

**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE**



**dipartimento
di ingegneria
e architettura**

LT in Ingegneria Industriale

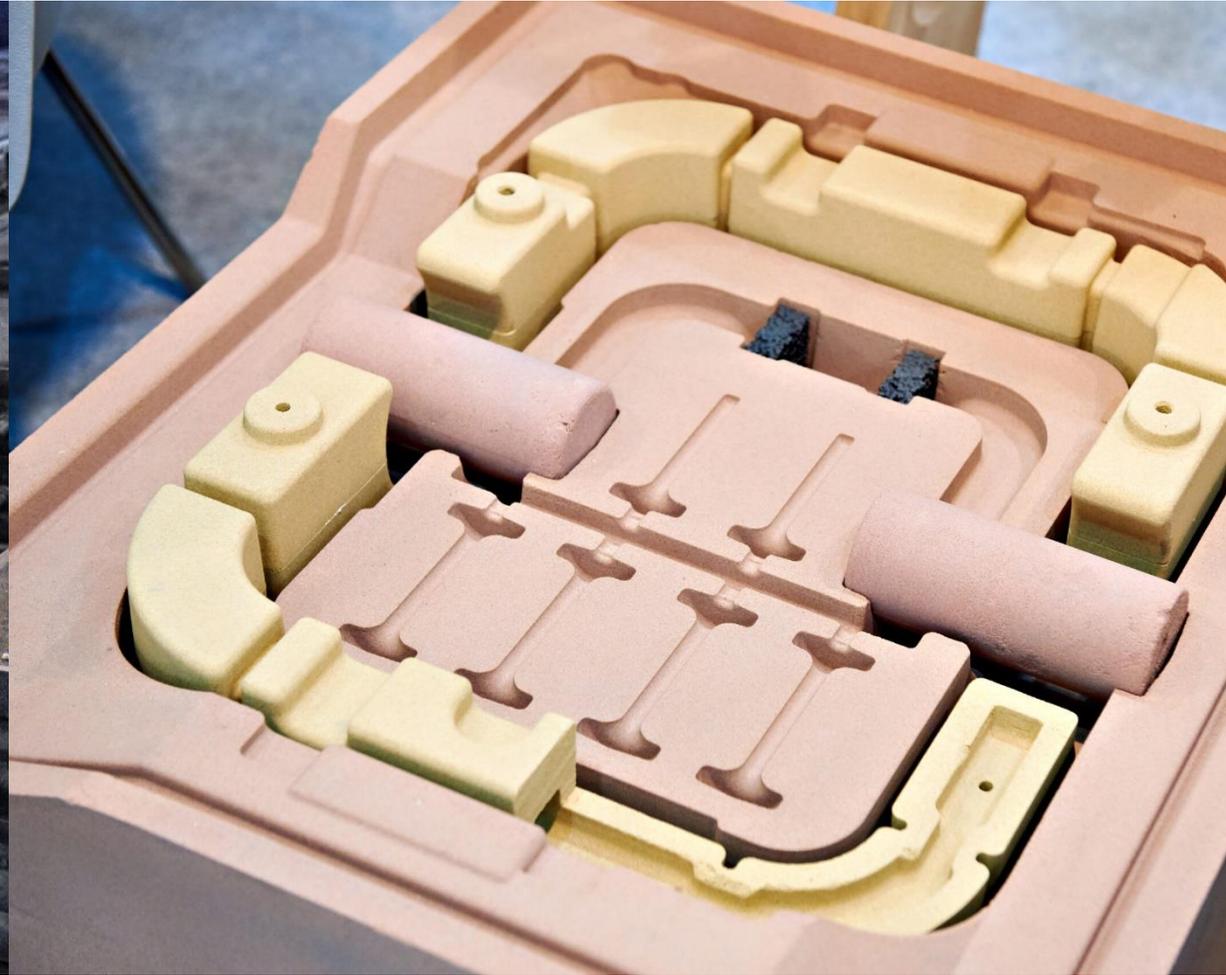
Dal progetto all'oggetto: tecnologie digitali per la progettazione e tecnologie di produzione

Prof. Nicola Scuor

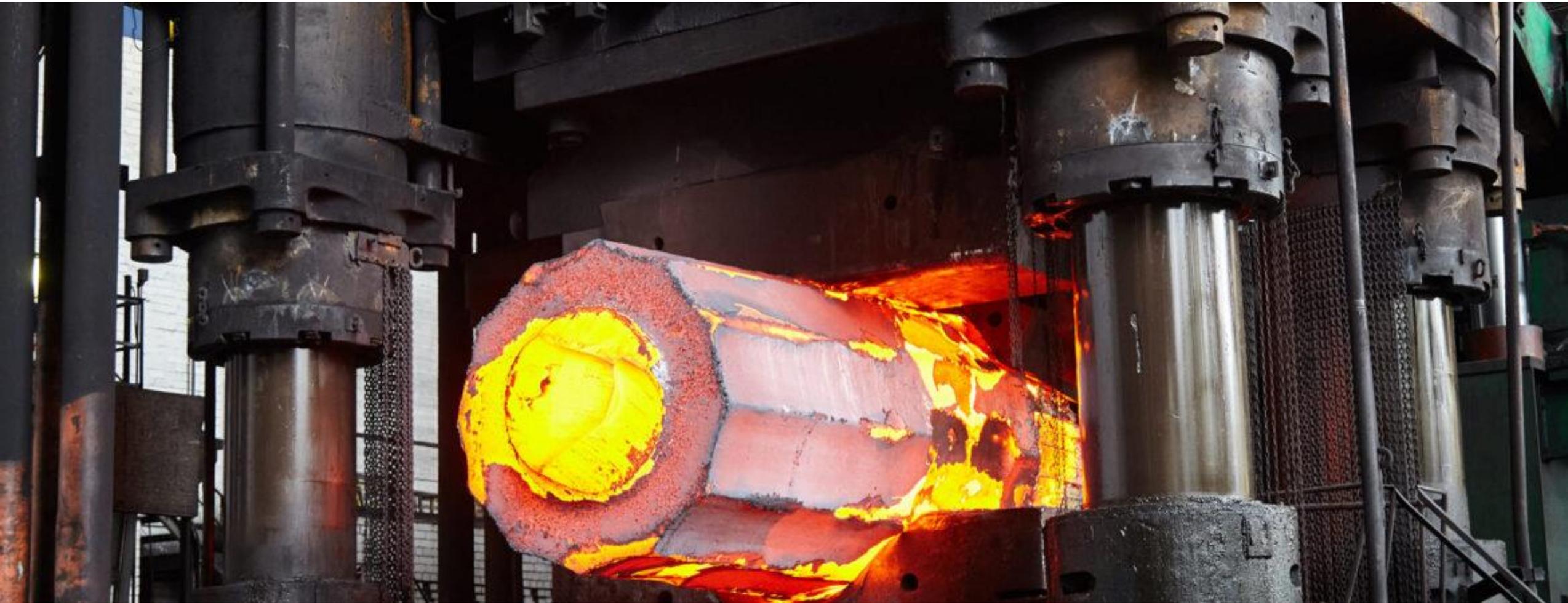
Docente dei corsi di «Tecnologia Meccanica», «Polymeric and Composite Materials», «Green Nanotechnologies, Natural and Bioinspired Materials»

