

# Nuovi sbocchi di mercato? Ci vuole orecchio!

**Una ricerca universitaria rivela i benefici che si possono ottenere negli ambienti di lavoro (ma anche per gli stand fieristici) ricorrendo ai materiali di riciclo: Ideazione e definizione di soluzioni a base cellulosica per l'isolamento acustico ed il fonoassorbimento negli edifici**

*Simone Secchi (1), Irene Vannucchi (1), Eliana Farotto (2), Elisa Nannipieri (1), Gianfranco Cellai (1), Elena Stoppioni (3)*

## Introduzione

Negli ultimi anni la quantità di materiali di recupero provenienti dalla raccolta differenziata di carta e cartone è notevolmente aumentata, arrivando a produrre ogni anno 6,3 milioni di tonnellate di macero, una risorsa importantissima per la quale è necessario trovare nuove applicazioni che vadano oltre quelle comuni dell'imballaggio e delle carte grafiche. Il Consorzio nazionale per il recupero e il riciclo degli imballaggi a base cellulosica (Comieco), da diversi anni impegnato nella ricerca di usi alternativi dei prodotti derivati da carta e cartone di riciclo (cartone ondulato, cartone alveolare, tubi di cartone, fibra di cellulosa), ha pertanto promosso uno studio volto alla progettazione e alla valutazione delle prestazioni acustiche di soluzioni realizzate a partire da prodotti a base di fibra di cellulosa, già presenti sul mercato.

Lo studio, in particolare, ha indagato la possibilità di modificare e di assemblare tra loro questi prodotti allo scopo di realizzare sistemi innovativi dalle proprietà fonoisolanti e fonoassorbenti per migliorare la qualità acustica di ambienti interni; tali sistemi, una volta perfezionati, potrebbero rivelarsi dei validi concorrenti delle soluzioni acusti-







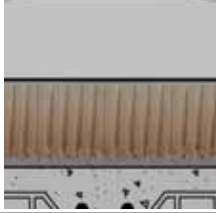
che attualmente utilizzate. Il problema del comfort acustico negli edifici (luoghi pubblici, abitazioni, uffici, scuole) negli ultimi anni sta assumendo un'importanza sempre più rilevante; benché la normativa che lo riguarda risalga al 1997, è solo da pochissimi anni che in ambito nazionale viene data reale attenzione al problema. La difesa dal rumore è un'esigenza primaria, in quanto un'esposizione continuata provoca disturbo psicologico ed ostacola lo svolgimento delle normali attività; allo stesso modo risulta fondamentale una buona qualità acustica degli ambienti adibiti all'ascolto, poiché una scarsa intelligibilità della parola determina situazioni di stress sia per l'oratore che per l'uditore.

## Fase progettuale

I nuovi prodotti sono stati pensati in modo da potersi inserire all'interno della catena produttiva di materiali esistenti. È stata quindi condotta un'indagine sulle soluzioni a base di materiale cellulosico riciclato attualmente presenti sul mercato, che ha portato alla stesura di un abaco di prodotti, suddivisi tra cartone ondulato per imballaggi, cartoncino teso, cartone alveolare per il

*1) Dipartimento di Tecnologie dell'Architettura e Design "Pierluigi Spadolini", Università degli studi di Firenze, [simone.secchi@unifi.it](mailto:simone.secchi@unifi.it) 2) Consorzio Nazionale Recupero e Riciclo degli Imballaggi a base Cellulosica, [farotto@comieco.org](mailto:farotto@comieco.org) 3) E-dB LAB di Envircor srl, [ing.stoppioni@e-dblab.com](mailto:ing.stoppioni@e-dblab.com)*



