

MOISTURE BUFFERING

edifici energeticamente performanti possono registrare un elevato tasso di umidità: strategie per la gestione della qualità ambientale

E. DI GIUSEPPE, M. D'ORAZIO

L'esigenza di contenimento dei consumi energetici e delle emissioni di gas serra, promossa in seguito al Protocollo di Kyoto (in vigore dal 16 febbraio 2005), ha indotto gli Stati Europei ad adottare legislazioni e strategie volte a migliorare le prestazioni termiche degli edifici.

Nella pratica costruttiva ormai corrente anche nel nostro paese, gli adempimenti al quadro normativo sul risparmio energetico (D.Lgs. 192/2005, D.Lgs. 311/2006, D.P.R. 59/2009, D.M. 26/06/2009), si traducono principalmente nella riduzione della trasmittanza termica e della permeabilità all'aria dell'involucro. Ne deriva un utilizzo di consistenti spessori di materiale isolante in pareti e copertura e di componenti vetrati altamente performanti (UNI EN ISO 10077-1:2007, UNI EN 14351-1:2006) ed impermeabili all'aria, come anche imposto dalla certificazione obbligatoria dei serramenti con marcatura CE a partire dal 1° febbraio 2010. Tali provvedimenti, se da un lato aumentano notevolmente la prestazione energetica degli edifici, rischiano d'altra parte, se non si adottano specifiche strategie impiantistiche, di rendere gli edifici scarsamente permeabili all'aria e quindi soggetti a notevole innalzamento dei livelli di umidità relativa ambientale interna. Il fenomeno determina un notevole peggioramento della qualità dell'aria interna, con conseguenze rilevanti sul comfort respiratorio degli abitanti, sull'umidità della pelle, sulla percezione di benessere. Inoltre, elevati livelli di umidità relativa ambientale possono causare il deterioramento dei materiali da costruzione e la proliferazione di muffe e organismi biologici.

Basti pensare ai numerosi esempi di edifici di recente costruzione o soggetti ad una ristrutturazione dell'involucro, che dopo pochi mesi di esercizio manifestano uno sviluppo repentino di muffe.

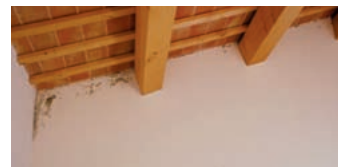
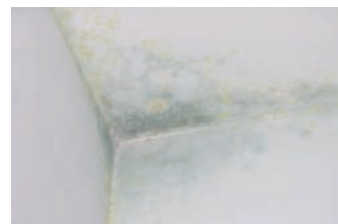
Recenti standard internazionali puntano l'attenzione sulla problematica della qualità ambientale interna agli edifici: "...Non ha senso occuparsi della qualità energetica di un edificio senza contemporaneamente considerare il livello di qualità ambientale atteso dall'utente." (EN 15251 "Criteria for indoor environment including thermal, indoor air quality (Ventilation), light and noise"), tuttavia non esistono ad oggi misure economiche ed efficaci per il mantenimento del comfort ambientale interno a fronte di ridotti consumi energetici. L'impiego di impianti per la ventilazione meccanica controllata resta una strategia valida, soprattutto in ambito residenziale. Tali sistemi permettono infatti di estrarre l'aria interna carica di umidità ed inquinanti dagli ambienti maggiormente produttori di vapore (bagni, cucine, camere), per reimmettere aria proveniente dall'esterno, eventualmente anche preriscaldata, negli altri locali. In questo modo gli impianti di ventilazione garantiscono un costante ricambio dell'aria negli edifici. Tuttavia l'installazione di tali dotazioni impiantistiche, soprattutto negli edifici esistenti, risulta ad oggi ancora molto laboriosa e costosa (sia in fase di installazione che di esercizio) e presenta alcuni svantaggi legati al benessere uditivo (rumore generato dall'impianto) e visivo (necessità di tenere chiuse le finestre).