Come vengono prodotti gli oggetti che utilizziamo ogni giorno?

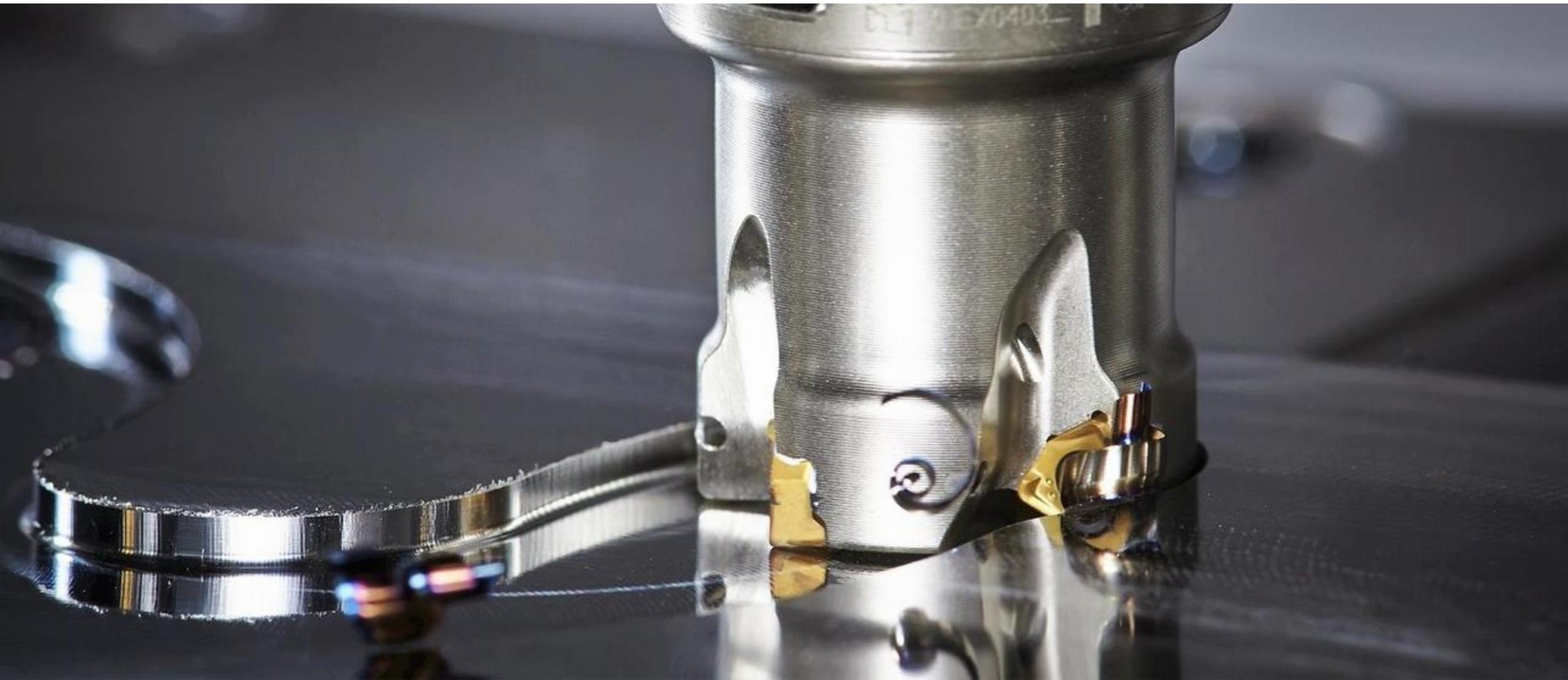
I sistemi di produzione sono numerosi e molti di essi sono basati su tecnologie ben consolidate.



