

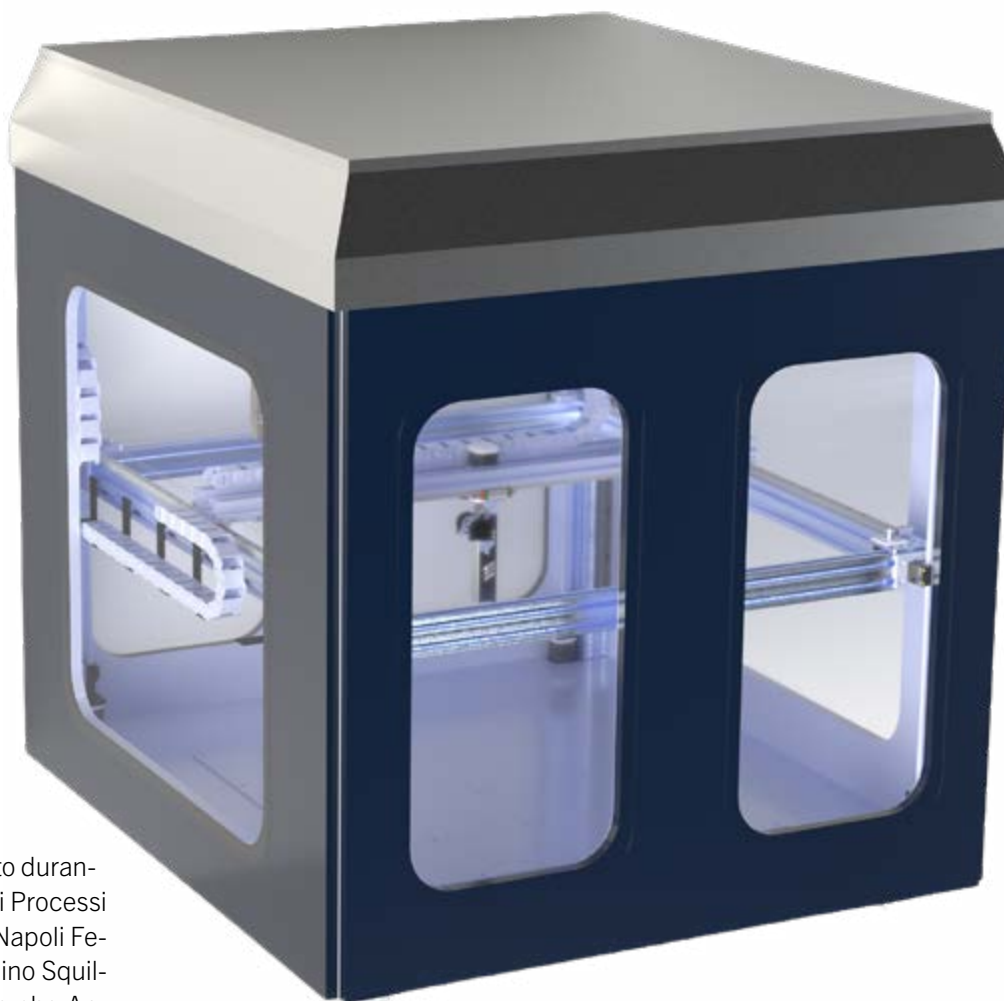
FOAM ADDITIVE MANUFACTURING[®], LA STRUTTURA INTERNA DIVENTA PROGETTAZIONE

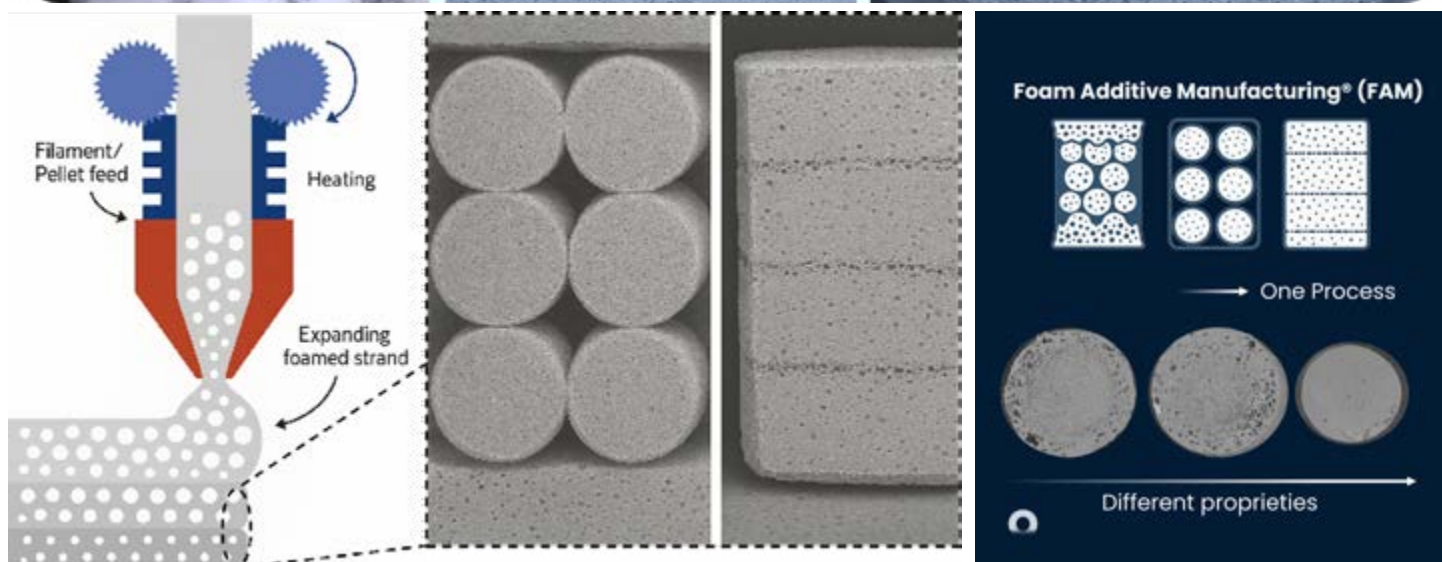
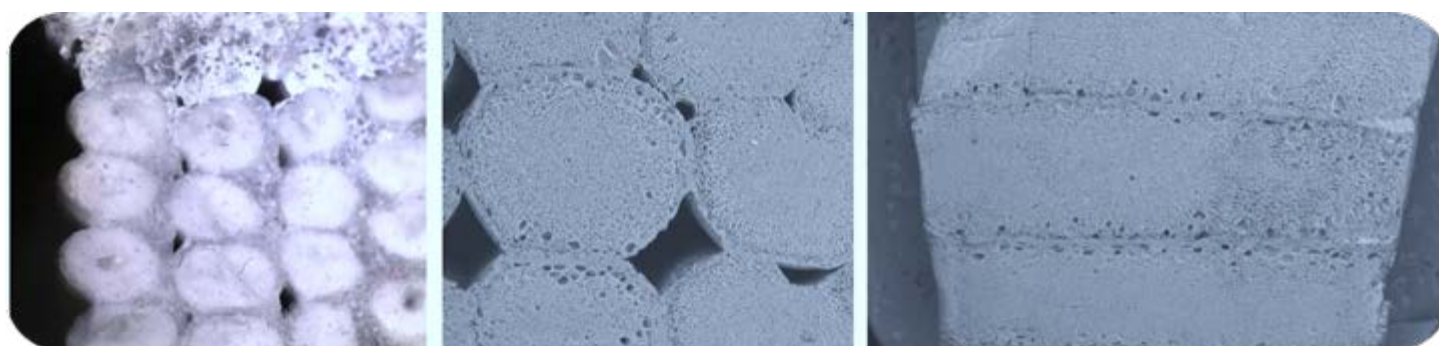
DALLA RICERCA
UNIVERSITARIA ALLA
VALIDAZIONE INDUSTRIALE,
ONIRO HA SVILUPPATO
UNA TECNOLOGIA CHE
INTEGRA LA SCHIUMATURA
FISICA DIRETTAMENTE
NELLA STAMPA 3D

Con la Foam Additive Manufacturing[®], o FAM, densità, porosità e proprietà meccaniche del materiale diventano parametri programmabili, aprendo nuove prospettive per componenti leggeri, performanti e monomateriale in diversi settori industriali.

