

Quando conviene veramente la stampa 3D?

Le tecniche di produzione additiva, la stampa 3D, continuano a suscitare interesse e curiosità, ma non è sempre semplice riuscire a valutare la reale convenienza del loro utilizzo. In questo articolo gli autori illustrano come le aziende possono valutare la fattibilità tecnico-economica dell'uso delle stampanti 3D grazie all'ausilio di rigorose metodologie di valutazione

di Massimo Zanardini, Andrea Bacchetti*

In un nostro precedente contributo (*Quando conviene la stampa 3D? – Sistemi&Impresa* settembre 2015), abbiamo iniziato a descrivere il processo col quale, le aziende interessate a valutare l'utilizzo di tecniche di produzione additiva (3D Printing), possono verificare la fattibilità tecnico-economica di queste applicazioni, con specifico riferimento al proprio contesto produttivo. In particolare, la metodologia proposta si compone di 3 differenti fasi (Figura 1), da svolgere in serie, grazie alle quali identificare le eventuali tecnologie / stampanti in grado di rispondere ai fabbisogni dell'azienda, stimando gli economics in ottica di costo totale di possesso.

Nel precedente contributo avevamo discusso ampiamente della prima fase del processo di analisi di fattibilità, evidenziando come non fosse possibile prescindere dallo specifico contesto entro il quale opera un'azienda. Grazie a tre parametri chiave qualitativi (complessità, personalizzazione e volumi realizzati) e 4 indicatori quali/quantitativi, un'azienda può classificare le proprie attività all'interno di 8 contesti specifici, ai quali possono essere associati o meno ambiti applicativi della stampa 3D.

In questo articolo, descriveremo le fasi successive dell'analisi che, prendendo in input i prodotti e/o le famiglie di prodotti risultate

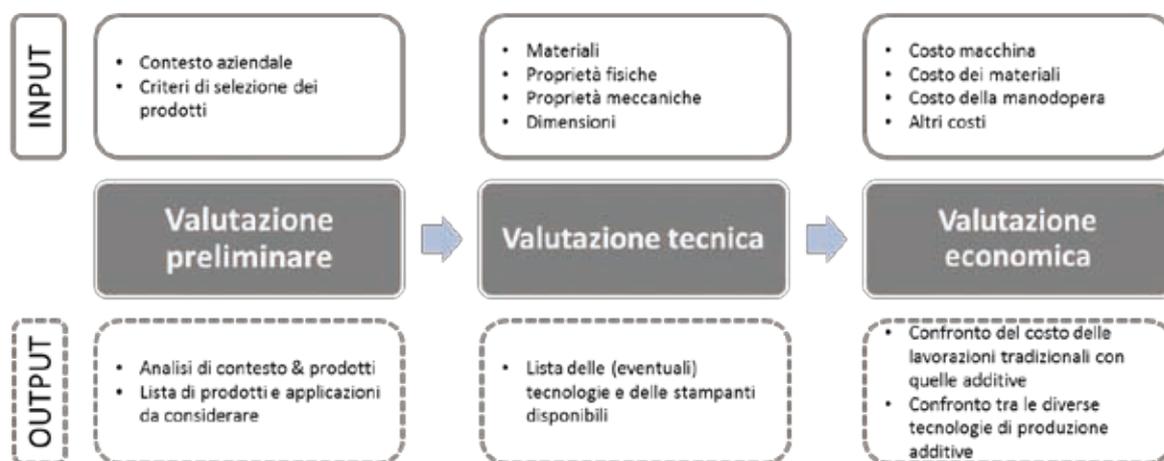


Figura 1 - Percorso di analisi della metodologia proposta dal laboratorio RISE

* Laboratorio di ricerca RISE - Università degli Studi di Brescia

idonee ad applicazioni di stampa 3D, debbano quindi essere ora soggette a considerazioni di natura tecnica ed economica.

Valutazione tecnica

La valutazione di natura tecnica ha l'obiettivo di identificare le tecnologie e le stampanti in grado di soddisfare i fabbisogni aziendali. Tale operazione è possibile grazie all'utilizzo di un database in cui sono raccolte tutte le informazioni inerenti le stampanti 3D professionali acquistabili in Italia. A oggi tale archivio consta di 110 stampanti, catalogate per: materiali stampabili, dimensioni della camera di stampa, tolleranze dimensionali ottenibili, finitura superficiale, velocità di stampa, costo di acquisto e altre caratteristiche di ancora maggiore dettaglio. Grazie alla mole di dati raccolti, è possibile incrociare le esigenze dell'azienda (in termini di caratteristiche fisiche e meccaniche dei prodotti, livelli di finitura, dimensioni) con le specifiche tecniche delle stampanti disponibili, al fine di individuare il sotto-insieme di macchinari che possano garantire il soddisfacimento di questi requisiti. L'output di questa fase è quindi una lista di tecnologie, di stampanti, di materiali e di rivenditori, in grado di supportare l'azienda nella realizzazione dei prodotti in target individuati nella precedente fase di valutazione preliminare. Come si può notare in Figura 2, la valutazione in serie dei principali fabbisogni / vincoli aziendali, può portare a escludere alcune tecnologie / stampanti, proponendo al termine l'insieme di quelle tecnicamente idonee.



