

ANALISI PRELIMINARE DI UNA BARRIERA ACUSTICA PRODOTTA CON SCARTO PULPER

Lucia Magnini (1), Fabio Brocchi (2), Simone Secchi (3)

1) Dipartimento di Architettura, Università di Firenze, lucia.magnini@unifi.it

2) Libero professionista, Pistoia, fabio.brocchi@onda-quadra.it

3) Dipartimento di Architettura, Università di Firenze, simone.secchi@unifi.it

SOMMARIO

Questa ricerca esplora il recupero dello scarto pulper, un residuo derivante dal riciclo di carta e materiali compositi a base di cellulosa, che attualmente viene smaltito prevalentemente tramite combustione. Lo studio preliminare propone di impiegare la frazione plastica estratta dal rifiuto per creare profili estrusi, variando la foratura per ottimizzare l'assorbimento e utilizzarli come barriere acustiche. All'interno dei moduli lo scarto stesso viene testato come materiale fonoassorbente.

1. Introduzione

La ricerca svolta dal Dipartimento di Architettura dell'Università di Firenze, in collaborazione con Il Consorzio Nazionale per il Recupero e Riciclo degli Imballaggi a base Cellulosica, COMIECO, nasce dall'esigenza di trovare destinazione al rifiuto più critico prodotto dall'industria cartaria di riciclo, lo scarto pulper.

Lo scarto pulper rappresenta l'inevitabile residuo del riciclo cartario, alimentato dalla crescente diffusione di imballaggi compositi provenienti sia dal circuito domestico che industriale, tipici di un'economia basata sul consumo di massa.

Trattandosi di un rifiuto derivante da materiali comuni e privo di trattamenti chimici nocivi, è classificato come non pericoloso, ma la sua crescita costante obbliga a una riflessione sul nostro modello di consumo. In Italia, sebbene il tasso di riciclo degli imballaggi cellulosici abbia raggiunto il 92,5% nel 2024, la produzione di questo scarto si attesta sulle 250.000 tonnellate annue distribuite in 90 stabilimenti. È un dato destinato a crescere proporzionalmente all'aumento dell'uso di carta da macero, che oggi copre il 60% del fabbisogno nazionale e alla complessità dei materiali immessi sul mercato [1].

Con questo studio si propone l'uso sperimentale dello scarto pulper come materiale fonoassorbente di riempimento, inserito in un elemento prodotto con la plastica estratta dallo scarto.

1.1 Lo scarto pulper: formazione e composizione

La formazione dello scarto pulper avviene in cartiera nella prima fase di spappolamento, dove la carta da macero viene immessa con acqua nel pulper, un reattore cilindrico. L'azione meccanica di pale rotanti ad alta velocità favorisce la defibrazione della carta, portando le fibre di cellulosa in sospensione per la successiva formazione del foglio, mentre i materiali estranei (plastiche, metalli, ecc.) vengono separati meccanicamente sfruttando la forza di gravità, la forza centrifuga e l'uso di griglie attraverso filtri successivi.

Lo scarto pulper è quindi ciò che resta dopo il recupero delle fibre (Fig. 1): un mix di materiali non riciclabili che riflette le abitudini di una società sempre più orientata a prodotti complessi e monouso. La sua composizione tipica sul secco comprende [2]: plastiche 60-70% (prevalentemente plastiche leggere ed eterogenee a base di poliolefine); fibra residua 20-30% (cellulosa che rimane adesa agli altri materiali o che non viene spappolata correttamente); metalli 6% (alluminio e ferro di punti metallici e graffette); altri materiali 4% (legno, vetro, sabbia, gomma, tessuti e adesivi).

Nonostante il suo potenziale teorico, la complessità gestionale, l'eterogeneità compositiva e l'alto tasso di umidità condannano lo scarto pulper a un ciclo lineare: le cartiere, impossibilitate a un recupero economico, sono costrette a indirizzare massicciamente questo rifiuto in discarica o verso gli inceneritori, dove viene smaltito tramite combustione.



Figura 1 – Fotografia di una massa di scarto pulper, scattata all'interno della cartiera di Smurfit Westrock a Verzuolo, Piemonte.

2. Precedenti sperimentazioni sullo scarto pulper

Lo scarto pulper è un materiale difficile da trattare e costituisce una sfida, per questo il mondo aziendale si interessa maggiormente alla componente polimerica al suo interno.

Il centro di Ricerca Lucense di Lucca ha condotto uno studio approfondito sulla produzione e composizione dello scarto pulper, attraverso il progetto LIFE ECO-PULPLAST, concluso nel 2018, un'iniziativa di ricerca e sviluppo tecnologico finanziata dal programma europeo LIFE. L'obiettivo principale era dimostrare la fattibilità del riciclo dello scarto di pulper per la produzione di pallet in plastica eterogenea (Fig. 2). Successivamente il progetto PLACET, finanziato dal Ministero dell'Ambiente su un bando del 2017 relativo all'economia circolare e concluso nel 2019, ha approfondito l'indagine e la sperimentazione delle tecnologie di separazione per recuperare dallo scarto la cellulosa fino al 90%, e reintegrarla nella produzione industriale e recuperare le plastiche leggere [2].

Le ricerche evidenziano come la corretta gestione di tali scarti consenta di recuperare gran parte della fibra e ridurre i volumi dei rifiuti del 30-50%. Viene inoltre approfondito il riutilizzo delle plastiche eterogenee estratte dallo scarto pulper per la fabbricazione di manufatti come i pallet, promuovendo un modello di economia circolare nel distretto cartario.

Ad oggi, un numero sempre crescente di cartiere sta investendo in impianti avanzati per la separazione delle plastiche dallo scarto di pulper. Alcuni stabilimenti hanno integrato nel proprio ciclo produttivo anche la lavorazione della componente plastica estratta, trasformandola in granulo. Quest'ultimo viene poi venduto a realtà terze per l'estrusione di nuovi manufatti.

