". Il valore di 1,3 ng/m <sup>3</sup> è inferiore al limite di quantificazione e, pertanto, non è significativo.
Valutazione del rischio per il consumatore derivante dall'esposizione a difenilmetano-4,4'-diisocianato (MDI) presente nella schiuma di poliuretano, Hans-Dieter Hoffmann, Thomas Schupp, EXCLI Journal 2009;8:58-65, ISSN 1611-2156 (pag. 60)	Schiuma flessibile, a base MDI, stampata a freddo e prodotta da 5 giorni	5,4 ng/m <sup>3</sup>	"Il cuscino è stato periodicamente compresso con 1,2 Hz". "L'analisi del MDI è stata eseguita secondo OSHA 47 (United States Occupational Safety and Health Administration, 1989), con alcune modifiche". "Non si sono riscontrate quantità di MDI rilevabili nei campioni di aria con un limite di rilevamento di 5,4 ng/m <sup>3</sup> ".
Relazione sulla valutazione di rischio dell'Unione europea METILENE DIFENIL DIISOCIANATO (MDI) N. CAS: 26447-40-5, N. EINECS: 247-714-0 CCR Commissione europea, 2005 (pag. 81)	Schiuma flessibile a celle aperte	6 ng/m <sup>3</sup> (emissione)  1 µg/25 cm <sup>2</sup> per test a contatto	"Durante una prova di fatica dinamica condotta per 135 minuti a 40°C con umidità relativa del 50%, non si è riscontrato MDI rilevabile nell'aria della camera chiusa (limite di rilevamento 6 ng/m <sup>3</sup> )". "Durante una prova di contatto in cui si sono messi a contatto filtri contenenti un agente di derivatizzazione con la superficie della schiuma per 5 giorni a 22°C comprimendola al 75% dell'altezza originaria della schiuma, non vi è stata alcuna estrazione di MDI (limite di rilevamento 1 µg per filtro, ossia 1 µg/25 cm <sup>2</sup> )".
Institut Bauen und Umwelt e.V.: Dichiarazione ambientale di prodotto – Prodotti isolanti industriali in poliuretano (n. dichiarazione: EPD-IVPU-2010112-D), 2010 (pag. 17)	Schiuma rigida a celle chiuse (pannello isolante)	10 ng/m <sup>3</sup>	"Esalazione di isocianati • Agenzia di misurazione: Fraunhofer Institut für Holzforschung, Wilhelm Klauwitz Institute WKI • Rapporto di prova, data: Rapporto di prova n. 861/98 del 7 dicembre 1998 /IVPU/ • Risultato: nel corso del test realizzato nella camera di prova da 1 m <sup>3</sup> non vi è stato alcun rilascio di isocianati. • Per stabilire la presenza di MDI si sono utilizzate cartucce SUPELCO impregnate con 1-(2-piridil)-piperazina. L'estrazione è avvenuta con metodo OSHA n. 47; l'analisi è stata eseguita mediante cromatografia liquida ad alta prestazione (HPLC) con rivelatore a fluorescenza. • Il limite di rilevamento è stato di 10 ng/m <sup>3</sup> ".
Studio e valutazione sanitaria di alcuni allergeni inalanti presenti in prodotti destinati al consumo, Ministero dell'ambiente danese, Studio delle sostanze chimiche nei prodotti destinati al consumo, n. 82 2007	• Materasso di schiuma (schiuma flessibile a celle aperte) • Materasso a molle (schiuma flessibile a celle aperte)	0,2 µg/m <sup>3</sup>	"Dopo aver collocato il materasso sul pavimento, si è raccolta aria 25 cm al di sopra della superficie per 7 ore. Durante questo arco di tempo, ci si è seduti e si è camminato sul materasso ogni mezzora". "Successivamente, si sono rianalizzati tutti i campioni mediante cromatografia liquida ad alta prestazione (HPLC 2). L'analisi ha dimostrato l'assenza di MDI in tutti i campioni".

Per mantenere livelli di umidità dell'aria confortevoli e sani negli ambienti chiusi stanno diventando indispensabili sistemi efficienti di ventilazione naturale o meccanica.

I sostenitori dei benefici delle costruzioni "traspiranti" in generale, e dell'isolamento "traspirante" in particolare, asseriscono che nelle strutture o negli edifici "non traspiranti" si accumulerebbe umidità, che creerebbe condensa superficiale, la quale a sua volta porterebbe alla proliferazione microbica (muffe, acari della polvere) con tutte le conseguenze negative che ne derivano.

Prima di tutto è necessario chiarire che la maggior parte degli esperti rifiuta il termine "traspirabilità", in quanto non descrive una specifica caratteristica fisica, ma rappresenta diversi fenomeni che vanno valutati a livello di edificio.

Il rischio di condense interstiziali può essere eliminato grazie alla possibilità di utilizzare isolanti poliuretanicici provvisti di rivestimenti che fungono da schermo o barriera al vapore. In questi casi la posa dovrà essere tale da garantire la necessaria continuità.

Inoltre, anche nello scenario peggiore (0,5 ricambi di aria all'ora), la ventilazione è responsabile del 95% del trasferimento di vapore da un'abitazione con pareti "traspiranti" [9]. Il ricambio dell'aria (vale a dire la ventilazione indotta più le prese di aria) è perlomeno 19 volte più importante della traspirabilità per controllare l'umidità atmosferica, la condensa superficiale, la proliferazione delle muffe, gli acari della polvere e i problemi per la salute che ne derivano.