Alcuni esempi relativi alla produzione di manufatti metallici:



Alcuni esempi relativi alla produzione di manufatti metallici:



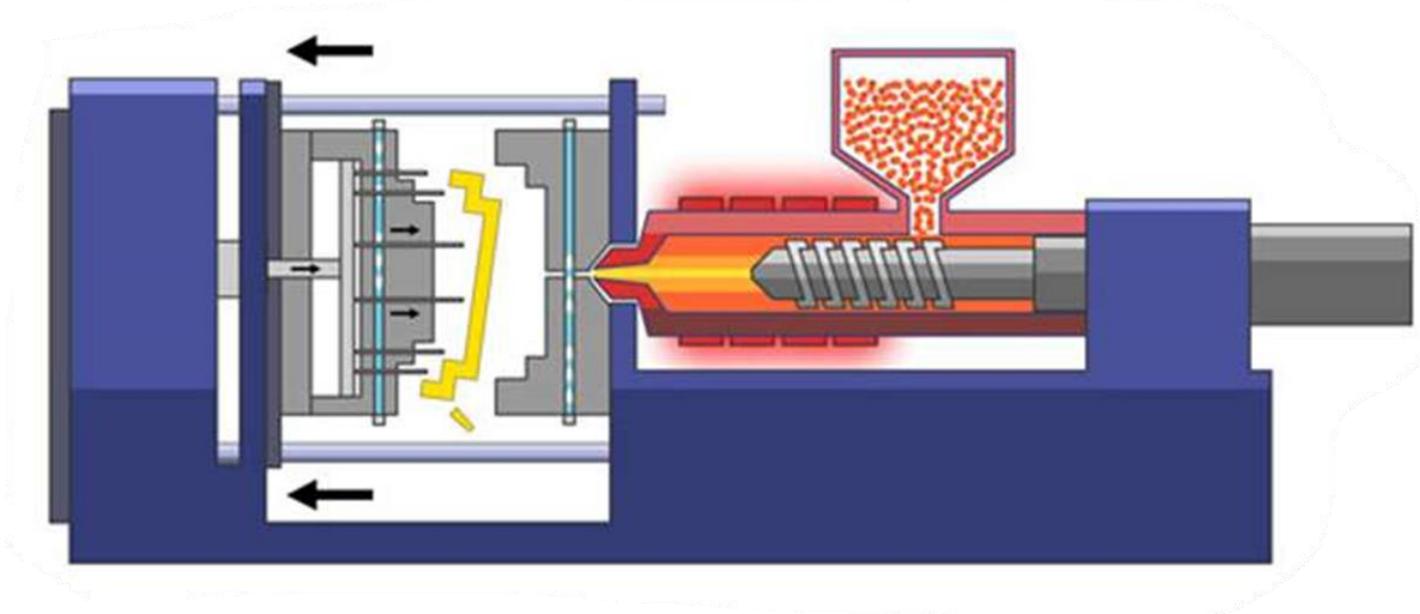
Alcuni esempi relativi alla produzione di manufatti metallici:



Produzione di manufatti in materiale plastico



Produzione di manufatti in materiale plastico



Che novità hanno portato le tecnologie digitali nel settore della fabbricazione?

3 aspetti importanti:

- Software
- Gestione aziendale
- Hardware



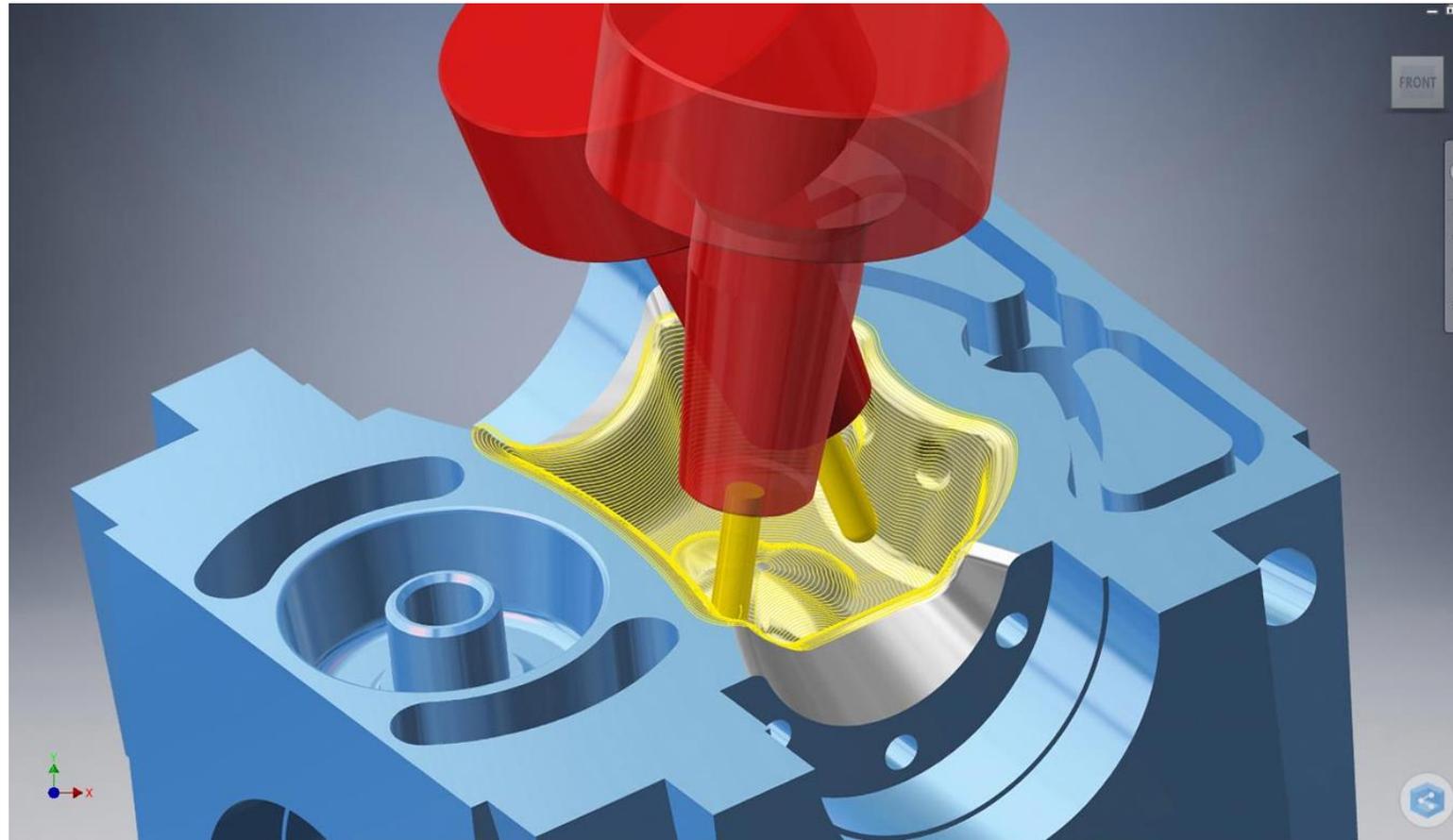
```
... == "MIRROR_X":  
mirror_mod.use_x = True  
mirror_mod.use_y = False  
mirror_mod.use_z = False  
_operation == "MIRROR_Y":  
mirror_mod.use_x = False  
mirror_mod.use_y = True  
mirror_mod.use_z = False  
_operation == "MIRROR_Z":  
mirror_mod.use_x = False  
mirror_mod.use_y = False  
mirror_mod.use_z = True  
  
selection at the end -add  
_ob.select= 1
```