Un esempio d'eccellenza in questo ambito è EcoRevive, che ha brevettato un processo innovativo per produrre PlastiQù [3], un polimero (granulo densificato) derivante al 100% dal riciclo di scarti plastici complessi. EcoRevive ha investito in un impianto di estrusione proprietario per trasformare questo materiale di recupero in prodotti finiti, profili e piastrelle per esterni.



Figura 2 – Il pallet prodotto in plastica di pulper dal centro di ricerca Lucense (LU) con il progetto Eco-Pulplast nel 2018.

3. Progetto di pannelli fonoassorbenti in plastica da scarto pulper

L'obiettivo dello studio è valutare l'impiego dello scarto di pulper tal quale come materiale di riempimento con proprietà fonoassorbenti, integrato all'interno di un profilo alveolare realizzato mediante estrusione della frazione plastica recuperata dal medesimo processo.

Il granulo polimerico ottenuto dal pulper è un mix di polimeri (prevalentemente poliolefine), con una buona flessibilità e resistenza all'urto che si presenta di colore grigio scuro a causa del mix di colori degli scarti originali, il che lo rende meno adatto a prodotti estetici da interni ma più ad arredi urbani. La ricerca propone di comporre una barriera acustica per spazi esterni, abbinando pannelli a forature differenziate per ottenere una risposta in frequenza più ampia.

Partendo dal modello di un profilo estruso utilizzato per pavimentazione esterna si è ipotizzato un pannello largo 250mm, come si vede in figura 3, di 7mm di spessore anteriore di plastica rigida, 80mm di profondità delle celle, 15mm di spessore posteriore, con tagli longitudinali di spessore 3mm a spaziature diverse: 32mm (8.82% di foratura, 6 tagli per pannello), 50mm (5.66% di foratura, 4 tagli) e 106mm (2.80% di foratura, due tagli).



Figura 3 – Rendering delle ipotesi di pannelli in plastica estratta dal pulper, con rapporto di foratura crescente e riempimento in materiale fonoassorbente.

All'interno del profilo viene inserito lo scarto pulper pressato ad una densità pari a 125 kg/m^3 con resistività al flusso di $815 \text{ Pa}\cdot\text{s/m}^2$. Questa fase della ricerca vede l'utilizzo del pulper come materiale fonoassorbente ma date l'eterogeneità e l'umidità dello scarto è possibile ipotizzare uno sviluppo diverso della ricerca, in cui il riempimento delle celle possa essere fatto con materiali più stabili e omogenei.

4. Risultati e valutazioni preliminari

Lo studio dei pannelli forati viene svolto con il software Zorba. Come si vede nel grafico in figura 4 la posizione dei picchi di assorbimento lungo l'asse delle frequenze (Hz) si sposta secondo il rapporto di foratura. All'aumentare della spaziatura e quindi al diminuire della percentuale di foratura, la frequenza di risonanza si abbassa. Il pannello con spaziatura a 106 mm sembra essere quello più efficiente in termini assoluti, raggiungendo un coefficiente di assorbimento prossimo a 1 a 250 Hz.

La linea tratteggiata evidenzia il valore della media aritmetica che fa riferimento all'uso nella medesima barriera di pannelli con fresature a distanze diverse. Questo consente di allargare la banda di assorbimento, coprendo un range che va dai 250 Hz ai 500 Hz in modo più uniforme.

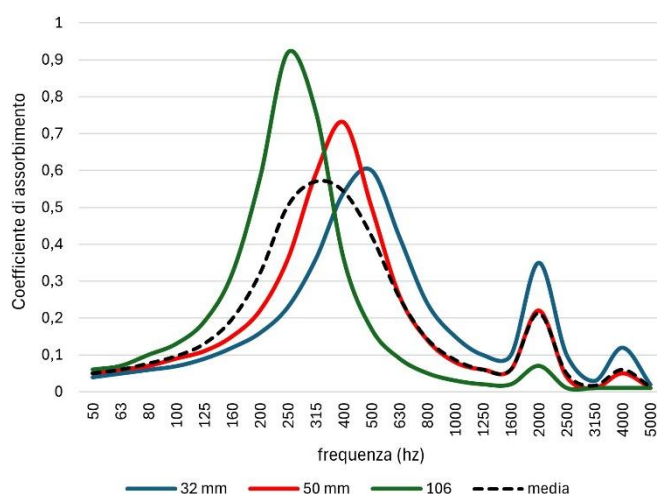


Figura 4 – Coefficiente di assorbimento dei pannelli con diversa percentuale di foratura; grafico ottenuto con il software Zorba (modello Allard Champoux).

In seguito, la ricerca si focalizzerà sulla progettazione di una barriera acustica composta da moduli alternati, che permetta così maggiore efficacia nell'assorbimento del rumore da traffico.

5. Ringraziamenti

Si ringrazia le cartiere di Lucart con sede a Diecimo e Porcari (LU) per la fornitura dei campioni di scarto pulper e l'azienda Ecorevive per i profili polimerici di studio.

6. Bibliografia

- [1] Sicilia F., Elaborazione Dati R. E., Grafica I. E., Rapporto UNIRIMA 2025: La produzione di materia prima-end of waste dalla raccolta differenziata di carta e cartone, UNIRIMA, Roma, 2025
- [2] Giangrandi-Lucense S., Tecnologie e prospettive per il riciclo di plastiche eterogenee e cellulosa dallo scarto di pulper, in Proc. of 49° Congresso ATICELCA, Villalta di Gazzo, Italy, 2018
- [3] <https://www.ecorevive.it/plastiqu/>