Prodotto	Immagine	Elementi di base	Descrizione	Valori di prestazione acustica
Baffles cilindrici di cartone		Tubi di cartone Fibra di cellulosa in fiocchi	Tubi di cartone riempiti di fibra di cellulosa e forati a tutto tondo, in modo da ricreare un sistema risonante. Possibilità di integrazione con dispositivi altoparlanti o di illuminazione al LED.	Fonoassorbimento 0,7 $\alpha$ Fonoisolamento - (dB)
Contro-soffitto in cartone		Cartone ondulato Pannello di fibra di cellulosa	Membrana vibrante costituita da un foglio di cartone ondulato o da un pannello di fibra di cellulosa, rivestito con carta kraft.	Fonoassorbimento 0,2 $\alpha$ Fonoisolamento - (dB)
Pannello sandwich (in due varianti)		Cartone alveolare a nido d'ape o ondulato Pannello di fibra di cellulosa Cartoncino teso	Elemento sandwich costituito da pannello di cartone alveolare con copertina in carta kraft, forata in corrispondenza delle celle e anima in fibra di cellulosa. Si ricrea un sistema risonante fonoassorbente su entrambe le facce del pannello.	Fonoassorbimento 0,6 $\alpha$ Fonoisolamento 17 (dB)
Pannello sandwich		Cartone alveolare ondulato Pannello di fibra di cellulosa	Anima in fibra di cellulosa e supporto in pannelli di cartone alveolare ondulato, senza copertina.	Fonoassorbimento 0,9 $\alpha$ Fonoisolamento 12 (dB)
Parete in tubi di cartone (in due varianti)		Tubi di cartone Fibra di cellulosa in fiocchi	Tubi di cartone alti 2 metri riempiti di fibra di cellulosa e incisi con fenditure verticali, per ricreare un sistema risonante fonoassorbente.	Fonoassorbimento 0,9 $\alpha$ 0,8 $\alpha$ Fonoisolamento 24 (dB) 21 (dB)
Rivestimento a parete (in due varianti)		Cartone alveolare a nido d'ape o ondulato Pannello di fibra di cellulosa Cartoncino teso	Soluzione analoga alla 3-4, ma l'elemento è montato su una struttura ancorata alla parete.	Fonoassorbimento 0,8 $\alpha$ 0,9 $\alpha$ Fonoisolamento 10 (dB) 11 (dB)
Pavimento galleggiante		Cartone alveolare a nido d'ape Materassino di fibra di cellulosa	Pavimento galleggiante costituito da uno strato di materiale isolante in fibra di cellulosa posato sul rustico e da un massetto ripartitore in cartone alveolare ad alta resistenza.	Fonoassorbimento - $\alpha$ Fonoisolamento 19 (dB)



*Esempio di modello di stand tridimensionale CAD creato per simulare e misurare i vari livelli di rumore e i benefici di soluzioni fonoassorbenti e fonoisolanti oggetto della ricerca.*



riempimento di mobili tamburati, fiocchi o pannelli di fibra di cellulosa e tubi di cartone. Assemblando tra loro questi elementi sono stati ideati 10 nuovi prodotti (vedi tabella alla pagina precedente), quali controsoffitti, divisori interni, pavimentazioni dalle prestazioni sia fonoisolanti (difesa dal rumore esterno) che fonoassorbenti (qualità acustica di un ambiente).

L'efficacia delle soluzioni pensate è stata valutata con l'ausilio di software previsionali specifici, che hanno permesso, con buona approssimazione, di stimare le prestazioni dei singoli prodotti e successivamente di simularne la resa acustica immaginando di inserirli in ambienti-tipo (uffici, aule scolastiche, padiglioni espositivi).

Per comprendere i risultati dei valori di prestazione acustica, si precisa che il coefficiente di fonoassorbimento  $\alpha$  può variare tra 0 e 1, dove 1 indica il massimo assorbimento possibile. Per avere un termine di confronto per quanto riguarda il fonoisolamento, si consideri ad esempio che una parete in mattoni forati spessa 10 cm offre un isolamento di circa 42 dB. Le simulazioni relative all'ap-

plicazione dei prodotti in contesti tipici, confrontando i dati con altri relativi all'utilizzo di materiali più comuni, hanno evidenziato un abbassamento del rumore generale di fondo e un netto miglioramento dell'intelligibilità del parlato all'interno dello stesso ambiente.