Figura 2 – Esempio di applicazione dei criteri decisionali a un caso reale

Valutazione economica

A seguire, deve essere sviluppata un'analisi economica, con l'obiettivo di valutare la convenienza monetaria delle applicazioni di stampa 3D

(proposte allo step precedente) rispetto a quelle correntemente impiegate in azienda. Dopo un'attenta analisi della letteratura scientifica, volta a investigare i modelli di calcolo già proposti, sono state prese in considerazione 3 macrovoci (Figura 3):



Figura 3 - Voci di costo principali alla base del modello di valutazione economica

Costo macchina

Il costo macchina si compone del prezzo di acquisto della stampante, delle attrezzature ausiliarie, dei costi della manutenzione ordinaria / straordinaria e dei SW necessari sia alla gestione della stampante sia alla modellazione 3D. Il calcolo del costo orario di utilizzo della stampante è funzione delle ore in cui questa viene impiegata. Per una stima (di massima) di questo parametro, è necessario conoscere il volume di pezzi che potrebbero essere realizzati e, nota la velocità del

processo di stampa, calcolare il numero di sessioni di stampa necessarie a soddisfare tale richiesta, in quanto tempo. Al riguardo, è opportuno sottolineare che il calcolo di questa voce di costo viene eseguito rispettando un'ipotesi ben nota in letteratura: ogni sessione di stampa satura completamente la macchina. Sebbene tale assunzione appaia molto forte, può in realtà essere considerata ragionevole: grazie all'assenza di costi di setup legati ai singoli prodotti e all'assenza di attrezzature specifiche da sviluppare, è evidente che

la tendenza 'naturale' per le aziende sarà quella di saturare il più possibile la macchina con prodotti e componenti di diverse forme e geometrie, al fine di ottenere il costo di utilizzo più ridotto possibile.

Costo materiale

Il costo del materiale è legato all'utilizzo sia dei materiali che andranno a comporre il pezzo da realizzare (diretti), sia dei materiali di

sivamente rimossi al termine del processo di stampa. Da ciò deriva un ulteriore messaggio importante: le tecnologie che sfruttano polveri, possono realizzare prodotti sovrapposti all'interno della camera di stampa, mentre quelle che sfruttano liquidi e resine non lo consentono.

Costo manodopera

Il costo della manodopera è legato al consumo di tempo degli operatori che realizzano il setup della macchina, la sua (eventuale) supervisione, lo scarico e la finitura dei pezzi realizzati. Anche per le stampanti 3D quindi, sono richieste attività di setup, legate al completamento del processo di stampa (in cui potrebbero essere stampati prodotti completamente differenti gli uni dagli altri) e all'avvio di quello successivo. Come già accennato, sono inoltre richieste attività per l'estrazione dei pezzi dalla camera di stampa, e per la rimozione di tutte le strutture di supporto stampate. Tali operazioni vengono di solito svolte

con forni, vaschette ultrasuoni, sistemi waterjet etc. che supportano l'operatore e garantiscono livelli di finitura dei pezzi coerenti con i fabbisogni espressi.

Il siffatto modello economico può essere impiegato con un duplice scopo:

1. *Comparare il costo totale di utilizzo di differenti tecnologie e stampanti*

Potendo fare affidamento su di un database popolato con oltre 100 stampanti, è possibile operare dei confronti tra le diverse tecnologie proposte come 'idonee' nella fase di valutazione tecnica; in altre parole,

Il modello consente di selezionare la tecnologia economicamente preferibile (si veda a titolo esemplificativo la Figura 4).

Altra possibilità è quella di comparare il costo totale di possesso di diverse stampanti, confrontando la natura (fissa oppure variabile) dei costi, a seconda della loro dipendenza rispetto ai volumi prodotti (Figura 5). Questo punto di vista permette di avere sotto controllo la composizione dei costi in funzione delle quantità prodotte che, soprattutto in uno scenario di riconversione dei prodotti da un processo tradizione verso uno additivo, potrebbero subire un periodo di transitorio

non indifferente. A seconda di quanto un'azienda valuti possa durare questo periodo, potrà così identificare quale sia la stampante più idonea.