Dalla ricerca all'impresa

Oniro nasce da un percorso di ricerca avviato durante il dottorato in Ingegneria dei Prodotti e dei Processi Industriali presso l'Università degli Studi di Napoli Federico II, sotto la guida dei professori Antonino Squilace e Daniele Tammaro. È in quel contesto che Andrea Lorenzo Henri, co-founder dell'azienda, ha lavo-



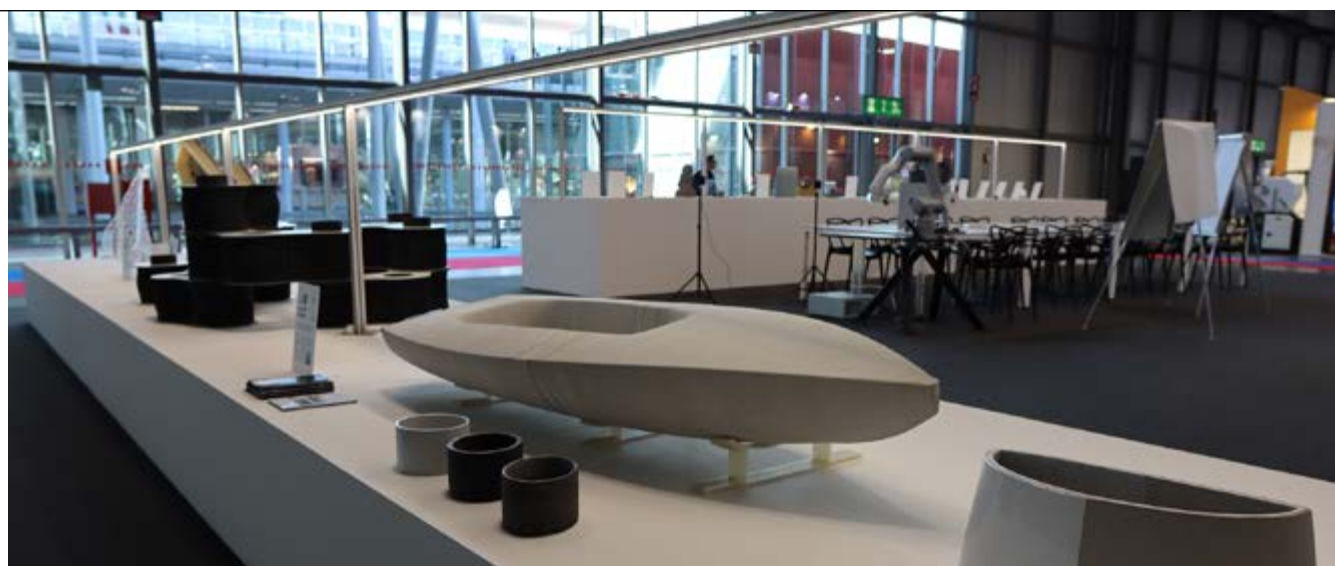


rato all'incontro tra manifattura additiva, lavorazione dei materiali polimerici e processi di schiumatura.

La domanda iniziale era tanto semplice quanto decisiva: perché una stampante 3D può controllare con precisione la geometria di un componente, ma non la densità e le proprietà del materiale durante la produzione? Da questa riflessione è emersa una linea di ricerca che ha mostrato la possibilità di integrare la schiumatura fisica direttamente nel processo additivo, usando gas come la CO₂ per generare una struttu-

ra cellulare controllata all'interno del polimero.

La risposta industriale a quel lavoro è arrivata nel 2024, con la nascita di Oniro. L'obiettivo non era solo validare un principio scientifico, ma trasformarlo in una tecnologia applicabile in produzione: componenti più leggeri, più performanti e realizzati in un unico processo, con un solo materiale, senza ricorrere a soluzioni composite complesse o ad assemblaggi di parti diverse. È qui che la FAM prende forma come piattaforma industriale: una soluzione pensata



non solo per dimostrare un principio tecnologico, ma per portare vantaggi misurabili nei processi produttivi delle aziende.

