



Stando a quanto riportato dal rapporto ASI, il 2021 è stato un buon anno per il comparto manifatturiero italiano, “*confermando tassi di crescita tra i più vivaci nel panorama europeo*”. Sempre stando al rapporto ASI (Analisi Settori Industriali) di ottobre 2022, pur nell’instabilità generata dalla situazione socio-politica internazionale, la chiusura del 2022 era prevista con “*un fatturato a prezzi costanti in crescita tendenziale del 2,1%, un tasso rivisto al rialzo rispetto alle stime di maggio e decisamente robusto dopo il rimbalzo prossimo al 16% dell’anno precedente*”. Il fatto che l’industria manifatturiera italiana “regga”, significa che non c’è staticità e che, probabilmente, il comparto è pervaso da un certo dinamismo, il che spinge a valutare e accettare il cambiamento.

L’evoluzione presuppone avere un tessuto umano preparato, che sappia cogliere le opportunità offerte dalla tecnologia, le accetti, le sappia sviluppare e le proponga come nuovi modelli, in grado di portare a risultati misurabili. Dato che si sta parlando di tecnologia, ma anche di formazione e del ruolo della ricerca, Massimiliano Annoni, Professore associato di Tec-

nologie e sistemi di lavorazione presso il Politecnico di Milano, e Coordinatore scientifico di PoliMill, ha condiviso con Macchine Utensili, alcune interessanti osservazioni, evidenziando anche le responsabilità che ha la comunità scientifica.

### Il cambiamento

***L’evoluzione tecnologica, la scienza dei materiali, ma anche le aspettative (o esigenze) del mercato stanno spingendo il comparto manifatturiero italiano verso il cambiamento, rendendolo sempre più interessante a livello sia nazionale che internazionale. I driver sono essenzialmente legati a produttività e qualità, e, più in generale, all’efficienza del processo. In tutto ciò, che ruolo ha la digitalizzazione?***

“Parlando di lavorazioni per asportazione di truciolo e, più precisamente, di fresatura: la fresatura fa parte di un flusso di lavoro che deve essere digitalizzato e non per una moda, ma perché si potrebbe avere un incremento eccezionale di produttività. Di questo siamo sicuri e i numeri lo dimostreranno: non bastano le sensazioni, occorre quantificare.

IL COMPARTO MANIFATTURIERO.  
LA RICERCA. LA RESPONSABILITÀ  
DI FORMARE I TECNICI DI DOMANI.  
E UN OCCHIO ALLA DIGITALIZZAZIONE  
QUATTRO CHIACCHIERE CON MASSIMILIANO  
ANNONI, PROFESSORE ASSOCIATO DI TECNOLOGIE  
E SISTEMI DI LAVORAZIONE PRESSO  
IL POLITECNICO DI MILANO

# Accompagnare IL CAMBIAMENTO



Teniamo conto che, soprattutto la fresatura, pur essendo una lavorazione antica, ma non superata, presenta delle barriere in ingresso perché è una lavorazione complessa, con macchine utensili evolute, utensili e attrezzaggi ultra precisi, sistemi CAM, etc. e tutti questi elementi devono lavorare in maniera armonica: la complessità sta anche nell'interfacciare tutti questi elementi/sistemi. In Italia poi si lavorano pezzi ultra complessi, ad alto valore aggiunto, quindi, se si sommano le difficoltà dei manufatti alla evoluzione degli strumenti, è chiaro perché la digitalizzazione potrebbe essere un gran alleato.”