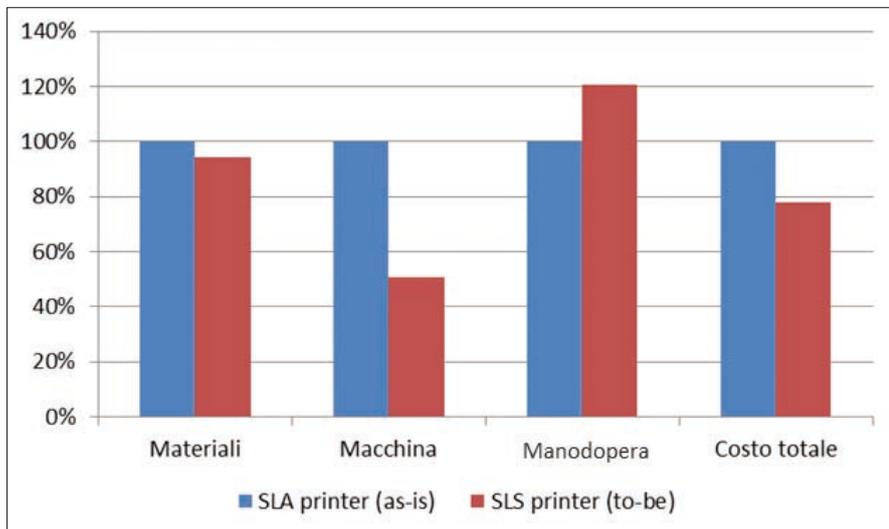


Figura 4 - Confronto economico tra due possibili tecnologie di stampa 3D

supporto necessari (eventualmente) a garantire la consistenza dell'oggetto durante la stampa vera e propria. Infatti, qualora vengano utilizzate resine e liquidi in generale, il processo additivo si avvarrà di materiali di supporto con cui andare a stabilizzare la struttura dell'oggetto (si pensi alla realizzazione di pareti inclinate, tali per cui a ogni strato non corrisponde necessariamente uno strato inferiore sul quale appoggiarsi). Vengono quindi sfruttati mate-

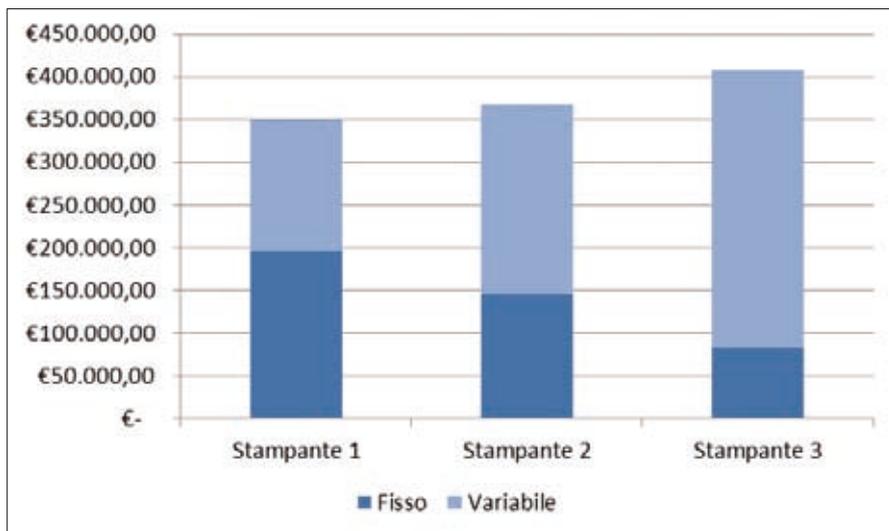


Figura 5 - Costi fissi vs. costi variabili

riali con caratteristiche meccaniche limitate che possano fungere da punto di appoggio temporaneo per gli strati dell'oggetto, succes-

2. Confrontare il costo del processo additivo con il costo del processo tradizionale

Oltre a identificare quale tra le soluzioni tecnicamente fattibili possa essere quella più profittevole dal punto di vista economico, un'azienda dovrà necessariamente valutare quanto lo sia rispetto al processo attuale (lavorazioni CNC, stampaggio a iniezione etc.). Generalmente, se nella produzione con tecniche tradizionali sono utilizzati stampi o altre attrezzature dedicate, che quindi costituiscono un importante costo fisso, la stampa 3D risulterà conveniente per ridotti volumi produttivi, perdendo via via competitività al crescere di tali volumi. Questo perché, di fatto, il costo relativo alla realizzazione di componenti stampati in 3D è invariante rispetto ai volumi realizzati, in relazione al fatto che non ci sono costi di setup e di attrezzature / utensili. Al contrario, le tecniche tradizionali beneficiano di economie di scala, tali per cui al crescere dei volumi realizzati i costi fissi vengono ripartiti su una base di allocazione maggiore, incidendo quindi in quota parte inferiore sul costo unitario di produzione. Al fine di comprendere al meglio la dinamica dei costi, il confronto viene fatto simulando diversi possibili livelli di produzione, per identificare il break-even point (Figura 6). Nel caso rappresentato, quando i volumi richiesti sono inferiori al punto di pareggio, ha senso valutare l'utilizzo della stampa 3D; al di sopra di esso, continuano a essere preferibili le tecniche tradizionali.