MODULO PAROLE CHIAVE

MICROCLIMA INTERNO – PRESTAZIONI ENERGETICHE – UMIDITÀ AMBIENTALE - **MOISTURE BUFFERING**



Componenti con capacità Moisture Buffering, adatti ad un utilizzo nel settore terziario. Da sinistra: moduli controsoffitto, pannelli controsoffitto incurvati.



Esempi tipici di sviluppo di muffe all'interno degli edifici: in corrispondenza di ponti termici strutturali e degli infissi.

MoistureBuffering come alternativa alla VMC: vantaggi di tipo acustico e visivo e buon controllo dell'umidità ambientale

Una strategia alternativa e promettente è correlata all'impiego di materiali porosi come finiture superficiali interne degli edifici o degli arredi, per il controllo passivo delle oscillazioni di umidità interna.

Tutti i materiali, così anche i materiali da costruzione, sono caratterizzati microscopicamente da un'intricata connessione di pori e capillari, all'interno dei quali sono presenti aria, vapore e acqua in movimento in relazione alle condizioni di temperatura e umidità relativa dell'ambiente con cui essi sono a contatto. I materiali porosi, anche detti "igroscopici", sono dotati di volumi interni cavi molto elevati (condotti, pori, microcavità), disponibili ad "adsorbire" maggiori quantità di vapore e liquido rispetto a materiali non igroscopici, in cui le porosità interne risultano più limitate. Per "adsorbimento" si intende proprio il processo per il quale le molecole di una sostanza, gassosa o liquida, possono fissarsi sulla superficie porosa di un corpo solido.

Alcuni materiali, grazie alle proprie capacità di adsorbimento, risultano quindi in grado di prelevare umidità dall'ambiente circostante ed immagazzinarla all'interno delle proprie cavità, per poi rilasciarla di nuovo una volta che l'umidità è diminuita.

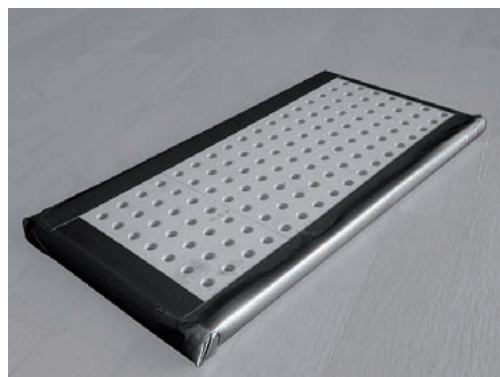
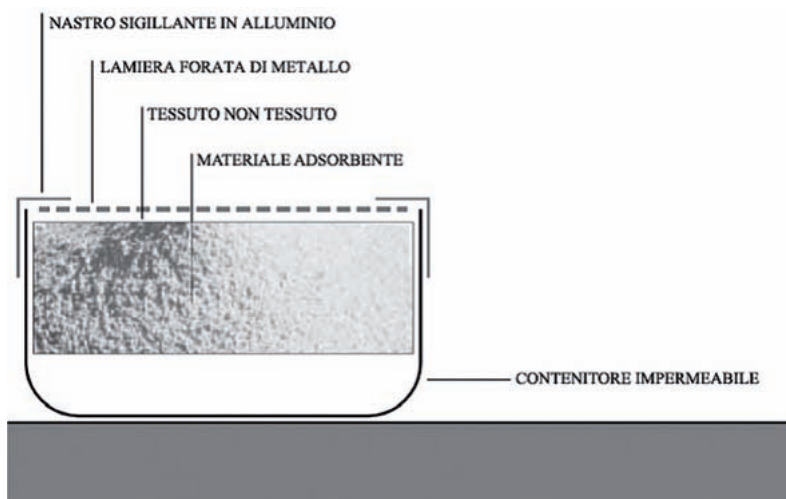
In questo caso il materiale funge da "tampone igroscopico" (MoistureBuffering), ovvero risulta in grado di smorzare le variazioni di umidità sfruttando la sua porosità e capacità di adsorbire umidità.