Come cambia la stampa 3D

La differenza più rilevante rispetto alla manifattura additiva convenzionale è che la FAM non agisce soltanto sulla geometria esterna o sulle strutture di riempimento. Nella stampa 3D tradizionale l'alleggerimento viene ottenuto soprattutto tramite infill, lattice structures, cavità o reticoli interni; si tratta di soluzioni utili, ma comunque limitate dalla risoluzione della macchina e dal diametro di deposizione.

Nel caso della Foam Additive Manufacturing, invece, il controllo avviene direttamente sulla microstruttura del materiale. Un gas fisico, come la CO₂, viene disciolto nel polimero e, durante l'estrusione, genera una struttura cellulare composta da bolle molto più piccole rispetto alle geometrie ottenibili con

la sola stampante. Il vantaggio è duplice: da un lato si interviene sulla densità del materiale, dall'altro si può modulare la struttura interna in modo localizzato, lungo tutto il percorso di stampa. Questo consente di ottenere zone compatte, zone espanse e transizioni graduali all'interno dello stesso pezzo. Il risultato, in sostanza, è un composito monomateriale su misura: leggero dove il peso va contenuto, più denso dove servono resistenza e stabilità. Una logica che cambia il ruolo del processo additivo, perché non si limita più a "dare forma", ma comincia a programmare anche la materia.

Peso, rigidità e funzioni

Il primo beneficio concreto è la riduzione del peso, che non dipende solo dalla presenza o meno di cavità geometriche, ma dalla possibilità di abbassare direttamente la densità del materiale. In funzione del polimero e dell'applicazione, la tecnologia permette al-



leggerimenti molto significativi, con un uso più mirato della materia prima.

Ma il vantaggio non si esaurisce qui. La FAM consente infatti di distribuire le prestazioni all'interno del componente, regolando localmente rigidità, resistenza, assorbimento degli urti e persino isolamento termico. Questo significa che il pezzo non deve più essere sovradimensionato nella sua interezza per rispondere al punto più critico della sollecitazione: il materiale può essere "dosato" dove serve, e alleggerito dove non è necessario mantenerlo compatto. Dal punto di vista progettuale, è forse questo l'aspetto più interessante. Il progettista non lavora più soltanto sulla geometria e sull'infill, ma può intervenire anche sulla variazione delle proprietà del materiale lungo il pezzo. Si apre così uno scenario in cui forma e microstruttura vengono progettate insieme, con un livello di libertà che si avvicina a quello di soluzioni composite avanzate, ma con la semplicità di un processo monomateriale e di un'unica fase produttiva.

I mercati più promettenti

I settori più interessanti sono quelli in cui la riduzione del peso produce un effetto immediato su costi, prestazioni e sostenibilità. Tra questi, il settore navale oc-

cupa una posizione particolarmente rilevante, perché la tecnologia può essere impiegata per pannelli, arredi, componenti sandwich e strutture alleggerite, riducendo numero di materiali, massa complessiva e fasi di assemblaggio. Un altro ambito strategico è l'aerospazio, incluse applicazioni per satelliti, droni e componenti secondari.

In questo caso anche una riduzione limitata della massa può tradursi in un vantaggio di sistema molto grande, e la possibilità di distribuire localmente densità e rigidità è particolarmente utile per ottimizzare le prestazioni strutturali.

Oniro guarda però anche alla manifattura additiva di grande formato e ai compositi avanzati, dove la FAM può introdurre anime leggere, gradienti di densità e componenti monomateriale difficili da ottenere con i processi tradizionali.

Accanto a questi comparti ci sono anche edilizia, mobilità, design industriale e protezioni tecniche, cioè tutti quei contesti in cui leggerezza, assorbimento degli urti, isolamento e libertà geometrica vanno di pari passo. In altre parole, la tecnologia trova spazio ovunque oggi si usino pannelli sandwich, schiume, adesivi o assemblaggi multimateriale e si cerchi una soluzione più semplice e integrata.

Un dimostratore che parla chiaro

Tra i casi già validati, uno dei più rappresentativi è una barca lunga circa 1,8 metri e dal peso di appena 9 chilogrammi.

Il progetto è stato sviluppato per mostrare in modo concreto il potenziale della FAM nella manifattura additiva di grande formato e per verificare la possibilità di produrre strutture ampie, leggere e monomateriale senza perdere continuità strutturale.