***La digitalizzazione richiede però investimenti a tutto tondo, dall'acquisto degli strumenti, all'acquisizione delle tecnologie, per non parlare dell'expertise degli addetti... e, non da ultimo, un inserimento adeguato in azienda.***

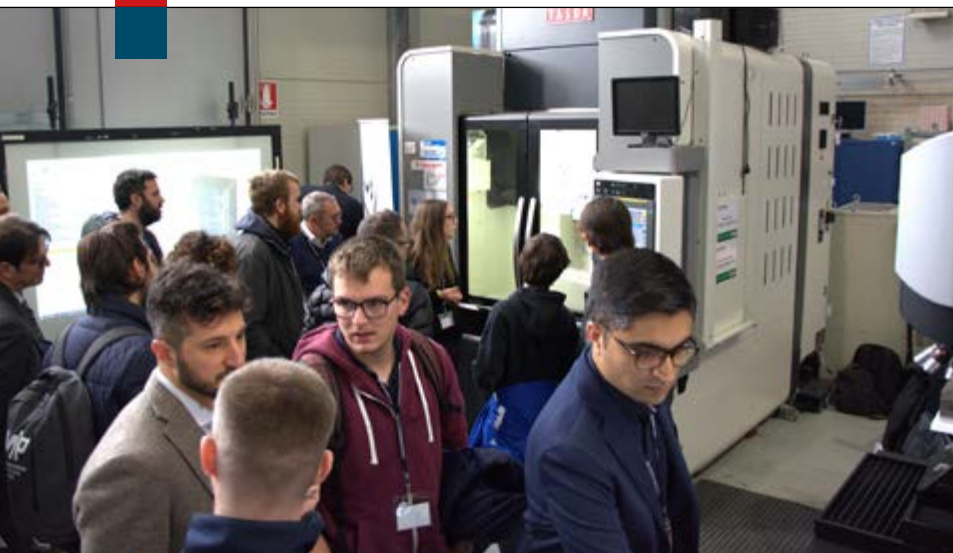
“Certamente la digitalizzazione richiede investimenti, che provengono dall'alto, dalla proprietà o dal management, ma è anche una cosa che deve permeare l'azienda: per esempio, l'operatore deve capire che ne trarrà un vantaggio, che non si tratta di un competitor o di un modo per essere escluso, magari a causa delle competenze personali. Si tratta di un aspetto delicato perché non solo vanno coinvolti gli operatori, ma chiunque in azienda. La tendenza è quella di pensare alla digitalizzazione come a qualcosa di complicato, ma così non è se le scelte vengono fatte un passo alla volta e condivise.

Per esempio, per aziende che fanno fresatura o lavorazioni meccaniche, digitalizzazione può anche banalmente significare avere un CAM ed usarlo. Il CAM è un software che molte aziende ancora non usano... Certo un sistema CAM ha un costo, che potrebbe essere difficile da sopportare per l'azienda, ma si ritorna alla quantificazione: quanto è il costo e quanto il beneficio? In molti casi sono certo che il beneficio sia maggiore del costo, ma se non lo fosse, la scelta va fatta comunque a ragion veduta: potrebbe essere ad esempio il caso di macchine utensili non sature, per cui l'ope-



## **Massimiliano Annoni,**

Professore associato di Tecnologie e sistemi di lavorazione presso il Politecnico di Milano e Coordinatore scientifico di PoliMill



*Nei workshop che PoliMill periodicamente organizza cerchiamo di far vedere cosa sia la digitalizzazione.*

**«Ogni volta definiamo un tema differente, mostriamo live il “ciclo completo”, dal progetto alle lavorazioni in macchina, alle verifiche, usando gli strumenti digitali a disposizione»**

ratore può programmare a bordo macchina. Le valutazioni, per essere serie ed efficaci, vanno fatte in maniera oggettiva.”