Tecnologie CAM avanzate

- CAM è l'acronimo di Computer Aided Manufacturing
- Le tecnologie CAM consentono di analizzare il modello numerico di un oggetto (realizzato ad es. con un sistema CAD) e di scrivere il codice necessario per gestire una macchina utensile, allo scopo di realizzare l'oggetto stesso.

Ad esempio, nelle lavorazioni sottrattive:

- Scelta degli staffaggi
- Scelta delle strategie
- Scelta degli utensili
- Scelta dei parametri di lavorazione
- Definizione del percorso utensile
- Analisi e ottimizzazione della lavorazione
- Simulazione della lavorazione
- Stima della durata degli utensili
- Gestione della M.U.

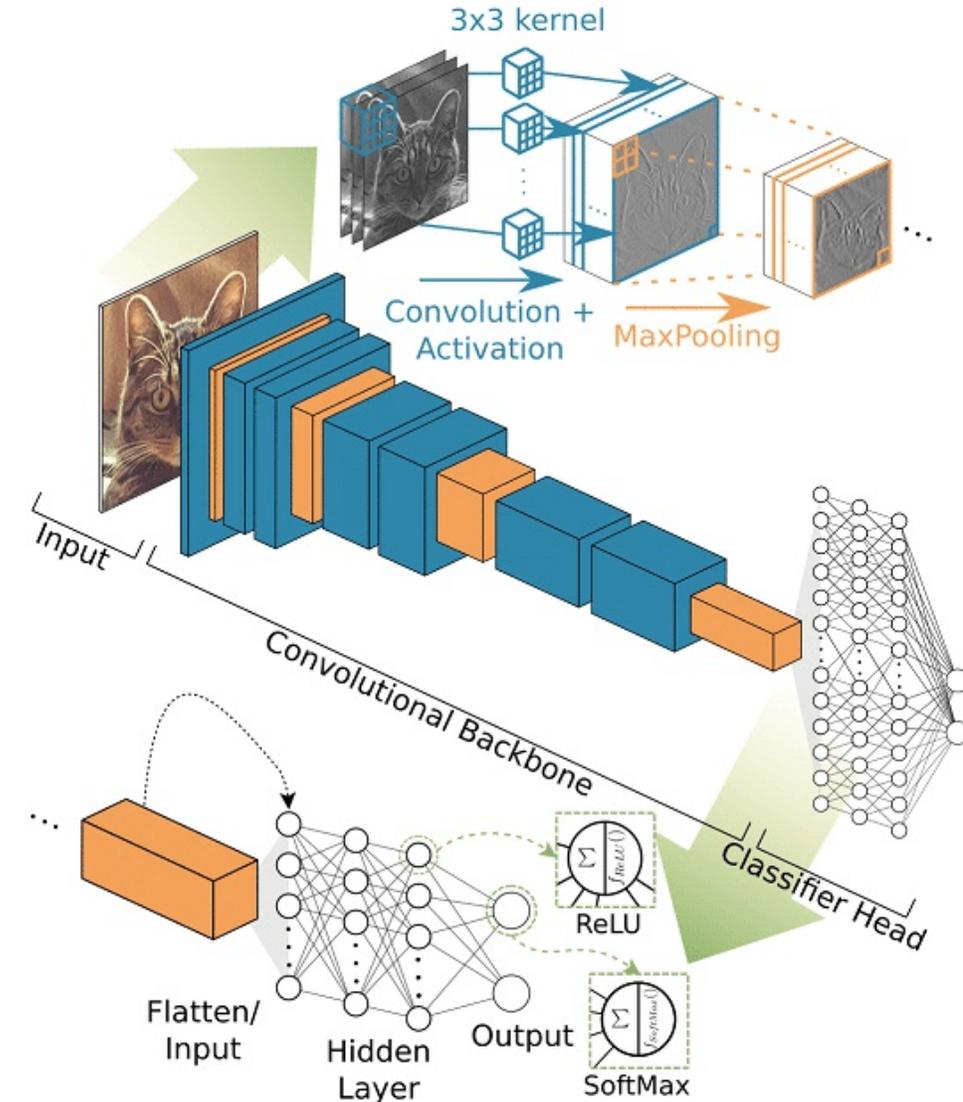


Aspetto «Software», alcuni esempi

Nel settore CAM, tradizionalmente conservativo, stanno emergendo nuovi approcci, grazie anche all'adozione di tecnologie di I.A.:

- Riconoscimento automatico delle features mediante l'impiego di CNN.
- Scelta automatica delle strategie, degli utensili e dei parametri di lavorazione mediante l'impiego di sistemi esperti o reti neurali.
- Generazione di percorsi utensile non convenzionali mediante l'uso di tecniche di I.A.
- Ottimizzazione del percorso utensile (sia dal punto di vista funzionale che economico).