Il caso è interessante non solo per il risultato finale, ma per ciò che dimostra sul piano industriale. Una barca di questo tipo mette in evidenza la capacità della tecnologia di lavorare su componenti di grande scala, dove il contenimento del peso si lega alla semplificazione costruttiva e alla personalizzazione del pezzo. Ed è proprio qui che la FAM può diventare una leva concreta: non come esercizio sperimentale, ma come metodo per ridurre materiale, fasi di lavorazione e complessità del prodotto finito.

Come entra in azienda

Oniro propone due modalità di accesso alla tecnologia: la progettazione e produzione di componenti FAM su commissione, per le aziende che vogliono sviluppare rapidamente un'applicazione, e la fornitura di impianti, macchinari, materiali qualificati e software per chi desidera internalizzare il processo. In entrambi i casi il punto di partenza è un normale modello CAD, sul quale vengono definite le prestazioni richieste nelle diverse aree del componente.

Attraverso algoritmi proprietari e brevettati, Oniro genera direttamente dal design la distribuzione dei gradienti di densità necessaria a ottenere le prestazioni richieste. Il sistema individua dove il materiale debba essere più leggero, più compatto o caratterizzato da specifiche proprietà locali. Queste informazioni vengono quindi tradotte nel path planning, cioè nella strategia di deposizione e nei parametri di processo necessari a riprodurre durante la stampa la distribuzione di densità desiderata. Il percorso macchina non definisce più soltanto la geometria del componente, ma anche la sua struttura interna e il comportamento locale del materiale. Questo approccio, in prospettiva, rende la tecnologia interessante anche per chi lavora con piccole serie o componenti customizzati, dove l'elasticità del processo e la possibilità di integrare più funzioni in un unico pezzo diventano un vantaggio competitivo.

Il ruolo decisivo del software

Il software è uno degli elementi centrali della piattaforma, perché fa da ponte tra le esigenze del proget-

tista e i parametri effettivi di stampa. In una prima fase, il progettista può indicare dove il componente deve essere più leggero, più rigido o più resistente; il sistema traduce queste indicazioni in variazioni locali di densità, grado di espansione e struttura cellulare. Per rendere il processo prevedibile e ripetibile, Oniro utilizza mappe sperimentali che mettono in relazione condizioni di lavorazione e caratteristiche finali del materiale.

Questo è un passaggio importante: il controllo della densità non dipende soltanto dall'abilità dell'operatore, ma diventa programmabile e replicabile secondo specifiche tecniche definite in anticipo. Una distinzione non banale, soprattutto quando si punta all'industrializzazione. In prospettiva, il software potrà fare ancora di più.

Attraverso algoritmi di machine learning, simulazione e ottimizzazione topologica, il sistema potrà suggerire come distribuire la densità all'interno del pezzo partendo dai carichi, dai vincoli geometrici e dagli obiettivi prestazionali. L'idea è arrivare a un flusso in cui il progettista non debba definire manualmente ogni variazione, ma possa partire dalle prestazioni richieste e lasciare al sistema il compito di individuare la distribuzione più efficace del materiale.

Le prossime tappe

L'obiettivo di Oniro è portare la FAM da tecnologia validata a piattaforma industriale realmente adottabile dalle aziende.

Per farlo, l'azienda sta lavorando sulla standardizzazione degli impianti, sulla qualificazione dei materiali e sullo sviluppo del software di controllo, così da rendere il processo sempre più semplice, ripetibile e integrabile nei flussi produttivi esistenti.

Sul piano commerciale, i canali saranno due e complementari: da un lato la produzione di componenti FAM su commissione, dall'altro la vendita di impianti, materiali qualificati e licenze software alle aziende che intendono internalizzare il processo. In parallelo, Oniro punta a rafforzare le collaborazioni con produttori di stampanti, integratori industriali e utilizzatori finali, per sviluppare applicazioni mirate e accompagnare i primi clienti dalla progettazione alla produzione. La visione di fondo è quella di costruire un ecosistema completo, in cui hardware, materiali e software lavorino insieme.

Ed è forse questo il punto più interessante della proposta: la Foam Additive Manufacturing non come semplice innovazione di processo, ma come nuova piattaforma per progettare e produrre componenti leggeri, performanti e monomateriale su misura. ■