### **I molti aspetti della digitalizzazione**

*Digitalizzazione è un termine molto usato che, se da un lato genera molte aspettative, dall'altro fa un po' paura: forse perché non è chiaro cosa voglia dire “digitalizzare”. Allora: cosa è la digitalizzazione? Quali sono le sue potenzialità?*

“Mi piace spiegare le cose coi fatti e quindi cerchiamo di far vedere cosa sia la digitalizzazione nei workshop che PoliMill periodicamente organizza. Nei workshop, che ogni volta hanno un tema differente, mostriamo live il “ciclo completo”, dal progetto alle lavorazioni in macchina, alle verifiche, usando gli strumenti digitali a disposizione. Se la progettazione è affidata al CAD, a seguire c'è il CAM, poi la simulazione, che molti oggi non sanno ancora cosa sia. Questo è un male, perché è importante essere informati per fare le proprie scelte oculatamente. Simulare un part program prima di andare in macchina permette di certificarne la correttezza e questo oggi è un obbligo imposto, per esempio, alle aziende che ope-

rano nell'aerospace. Ciò può permettere di ridurre e, un domani, annullare i test in macchina. In realtà questo non vuol dire che, usando software di simulazione, si faccia il pezzo al primo colpo, perché ricordiamoci che la fresatura è un'operazione difficile, che tende ad essere sempre più complessa a causa dei pezzi ad alto valore aggiunto lavorati in Italia, che sono anche quelli che ci rendono competitivi. E le aziende italiane sono eccezionali perché arrivano a fare lavori egregi anche solo con l'esperienza!”

### **Digitalizzare le conoscenze?**

*Il valore dell'esperienza è indiscutibile, ma l'operatore esperto prima o poi termina la sua vita lavorativa, e questo può diventare un problema per il manifatturiero italiano*

“Purtroppo, quello dell'esperienza è un vero problema quando l'operatore o il tecnico va in pensione: andrebbe digitalizzato anche il suo know-how! Sembrerebbe una battuta, ma non lo è: troviamo dei modi per salvare le conoscenze! In realtà sono già stati fatti dei lavori in tal senso, con l'obiettivo di aiutare gli addetti ad usare gli strumenti digitali, che permettono di tagliare

*Il pezzo lavorato durante il workshop PoliMill dello scorso maggio. «Nel corso PoliMill sulla digitalizzazione nel machining, la scelta di macchine, utensili, portautensili, attrezzature, fluidi da taglio, parametri di lavorazione, metodi e macchine di misura e verifica della qualità ottenuta sarà eseguita su pezzi esemplificativi utilizzando strumenti disponibili allo stato dell'arte industriale, inclusi il CAM e la simulazione, ma non solo»*



i tempi e al contempo siano una memoria: questa stessa memoria resta consolidata e servirà all'azienda per istruire i giovani. Per riuscirci, occorre mettere a punto strumenti che siano subito utili all'operatore che mette a disposizione la sua conoscenza, in modo da evitare possibili irrigidimenti. Naturalmente la digitalizzazione non va intesa come un computer che prende decisioni al posto dell'operatore e opera di conseguenza, ma come un supporto per permettere all'operatore di prendere decisioni opportunamente informate"

### ***Come si può "carpire" il know-how?***

"Più che "carpire" si potrebbe dire "condividere" il know-how, oppure "mettere a disposizione"... Per esempio, quando si verifica un determinato evento su una macchina e l'operatore interviene per risolvere la situazione, la sua decisione o la sua azione può essere salvata dal sistema, insieme magari a un campo "note" in cui possa indicare ciò che ha notato, da suoni particolari, al manifestarsi di vibrazioni, etc. oppure, più semplicemente, il sistema potrebbe proporre una check list di possibilità a cui mettere un flag. A questo punto potrebbe intervenire un algoritmo o un sistema di Intelligenza Artificiale che renda le informazioni disponibili al ri-verificarsi dell'evento. Può sembrare avveniristico, ma abbiamo già lavorato su progetti simili."