Esisterà ancora la figura del «camista» tra 5 anni, oppure faremo uso di sistemi software?



Aspetto «Gestione aziendale», alcuni esempi

In un'azienda che si occupa di produzione meccanica, l'organizzazione della produzione è un'attività specialistica e molto onerosa dal punto di vista economico, che richiede personale esperto e con un elevato livello di formazione.

Le tecnologie digitali offrono un grande supporto da questo punto di vista e possono rendere maggiormente competitiva un'azienda.

- Preventivatori automatici (ad es. [Hubs](#) di Protolabs), basati su A.I. addestrati utilizzando grandi quantità di dati derivanti da esperienze reali di produzione → mini demo con Inventor.
- Sistemi per la «features recognition» automatica, a supporto dell'ufficio commerciale.
- Sistemi di interconnessione degli asset aziendali (ad es. macchine utensili, sistemi di movimentazione, magazzini, ecc.), di raccolta delle informazioni e di integrazione coi sistemi CRP (Capacity Resources Planning).
- Gestione remota della manutenzione e manutenzione preventiva.
- Gestione digitale del parco utensili.
- Tracciabilità dei prodotti.
- Ecc.

holes	Simple	Counter sink	Counter bore	Counter drilled	Taper	fillets	Inner
slots	Closed	Opened	Floorless				Outer
pockets	Closed	Opened				chamfers	Inner
islands	Closed	Opened					Outer

Aspetto «Hardware», alcuni esempi

Perché si è sentita l'esigenza di sviluppare nuovi sistemi di produzione «digitali»?

In fin dei conti i sistemi di produzione tradizionali hanno funzionato bene sia nella Prima Rivoluzione Industriale (seconda metà del '700), che nella Seconda Rivoluzione Industriale (1870, con l'introduzione dell'elettricità, dei prodotti chimici e del petrolio).

Alcune possibili motivazioni:

- Supporto alle nuove tecnologie di progettazione.
- Realizzazione di prodotti «impossibili».
- Semplificazione dei processi produttivi.
- Produzione di piccoli lotti.
- Ottimizzazione continua dei prodotti.
- Produzione di prodotti altamente personalizzati.
- Spinta dal settore «DIY».

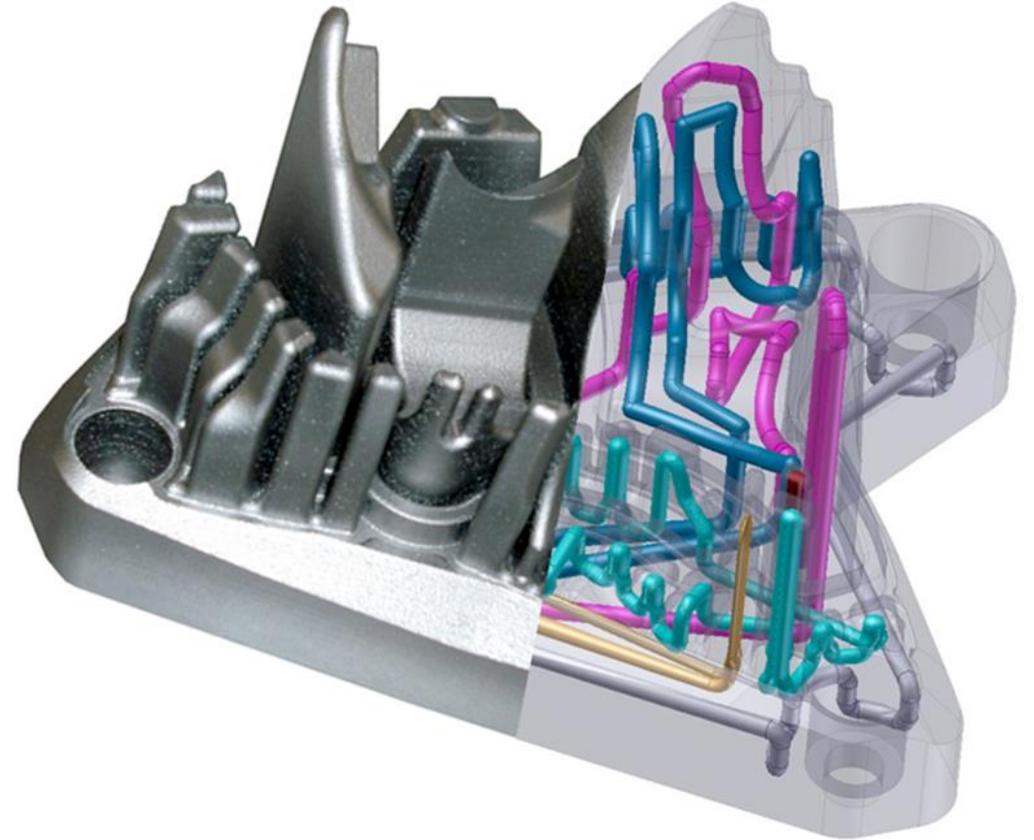
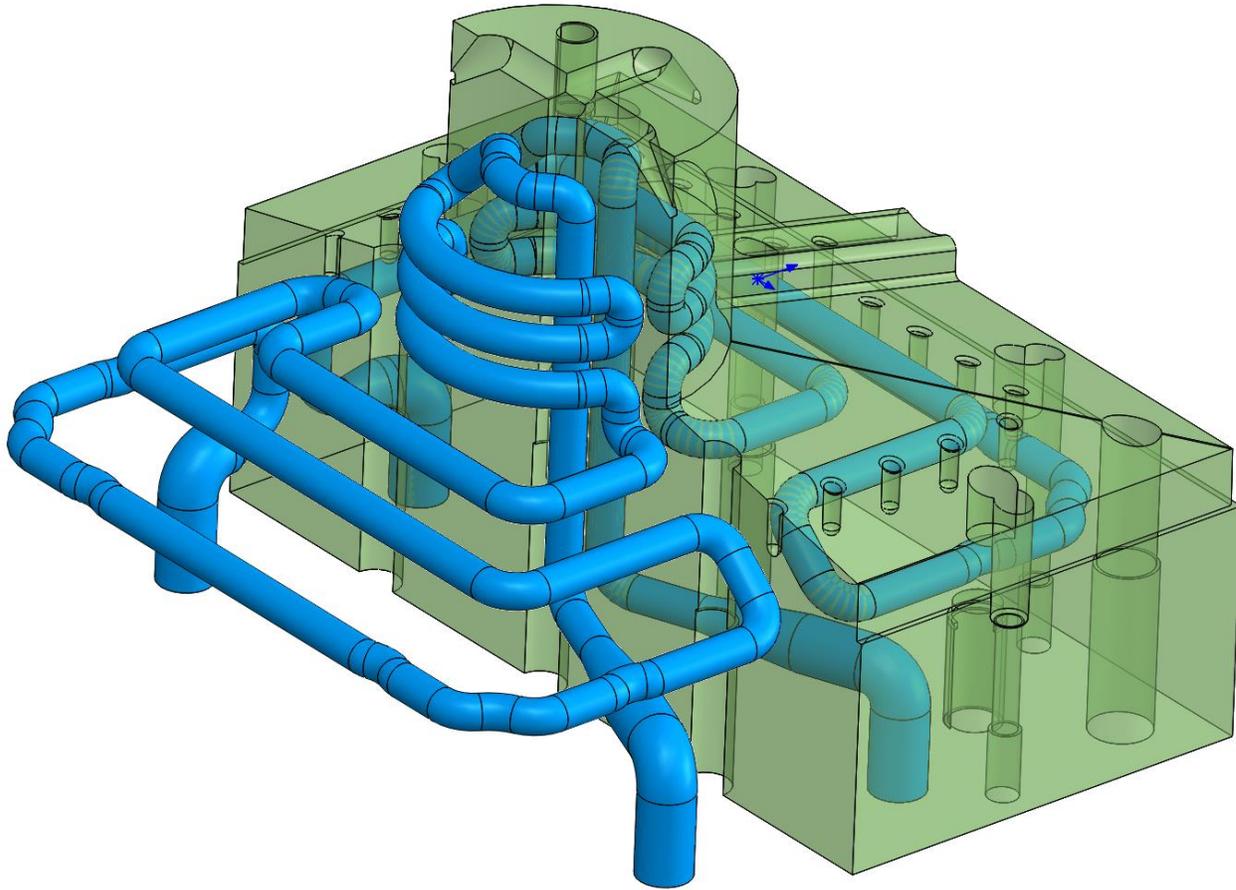
Aspetto «Hardware», supporto alle nuove tecnologie di progettazione