Conclusioni

In sintesi, è doveroso che le aziende pongano particolare attenzione agli economics immediatamente valutabili, anche grazie all'ausilio di rigorose metodologie di valutazione, come quella proposta. Attenzione però anche ai possibili benefici in esercizio dei prodotti così realizzati. Spesso, infatti, grazie alle tecniche additive, si ha la possibilità di progettare e realizzare prodotti con forme e geometrie avanzate, in grado di offrire prestazioni incrementate, tali da rendere possibili funzionalità prima assenti, senza necessariamente incorrere in extra costi, visto che con le tecniche additive *complexity is for free* (Figura 7).

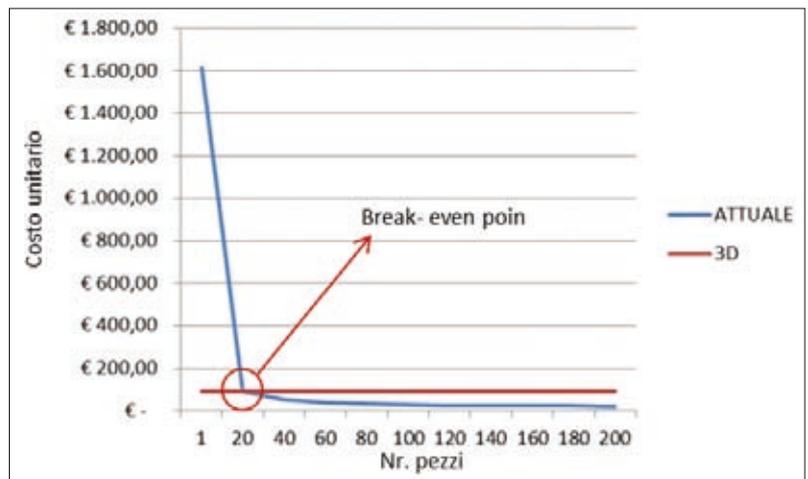


Figura 6 – Confronto economico tra Stampa 3D e produzione tradizionale

È il caso degli iniettori di carburante per aeromobili realizzati con tecnologie additive da General Electric; sebbene il costo di produzione sia (an-

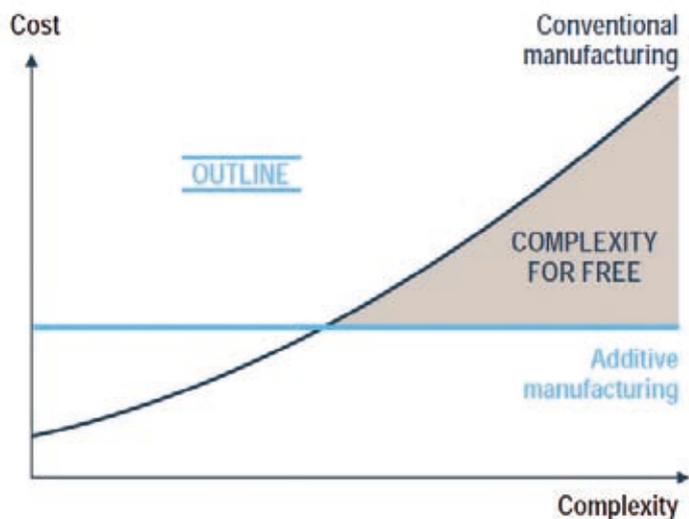


Figura 7 - La complessità non costa con la stampa 3D¹

cora) superiore rispetto al passato, il minor peso e la migliore fluidodinamica (resa possibile dalla complessa geometria interna ottenibile), permettono di generare risparmi di almeno un ordine di grandezza superiori in esercizio, in termini di maggiore aerodinamicità del velivolo e, conseguentemente, minor consumo di carburante.

Ringraziamenti

Si ringrazia l'ing. Enrico Manenti, già tesista presso il Laboratorio RISE – Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale – Università degli Studi di Brescia, per il lavoro svolto nella progettazione e nello sviluppo della metodologia di valutazione tecnico-economica delle applicazioni di stampa 3D.

¹ Additive manufacturing: A game changer for the manufacturing industry? Roland Berger, Novembre 2013