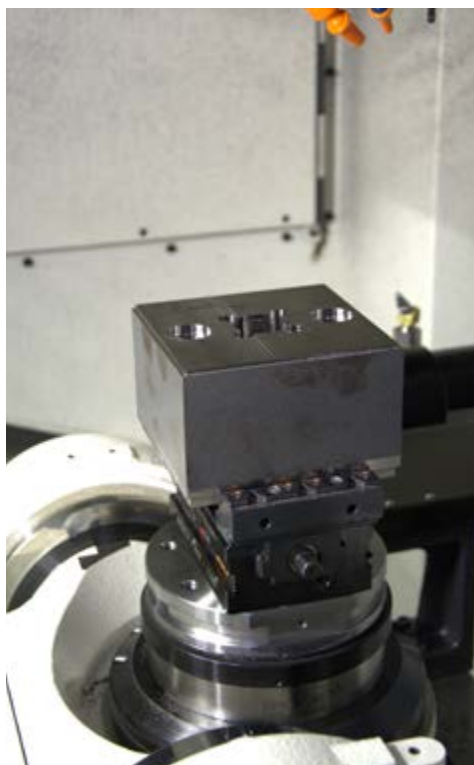
### ***Il trasferimento delle competenze potrebbe essere possibile, ma il mondo manifatturiero è "affamato" di addetti, un po' a tutti i livelli, e questo è certamente un problema***

"Dobbiamo far vedere ai giovani quanto sia bello lavorare nel manifatturiero, perché è bello, ma abbiamo difficoltà nel comunicarlo! Facciamo vedere che l'ambiente di lavoro non è più quello di 50 o persino 20 anni fa, che c'è competenza, tecnologia, fantasia, creatività e anche pulizia... Per esempio, la pulizia è fondamentale, oltre ad essere un esempio di civiltà: come si può parlare di micron se poi a terra ci sono polvere e sporco? Tutto questo le aziende del manifatturiero avanzato lo sanno già, ma forse i giovani ricevono immagini del manifatturiero non sempre al passo con i tempi."

### **La meccanica insegnata nel terzo millennio e la ricerca**

***Per essere artefici del cambiamento occorre essere preparati: com'è insegnare la tecnologia nel terzo millennio? E come si può trasferire la passione?***

"Andrebbe analizzato il rapporto fra i ragazzi e gli stru-



*Stampo per tranciatura lavorato durante il workshop PoliMill dello scorso novembre.*

**«PoliMill, quest'anno inaugurerà un corso sulla digitalizzazione nel machining. Il corso ha l'obiettivo di mettere in grado i partecipanti di svolgere le loro funzioni aziendali relative alla progettazione e applicazione in macchina di un ciclo di fresatura»**

menti informatici. Diamo per scontato che conoscano gli strumenti informatici, che la digitalizzazione per loro sia quasi una banalità, ma non è così: cellulare, pc, tablet, certo, li hanno, ma quanto e come li sanno usare? Qualcuno è molto abile, ma questo non è generalizzabile. E per quanto riguarda le tecnologie del manifatturiero, al Politecnico abbiamo lo stato dell'arte: ne siamo fieri perché è stato e continua ad essere faticoso mantenere i nostri laboratori alla frontiera delle applicazioni industriali.

Abbiamo usato la nostra credibilità e autorevolezza per collaborare con aziende leader del settore e poter installare quanto di meglio offrano sul mercato, ma questo non basta perché dobbiamo dimostrare di saper fare le cose, di essere utili al mondo manifatturiero e di far crescere i nostri ragazzi al passo coi tempi.

Anche la nascita di PoliMill, la volontà di organizzare eventi che siano di supporto al tessuto manifatturiero italiano va in questa direzione: parliamo di tecnologia coi fatti, possiamo dare un supporto concreto alle aziende perché abbiamo competenze, strumenti e macchine allo stato dell'arte. Per quanto riguarda l'istruzione universitaria, Il Corso di Studi in Ingegneria Meccanica del Politecnico di Milano sta investendo molto nel



*Spazio espositivo del workshop PoliMill dello scorso novembre. «Anche la nascita di PoliMill, la volontà di organizzare eventi che siano di supporto al tessuto manifatturiero italiano va in questa direzione: parliamo di tecnologia coi fatti, possiamo dare un supporto concreto alle aziende perchè abbiamo competenze, strumenti e macchine allo stato dell'arte»*

rinnovamento della propria offerta didattica, tanto che il prossimo Anno Accademico (2023-2024) vedrà orientamenti riprogettati e insegnamenti completamente nuovi per la Laurea Magistrale, come Digital Machining, che farà parte del Track Green Design and Sustainable Manufacturing, l'orientamento appositamente progettato per portare all'interno dei corsi di Meccanica le tematiche di sostenibilità e digitalizzazione particolarmente richieste dal mercato attuale e futuro.