Ad esempio, per l'applicazione negli stand fieristici è stato ricreato un modello tridimensionale CAD di un tipico padiglione fieristico. Per avere un termine di confronto, gli stand esaminati sono stati modellati con partizioni costituite sia dalle soluzioni tecnologiche ideate (in cartone, denominate *Comieco*), sia da partizione di tipologia tradizionale (pannelli in legno rivestito). Ai fini dei calcoli, eseguiti con specifici software previsionali, sono state condotte, per entrambi i casi, due successive simulazioni, di cui una per la determinazione del livello di rumore di fondo, ottenuta sotto l'ipotesi di un determinato livello di affollamento del padiglione, l'altra per determinare l'intelligibilità del parlato. I risultati delle simulazioni hanno evidenziato che l'utilizzo delle soluzioni ideate negli stand tipo comporta un abbassamento del livello di rumore di fondo



pari a circa 6 dBA e un miglioramento dell'indice di intelligibilità di circa 0,2 punti. Con le stesse modalità sono state condotte le simulazioni per quanto riguarda gli uffici e le aule scolastiche. Interessanti risultati sono emersi proprio dalla valutazione del miglioramento della qualità acustica di un'aula scolastica attraverso l'utilizzo dei sistemi in cartone, in quanto non solo i livelli di riverbero misurati hanno rispettato i limiti di legge, ma sono risultati migliori rispetto a quelli ottenuti nella stessa aula con una correzione acustica che impiegava pannelli fonoassorbenti di tipo tradizionale (in fibra di poliestere).

Oltre alle prestazioni acustiche, tutti i prodotti sono stati valutati anche sotto altri aspetti quali la leggerezza e la trasportabilità, l'economicità e la riciclabilità. Tutti i prodotti sono interamente riciclabili, molto leggeri (pesano meno di 5 kg/m<sup>2</sup>) e hanno un prezzo presunto competitivo con quelli di altri tipi di materiali fonoassorbenti.

### Fase sperimentale

Successivamente sono state scelte, tra le soluzioni progettate, le due che sono risultate più performanti e più interessanti da sviluppare e di queste sono stati realizzati i prototipi per procedere alla fase sperimentale. I

due prodotti scelti sono il pannello sandwich composto da due pannelli di cartone alveolare con copertina forata e anima in fibra di cellulosa, e i baffles cilindrici composti da tubi di cartone riempiti di fibra di cellulosa. I prototipi sono stati realizzati e testati presso il laboratorio E-dB Lab di Envircom con sede a Firenze, partner del laboratorio congiunto Università - Impresa LAER&S. I test di laboratorio hanno riguardato la misura del coefficiente di assorbimento acustico  $\alpha$ .

I risultati hanno confermato le tendenze e le prestazioni acustiche stimate con il software previsionale, seppur con un lieve scarto, dovuto anche all'impossibilità di realizzare i prototipi in perfetta conformità con il progetto iniziale.

### Sviluppi futuri

Le simulazioni software effettuate hanno dato esiti interessanti sia in termini di prestazioni intrinseche dei prodotti ideati che in termini di comfort ambientale in ambienti tipo appartenenti a differenti casistiche (stand fieristici, uffici, aule scolastiche).

A questi si aggiungono i risultati positivi dei test di laboratorio per quanto riguarda il potere fonoassorbente. Le successive fasi della ricerca dovranno riguardare gli aspetti pratici e realizzativi dei prodotti, primo fra tutti l'ottimizzazione della produzione in serie. Sarà necessario il dialogo e il confronto con le aziende produttrici degli elementi impiegati (cartone alveolare, fibra di cellulosa, tubi di cartone) per giungere alla concreta realizzabilità dei prodotti.

Si dovranno ottimizzare i prodotti per quanto riguarda la resistenza al fuoco, tramite soluzioni ad hoc che preservino la riciclabilità dei materiali. Un ulteriore contributo dovrà arrivare dai designer, dal momento che il cartone non è un materiale nobile, ma offre infinite possibilità di colorazione, stampa e personalizzazione. ■

#### FONTI

I risultati della ricerca, finanziata dal Consorzio Comieco e condotta dal Laboratorio congiunto Università Impresa LAER&S (Laboratorio di Acustica Edilizia Ricerca & Sviluppo) dell'Università di Firenze, sono stati pubblicati in forma estesa in:  
*S. Secchi, I. Vannucchi, E. Farotto, E. Nannipieri, G. Cellai, E. Stoppioni*, "Ideazione e definizione di soluzioni a base cellulosica per l'isolamento acustico ed il fonoassorbimento negli edifici", in Atti del Convegno nazionale dell'Associazione Italiana di Acustica, Roma, 4-6 luglio 2012.