Con misurazioni in laboratorio e sul campo e attraverso modelli numerici, diverse ricerche, soprattutto in area nordeuropea, hanno dimostrato come alcuni materiali da costruzione (cemento cellulare, mattoni, legno e cellulosa) o impiegati in mobili e arredamento (tessili, legno e carta) interagiscono dinamicamente con l'aria interna, contribuendo a migliorare la sua qualità, in termini di condizioni igieniche e comfort.

La necessità di una grandezza standardizzata per caratterizzare la capacità moisture buffering da parte di questi materiali, ha condotto i ricercatori del programma di ricerca Nordtest Project alla definizione di un indice MoistureBuffering Value (MBV), e alla proposta di un metodo sperimentale di caratterizzazione e classificazione dei materiali. Il MBV ($\text{kg/m}^2\text{UR}\%$) rappresenta la quantità di massa di umidità per unità di area che un materiale è in grado di adsorbire e desorbire, durante un certo lasso di tempo, quando l'UR dell'aria circostante è soggetta a variazioni.

Il MBV è quindi una grandezza pratica di comparazione della prestazione igroscopica di materiali, utilizzata per stimare le loro capacità di fungere da tampone igroscopico.

La preparazione dei materiali adsorbenti alle prove sperimentali prevede il posizionamento del materiale granulare all'interno di un contenitore, la sigillatura dei bordi e la sigillatura diretta del campione di gesso.



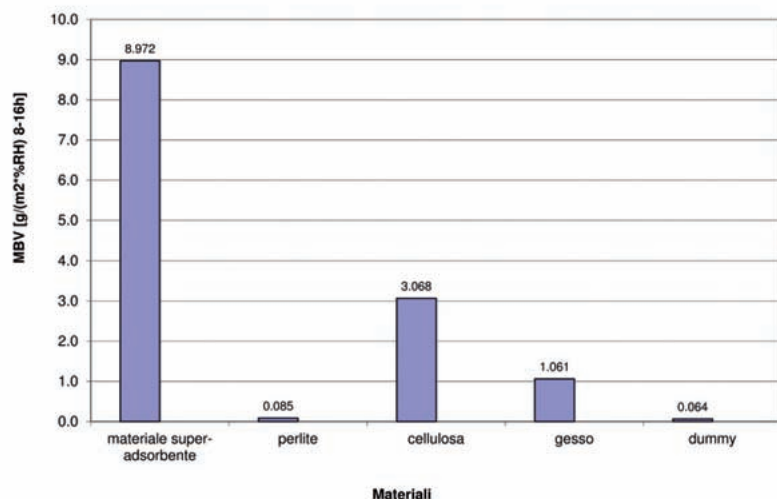
Progettazione di arredi e componenti con capacità *Moisture Buffering*

La presente ricerca si è posta l'obiettivo di caratterizzare secondo il Metodo Nordtest quattro diversi materiali: un prodotto industriale super-adsorbente tipico del settore igienico-sanitario e tre materiali impiegati in edilizia (perlite, cellulosa e gesso). Ad esclusione del gesso, che si presenta in lastre, gli altri materiali analizzati sono in forma granulare. Per valutare il MBV, con l'utilizzo di una camera climatica, i materiali, opportunamente preparati sono stati sottoposti a sollecitazioni cicliche di UR: 75% per 8 ore (fase di adsorbimento) e 33% per 16 ore (fase di desorbimento). Il MBV ottenuto per i materiali analizzati permette di classificare il materiale super-adsorbente come un "eccellente" materiale igroscopico ($8,97 \text{ kg/m}^2\text{UR}\%$), Cellulosa ($3,07 \text{ kg/m}^2\text{UR}\%$), gesso ($1,06 \text{ kg/m}^2\text{UR}\%$) e perlite ($0,08 \text{ kg/m}^2\text{UR}\%$) seguono in questo ordine.

