

# PIEZORESISTIVITA' DI ESPANSI COMPOSITI POLIMERICI MULTIFUNZIONALI A CONTROLLO MAGNETICO

*D. Davino<sup>1,2</sup>, A. Di Matteo<sup>1</sup>, V.P. Loschiavo<sup>1,2</sup>, A. Picone<sup>2</sup>, L. Sorrentino<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Università degli Studi del Sannio, Dip. di Ingegneria - Piazza Roma 21, 82100 Benevento  
<sup>2</sup>Istituto per i Polimeri, Compositi e Biomateriali – CNR, P.le E. Fermi 1, 80055 Portici (NA)

L'attività di ricerca riguarda lo sviluppo di materiali espansi (“schiume”) magneto-sensibili ed è svolta nell'ambito di un programma di ricerca scientifica di rilevante interesse nazionale (ECOPAM – PRIN 2022).

I materiali magneto-reologici e magneto-elastici rappresentano una specifica classe di materiali intelligenti che rispondono ad un campo magnetico esterno manifestando un rapido e reversibile cambiamento delle loro proprietà visco-elastiche. Le proprietà più significative di questi materiali sono l'effetto magnetostrittivo e la variazione della rigidità in seguito all'applicazione di un campo magnetico. In passato sono stati proposti diversi materiali magneto-reologici solidi, ma la loro elevata densità richiedeva campi magnetici molto alti per distribuire le particelle in maniera ottimale e sfruttare la loro risposta magneto-elastica, riducendo in questo modo i loro potenziali campi di applicazione. A differenza dei fluidi magneto-reologici, i solidi magneto-elastici possono essere facilmente modellati e caratterizzati da una fissata distribuzione spaziale delle particelle definita durante la formatura, ottimizzando la risposta in una direzione preferenziale. La necessità di ridurre sia il peso delle strutture sia l'intensità dei campi utilizzati suggerisce lo sviluppo di materiali a bassa densità: i materiali porosi rappresentano una possibile soluzione a tali esigenze.

Il progetto ECOPAM si propone di sviluppare espansi compositi polimerici leggeri e multifunzionali con distribuzione anisotropa delle particelle indotta dall'applicazione di un campo magnetico appropriato durante il processo produttivo. Tali sistemi si comportano come materiali multifunzionali e presentano un'anisotropia strutturale e funzionale specifica, abbinata a una struttura cellulare. Il potenziale di questa nuova classe di materiali è già stato dimostrato nel progetto "Epocam: Sviluppo di schiume polimeriche intelligenti con comportamento controllato dal campo magnetico", finanziato da un bando prin precedente. Le innovazioni, i risultati, le competenze, i dispositivi e le procedure peculiari di EPOCAM hanno permesso di avviare la produzione di materiali polimerici leggeri con proprietà magnetiche migliorate sia mediante stampaggio a iniezione che mediante schiumatura in batch, e costituiranno il fondamento di questa proposta.

L'attuale proposta (ECOPAM) intende ampliare la base di conoscenze dei proponenti su questi materiali, affrontando ulteriori aspetti rispetto al progetto precedente. In particolare, sono introdotti due principali miglioramenti: 1) l'uso di polimeri biodegradabili e di origine biologica. Nello stampaggio a iniezione, per i termoplastici, verranno utilizzati polimeri biodegradabili. Nella schiumatura in batch, per i termoindurenti, verrà utilizzata una formulazione poliuretanic di origine biologica. Ciò ridurrà l'impatto ambientale della produzione, in linea con il principio “DNSH”. Poi, 2) l'accoppiamento ibrido di particelle di forma diversa per migliorare le caratteristiche dei metamateriali.

Riguardo le proprietà innovative da esplorare, questi materiali presentano anche una diffusività termica anisotropa e proprietà piezo-resistive. Infatti, la presenza delle particelle magnetiche allineate, se in percentuale sufficiente, crea dei percorsi conduttivi, secondo il

principio della “percolazione elettrica”. In questi materiali, i percorsi conduttivi sono influenzati dalla compressione a cui è sottoposto il materiale.

A titolo di esempio, la figura a destra mostra la resistività di un campione, misurata secondo lo schema proposto al centro della figura. Nel grafico a sinistra, si nota chiaramente che la resistività è abbastanza indipendente dal campo elettrico mentre dipende dalla compressione.

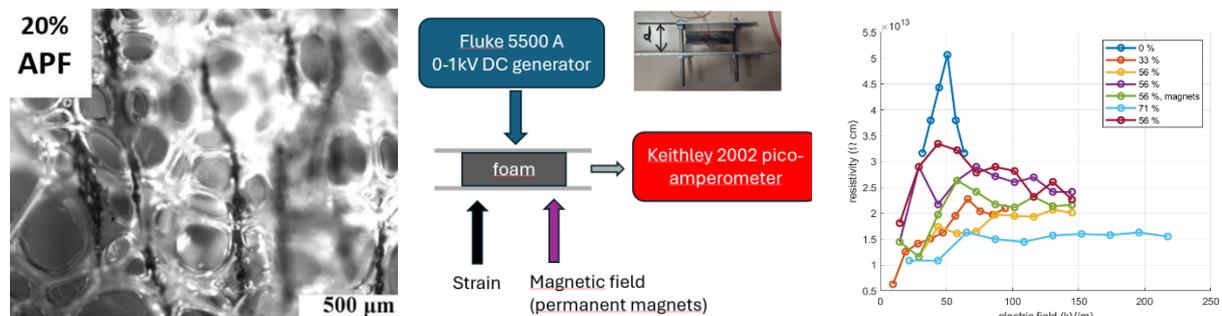


Figura 1. Micrografia SEM di un espanso con il 20% in peso di particelle magnetiche allineate (sinistra). Schema del setup per la misura della resistività (centro). Resistività al variare della compressione “d” del materiale (destra).

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] L. Sorrentino, M. D’Auria, D. Davino, C. Visone, S. Iannace, “*SmartFoams with Magneto- Sensitive Elastic Behavior*”, *AIP Conference Proceedings*, 1599, 238-241 (2014)
- [2] M. D’Auria, D. Davino, S. Iannace, L. Sorrentino, C. Visone, “*Magneto-mechanical properties of polymeric magnetic foams*”, *3rd Magnetism National Conference – Magnet 2013*
- [3] L. Sorrentino et al, “*Mimicking the Anisotropic Behavior of Natural Porous Structures by Controlling the Reinforcing Particles Distribution in Polymeric Foams*”, *4th International Conference on Modern Materials and Technologies – CIMTEC 2012*
- [4] D’Auria, M., et al., Magnetic field-structuring as versatile approach to shape the anisotropic mechanical response of composite foams. *Composites Part B: Engineering*, 2021. 212: p. 108659. DOI: 10.1016/j.compositesb.2021.108659.
- [5] Davino, D.; D’Auria, M.; Pantani, R.; Sorrentino, L. Reinforced Smart Foams Produced with Time-Profiled Magnetic Fields. *Polymers* 2021, 13, 24. <https://doi.org/10.3390/polym13010024>