Progettazione generativa



Aspetto «Hardware», supporto alle nuove tecnologie di progettazione

Realizzazione di prodotti «impossibili»



Conformal cooling

Aspetto «Hardware», supporto alle nuove tecnologie di progettazione

Realizzazione di prodotti «impossibili»

Parti «freeform»



Aspetto «Hardware», supporto alle nuove tecnologie di progettazione

Realizzazione di prodotti «impossibili»



Lattices and infills

Aspetto «Hardware», supporto alle nuove tecnologie di progettazione

Realizzazione di prodotti «impossibili»



Lattices and infills

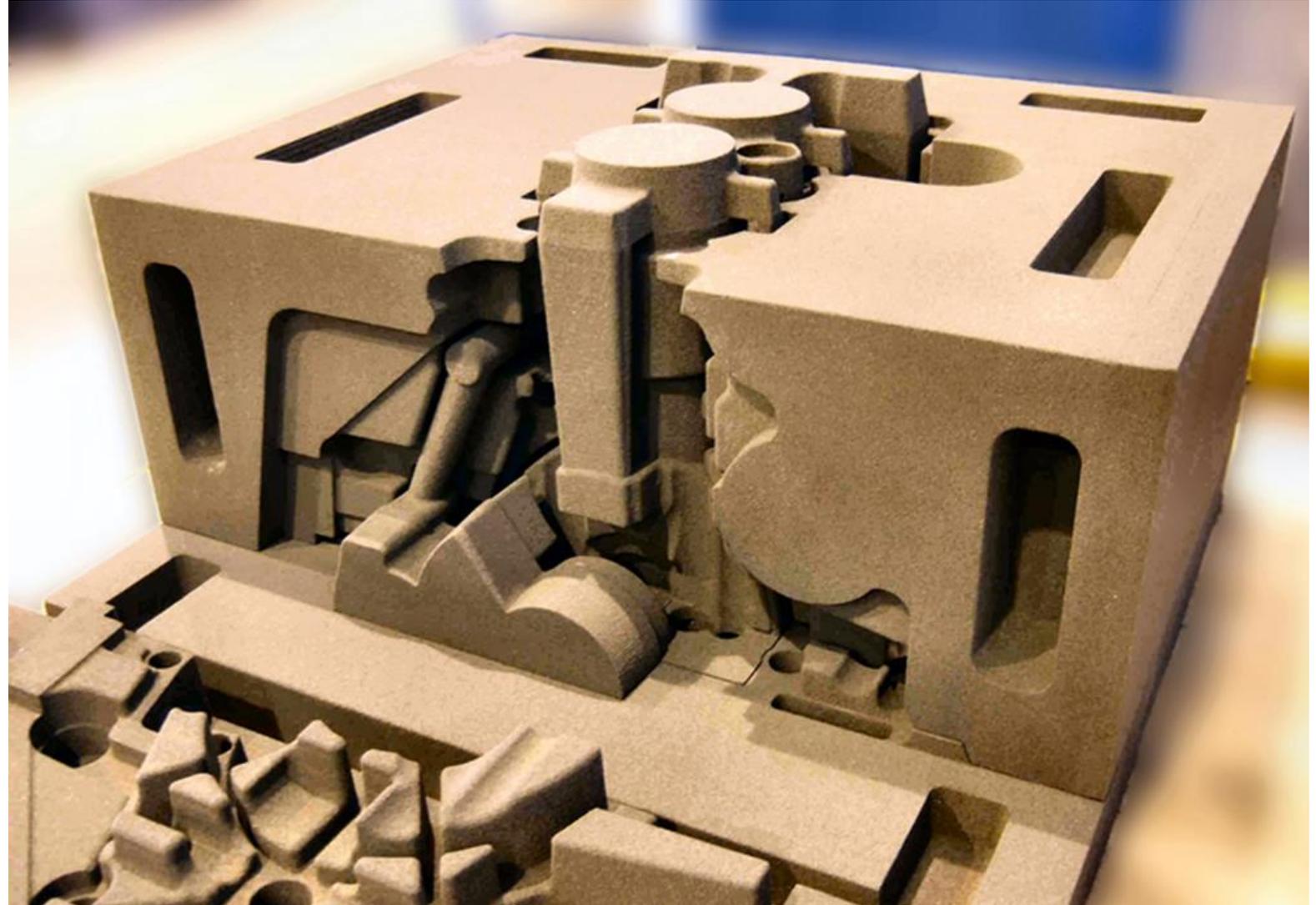
Aspetto «Hardware», semplificazione dei processi produttivi