Lo stesso dicasi per l'effetto di accumulo dell'umidità riconducibile agli elementi dell'edificio. Ricerche hanno dimostrato che l'isolamento termico svolge soltanto un ruolo marginale, in quanto l'effetto di accumulo si limita essenzialmente allo strato di finitura a diretto contatto con l'aria degli ambienti [10].

## Uso dell'isolamento in poliuretano

Sussistono rischi cutanei quando si manipola la schiuma poliuretanicica?

I posatori che tagliano i pannelli industriali di poliuretano, per portarli alle dimensioni necessarie prima dell'installazione, operano a contatto diretto con la schiuma poliuretanicica. È dunque importante verificare se ciò possa provocare un contatto cutaneo

Figura 2

Impatto della Direttiva sull'Efficienza Energetica degli edifici sull'impermeabilità all'aria dell'involucro

Fonte: TightVent



con l'isocianato. Per chiarire questo aspetto è stata realizzata una prova in cui si sono messi alcuni filtri a contatto con pezzi di schiuma flessibile su ambedue i lati per 5 giorni a 22 °C e si è compressa la schiuma al 75% dello spessore originario. Negli estratti del filtro non è stato individuato alcun derivato del MDI con un limite di rilevamento di 44 ng/cm<sup>2</sup> per cinque giorni o – ipotizzando una migrazione continua – di 9 ng/cm<sup>2</sup> al giorno [11]. Tale soglia di rilevamento è inferiore di 80 volte all'esposizione quotidiana accettabile (AEL), pari a 740 ng/cm<sup>2</sup>.

## L'applicazione in opera di schiuma poliuretanicica

Quando si applica in cantiere la schiuma poliuretanicica è necessario osservare specifici requisiti di salute e sicurezza e l'applicazione a spruzzo va eseguita unicamente da professionisti altamente qualificati.

In fase di miscelazione e distribuzione dei due componenti chimici liquidi della schiuma, isocianato e poliolo, l'isocianato può raggiungere concentrazioni nell'aria superiori agli attuali limiti di esposizione ed è necessario adottare speciali misure di sicurezza (cfr. più avanti).

In caso di applicazioni non a spruzzo effettuate a temperatura ambiente o al di sotto di tale temperatura, i livelli di isocianato sono inferiori al limite di

esposizione sul luogo di lavoro (fissato in molti Paesi dell'Unione Europea a 0,050 mg/m<sup>3</sup>).

Quando si applica schiuma a spruzzo in opera, è necessario che i posatori rispettino le necessarie misure di protezione della salute e della sicurezza, tra cui il confinamento dell'area immediatamente circostante l'applicazione affinché gli occupanti e in generale i non adetti ai lavori non possano accedervi.

Gli applicatori devono inoltre indossare respiratori o maschere a pressione d'aria positiva e altri dispositivi di protezione individuale (DPI) per ridurre l'esposizione a vapori, aerosol e particolati di MDI e altre sostanze chimiche che possono essere rilasciate durante la spruzzatura e le operazioni successive.

A polimerizzazione avvenuta, la schiuma, come nel caso di altre tipologie di prodotti poliuretanic, pannelli isolanti, imbottiture, materassi, rivestimenti, ecc., può essere considerata chimicamente inerte. I livelli di emissioni di VOC e SVOC da schiume applicate a spruzzo sono, pertanto, paragonabili a quelli degli isolanti in poliuretano realizzati in stabilimenti industriali.



Sul tema della sicurezza in fase applicativa delle schiume a spruzzo, PUEurope ha pubblicato una guida dettagliata per i posatori disponibile anche in italiano [12].

## Avvertenze - Note e Bibliografia

Esclusione di responsabilità:

Sebbene, in base alle nostre conoscenze, ai nostri dati e alle nostre convinzioni, tutte le informazioni e le raccomandazioni contenute nel presente opuscolo siano accurate alla data di pubblicazione, nulla di quanto ivi riportato va interpretato come garanzia, sia essa esplicita o implicita.

- [1] Direttiva sui Prodotti da Costruzione (89/106/CEE)
- [2] Commissione Europea DG Salute e consumatori: Promuovere azioni per un'aria sana negli ambienti chiusi (IAIAQ), 2011
- [3] WI 351009 - Prodotti da costruzione - Valutazione delle emissioni di sostanze pericolose regolamentate
- [4] Cfr. sezioni 9 (Nachweise) delle dichiarazioni ambientali del prodotto (EPD) all'indirizzo <http://bau-umwelt.de/hp545/Daemmstoffe.htm>.
- [5] Institut Bauen und Umwelt e.V.: dichiarazione ambientale del prodotto secondo ISO 14025: prodotti isolanti industriali in poliuretano (2010).
- [6] Comitato scientifico sulla tossicità, l'ecotossicità e l'ambiente (CSTEE), Parere sui risultati della valutazione di rischio di: n-PENTANO, Parte salute umana (17 dicembre 2002).
- [7] Descrittori di utilizzo REACH.
- [8] D2 – Regolamenti e orientamenti in materia di clima negli ambienti chiusi e ventilazione degli edifici 2010
- [9] Cambridge Architectural Research Ltd. (CAR): Trasferimento dell'umidità e importanza della traspirabilità degli edifici.
- [10] VTT: Studio del concetto di struttura degli edifici traspiranti – effetto dei materiali isolanti (2012).
- [11] Valutazione del rischio per il consumatore derivante dall'esposizione a difenilmetano-4,4'-diisocianato (MDI) presente nella schiuma di poliuretano, Hans-Dieter Hoffmann, Thomas Schupp, EXCLI Journal 2009; 8:58-65, ISSN 1611-2156.
- [12] PU Europe: Health and Safety Product Stewardship Workbook for Spray Foam, 2012.