***Per la tecnologia non c'è un "punto di arrivo", la formazione non ha una fine: come coinvolgere gli operativi?***

L'istruzione dei professionisti del settore delle lavorazioni meccaniche di fresatura invece è compito di PoliMill, che quest'anno inaugurerà un corso sulla digitalizzazione nel machining. Il corso è diretto a membri dell'ufficio tecnico, operatori macchina, direttori di produzione o anche CEO di PMI operanti nel settore delle lavorazioni meccaniche di fresatura.

Il corso ha l'obiettivo di mettere in grado i partecipanti di svolgere le loro funzioni aziendali relative alla progettazione e applicazione in macchina di un ciclo di fresatura. La scelta di macchine, utensili, portautensili, attrezzature, fluidi da taglio, parametri di lavorazio-

ne, metodi e macchine di misura e verifica della qualità ottenuta sarà eseguita su pezzi semplificativi utilizzando strumenti disponibili allo stato dell'arte industriale, inclusi il CAM e la simulazione, ma non solo. Il corso trasferirà un bagaglio minimo di conoscenza operativa utile per eseguire un flusso di lavoro il più possibile digitale che consenta un miglioramento delle performance di lavorazione in termini di tempo e qualità.

***In questo contesto, come si configura la ricerca?***

“Vogliamo fare una ricerca che sia al confine tra lo stato dell'arte scientifico e quello industriale. Talvolta questa scelta è penalizzante perché, per quanto riguarda la ricerca scientifica, è più facile pubblicare se lo studio si basa su macchine, attrezzature e strumenti costruiti ad hoc in laboratorio, piuttosto che usando macchine in commercio: si fa fatica a dimostrare che si sta facendo “qualcosa in più” rispetto a ciò che già c'è. Capita che sia più apprezzata scientificamente una ricerca “autonoma”, basata su macchine e strumenti che non sono propri dello stato dell'arte industriale.

Al Dipartimento di Meccanica abbiamo scelto di fare ricerca sulle microlavorazioni con macchine utensili che non siano costruite in laboratorio, ma che siano lo specchio di quello che offre il mercato.

È stata una scelta: studiare il micron su una macchina autocostruita probabilmente ci sarebbe costato meno, ma avremmo potuto lavorare solo dei pezzi demo, senza poter trasferire direttamente i risultati a casi reali di lavorazione. La scelta di PoliMill è stata quella di dotarsi di macchine industriali.

Lavorare al micron è difficile per tutti e le aziende che lo fanno sono vicine alla frontiera della ricerca. È come se facessero ricerca in produzione!

Per me è importante che la ricerca parta dallo stato dell'arte industriale avanzato, dove si colloca PoliMill: da lì in poi è probabile che quello che si sta facendo rappresenti il vero avanzamento dello stato dell'arte, anche dal punto di vista scientifico. Naturalmente non sto negando il valore della ricerca di base, ma mi interessa maggiormente l'impatto che la ricerca può avere sull'industria e sulla società a più breve termine: PoliMill lavora per fornire un contributo al cambiamento che deve essere applicabile subito. Qualcuno dice che la digitalizzazione non sia vera ricerca: forse, ma è importante incrociare la ricerca in senso stretto con l'applicazione quindi è fondamentale che qualcuno si prenda la briga di farla funzionare, perché le aziende chiedono adesso l'aumento competitività.” ■