Forme per fonderia realizzate mediante tecnologie additive



Aspetto «Hardware», semplificazione dei processi produttivi

Forme per fonderia realizzate mediante tecnologie additive



Aspetto «Hardware», semplificazione dei processi produttivi

Modelli in cera per fonderia realizzati mediante tecniche additive



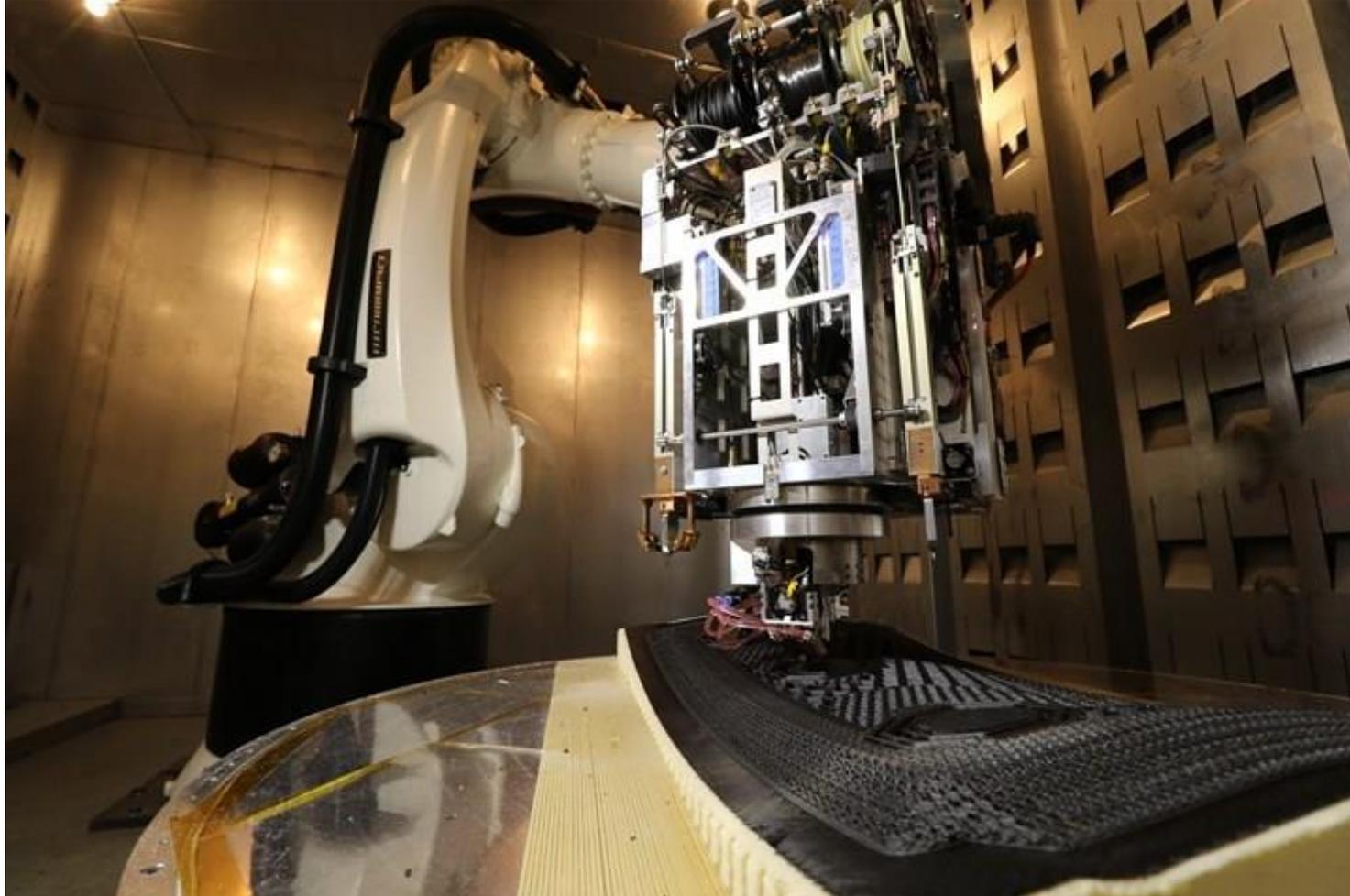
Aspetto «Hardware», semplificazione dei processi produttivi

Stampi per componenti in materiale composito realizzati mediante tecniche additive



Aspetto «Hardware», semplificazione dei processi produttivi

Componenti in materiale composito realizzati mediante stampanti 3D (senza stampi)



Aspetto «Hardware», produzione di piccoli lotti

- Mock-ups.
- Prototipi funzionali.
- Prototipi per prove di assemblaggio.
- Produzione di basse tirature.
- Proof-of-concept
- Sviluppo di idee
- Ecc.