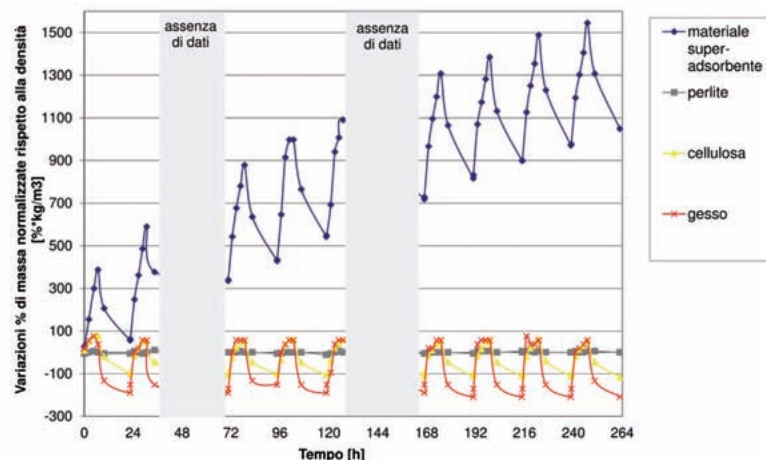
Il MBVs del materiale super-adsorbente e del materiale a base di cellulosa risultano addirittura superiori ai valori di qualsiasi altro materiale da costruzione comune testato nel progetto Nordtest. La determinazione della quantità di acqua che rimane nel campione di materiale al termine della fase di desorbimento ha permesso inoltre di valutare la presenza di fenomeni di isteresi, ovvero il fatto che il materiale, una volta assorbita umidità, non sia in grado di ritornare esattamente alla condizione "a secco" precedente. In questo senso il materiale super-adsorbente non risulta in grado di scaricare tutta la quantità di acqua adsorbita e quindi di mantenere inalterate le sue proprietà di adsorbimento durante i cicli successivi. Al contrario gli altri materiali testati non hanno mostrato fenomeni di isteresi. Successive valutazioni analitiche attraverso un modello numerico sul materiale composto di cellulosa hanno permesso di valutare gli effetti di alcune proprietà fisiche e dimensionali sulla sua capacità di assorbimento: lo spessore, il fattore di resistenza al vapore acqueo e il coefficiente superficiale di scambio di massa (Z_v). I risultati delle parametrizzazioni hanno consentito di stabilire i valori ottimali di queste grandezze, al fine di progettare componenti edilizi e arredi, composti da cellulosa, per la gestione dei carichi di umidità interna agli edifici: spessore s : $40 \text{ mm} < s < 50 \text{ mm}$; fattore di resistenza alla diffusione μ : $1 < \mu < 5$; coefficiente di scambio superficiale Z_v : $5,88 \cdot 10^{-10} < Z_v < 5,88 \cdot 10^{-8}$.

La progettazione ha considerato gli aspetti estetici e funzionali degli oggetti *Moisture Buffering*, ma anche il loro adeguato dimensionamento a seconda della superficie degli ambienti di destinazione. La ricerca ha permesso di progettare oggetti d'arredo e componenti edilizi, basati sull'applicazione di un materiale poroso con proprietà *moisture buffering* (cellulosa), con il duplice obiettivo di garantire condizioni igrometriche ottimali per il benessere delle persone, ma anche contribuire alla gradevolezza estetica degli ambienti interni.

E. Di Giuseppe, ingegnere, ha condotto le attività di ricerca e redatto l'articolo, M. D'Orazio, professore ordinario all'Università Politecnica delle Marche, è stato il coordinatore della ricerca. Si ringrazia l'ing. A. De Chirico per il design di componenti ed arredi.



Risultati della determinazione del *Moisture Buffering Value* dei materiali sottoposti alle prove sperimentali. Il campione "dummy" rappresenta il contenitore vuoto, analizzato a confronto.



Andamento delle variazioni percentuali di massa nei diversi materiali durante i cicli di esposizione.



Oggetti con capacità *Moisture Buffering*, progettati per un uso domestico: lampada da terra, quadro, pannello decorativo.