Aspetto «Hardware», produzione di prodotti altamente personalizzati

Realizzazione di soles con caratteristiche meccaniche personalizzate (e facilmente modificabili)



Aspetto «Hardware», produzione di prodotti altamente personalizzati

Realizzazione di calzature su misura



Aspetto «Hardware», spinta dal settore «DIY»

- Piattaforme «DIY» (es. Instructables)
- Hacking di dispositivi HW e SW (es. Hackaday)
- Piattaforme per la condivisione di dati ed informazioni (es. Thingiverse)

Esiste un'enorme comunità di utenti che ha la necessità di accedere a sistemi di fabbricazione.

- Servizi «fabrication on demand»
- Macchine utensili e sistemi di produzione prosumer



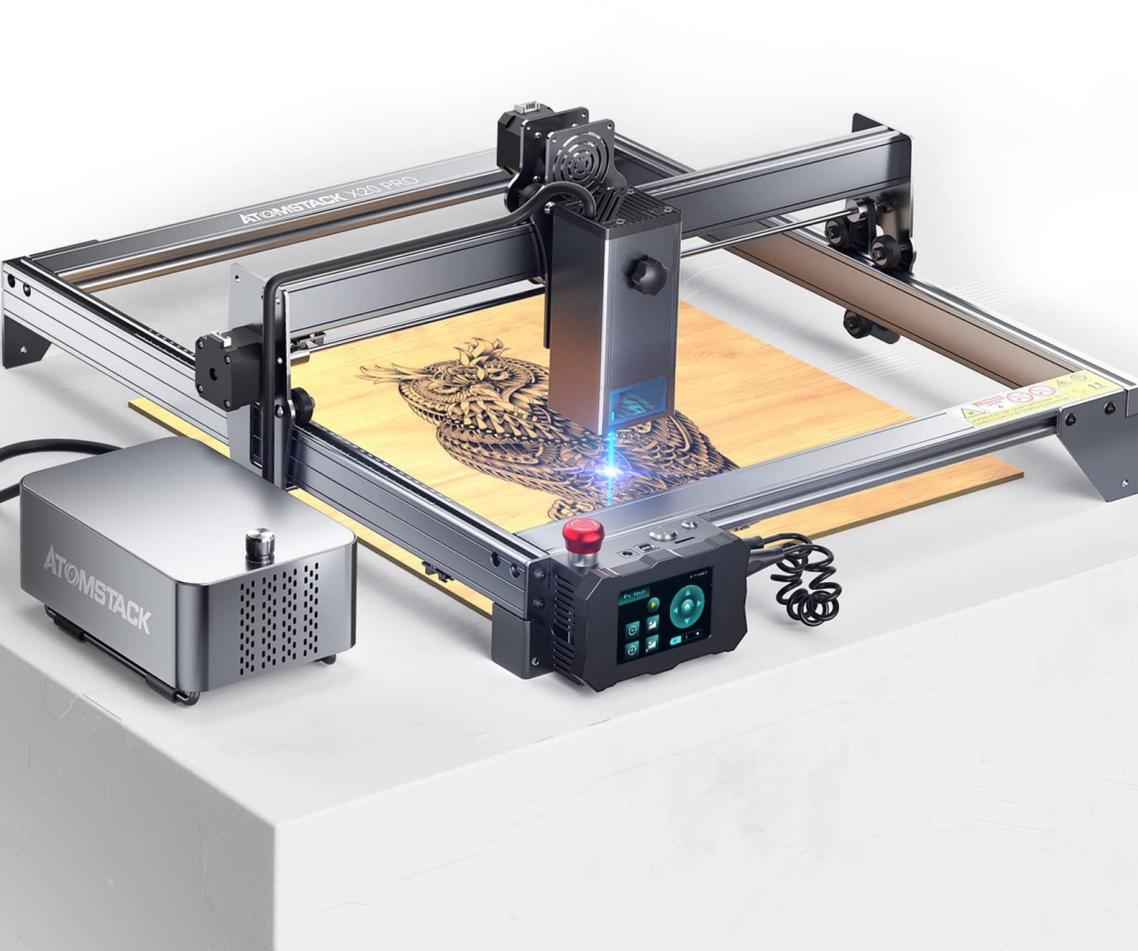
Aspetto «Hardware», spinta dal settore «DIY»

Si sta creando un ecosistema di sistemi di fabbricazione «DIY» molto vasto e completo.



Aspetto «Hardware», spinta dal settore «DIY»

Si sta creando un ecosistema di sistemi di fabbricazione «DIY» molto vasto e completo.



Aspetto «Hardware», spinta dal settore «DIY»

- Tutto ciò ha dato un impulso fondamentale allo sviluppo delle tecnologie di fabbricazione digitali.
- Anche il mondo accademico ha accettato, accolto e sta studiando ed usando le tecnologie provenienti dal mondo «DIY».
- Inoltre, ha generato un cospicuo incremento dei titoli di proprietà intellettuale depositati nelle varie Nazioni.

