



*Università di Bologna*

# Verso la realizzazione di un centro di competenza regionale per Industria 4.0

# PAROLE CHIAVE DI INDUSTRIA 4.0

1. Advanced Manufacturing Solutions
2. Additive Manufacturing
3. Simulation
4. Horizontal - Vertical Integration
5. Augmented Reality
6. Industrial Internet, IoT
7. Cloud
8. Cyber Security
9. Big Data and Analytics



1. Robotica avanzata
2. Costruzione additiva e tecnologie Laser
3. Progettazione avanzata



1. Materiali avanzati
2. Nanotecnologie
3. Sensoristica

Alcune considerazioni comunemente condivise sull'additive manufacturing

- 1) Costa una enormità
- 2) Non ha le stesse proprietà dei materiali convenzionali
- 3) Devo comunque riprenderlo in macchina
- 4) Non ho gli strumenti adatti per disegnarlo

## **CONSEGUENZE**

- Non è una tecnologia matura
- Vedo che cosa fanno gli altri
- Al limite compro una macchina e mi faccio la mia esperienza

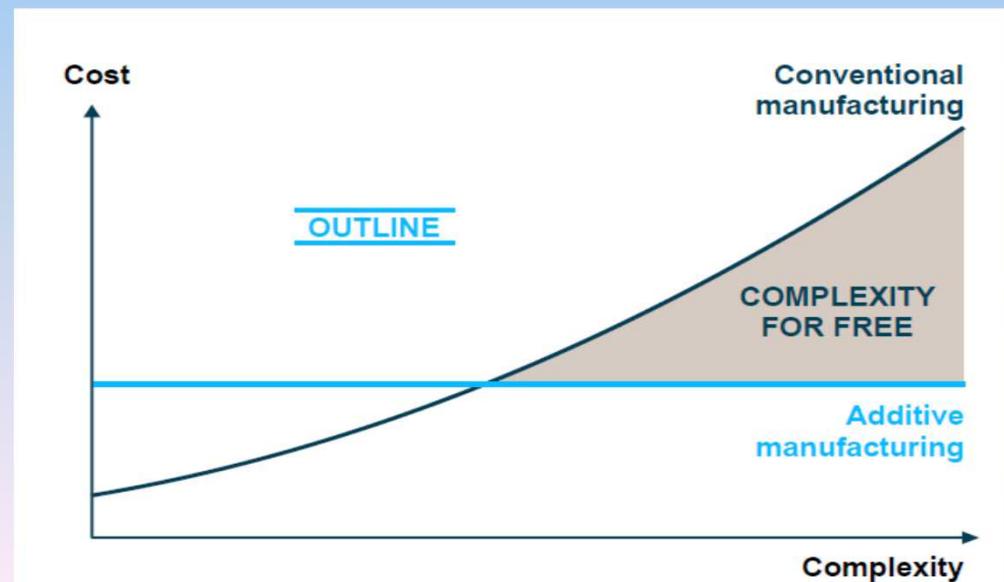
## Alcune risposte:

- 1) Costa una enormità
  - I pezzi fatti in additive usano  $\frac{1}{4}$  del materiale normalmente necessario
  - I prezzi delle polveri scendono costantemente
  - È tanto più conveniente quanto più aumenta la complessità geometrica
- 2) Non ha le stesse proprietà dei materiali convenzionali
  - È vero, ha proprietà superiori

3) Devo comunque riprenderlo in macchina

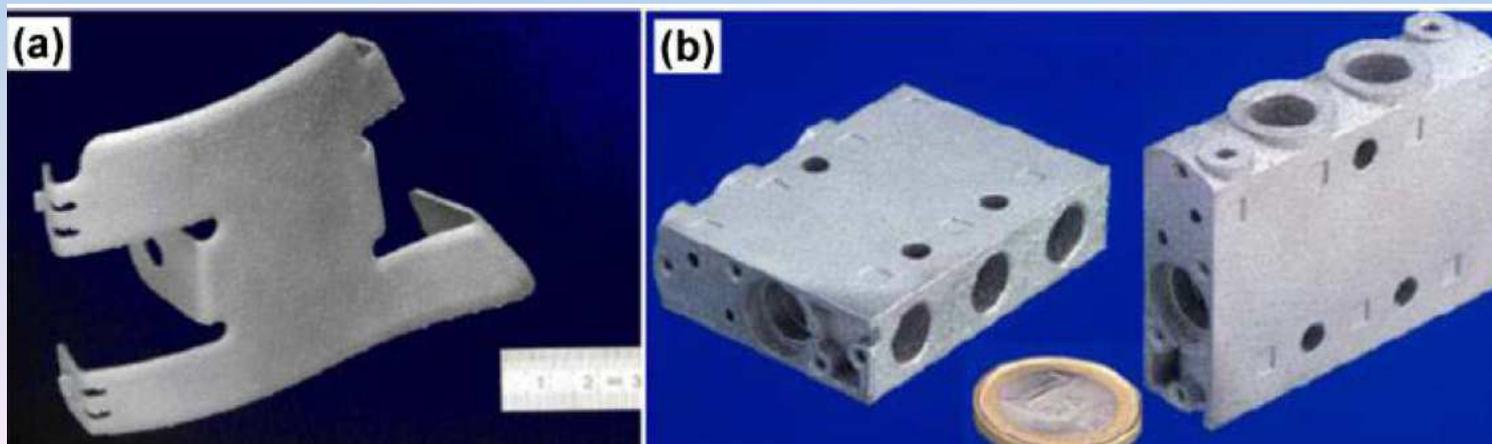
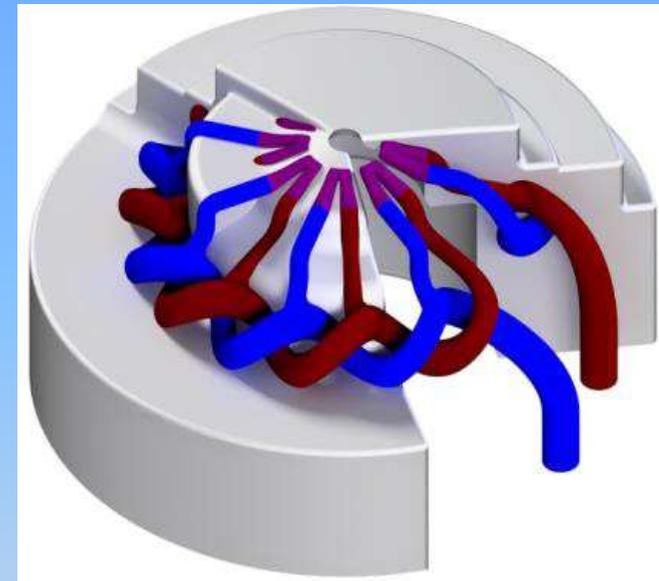
Quasi mai

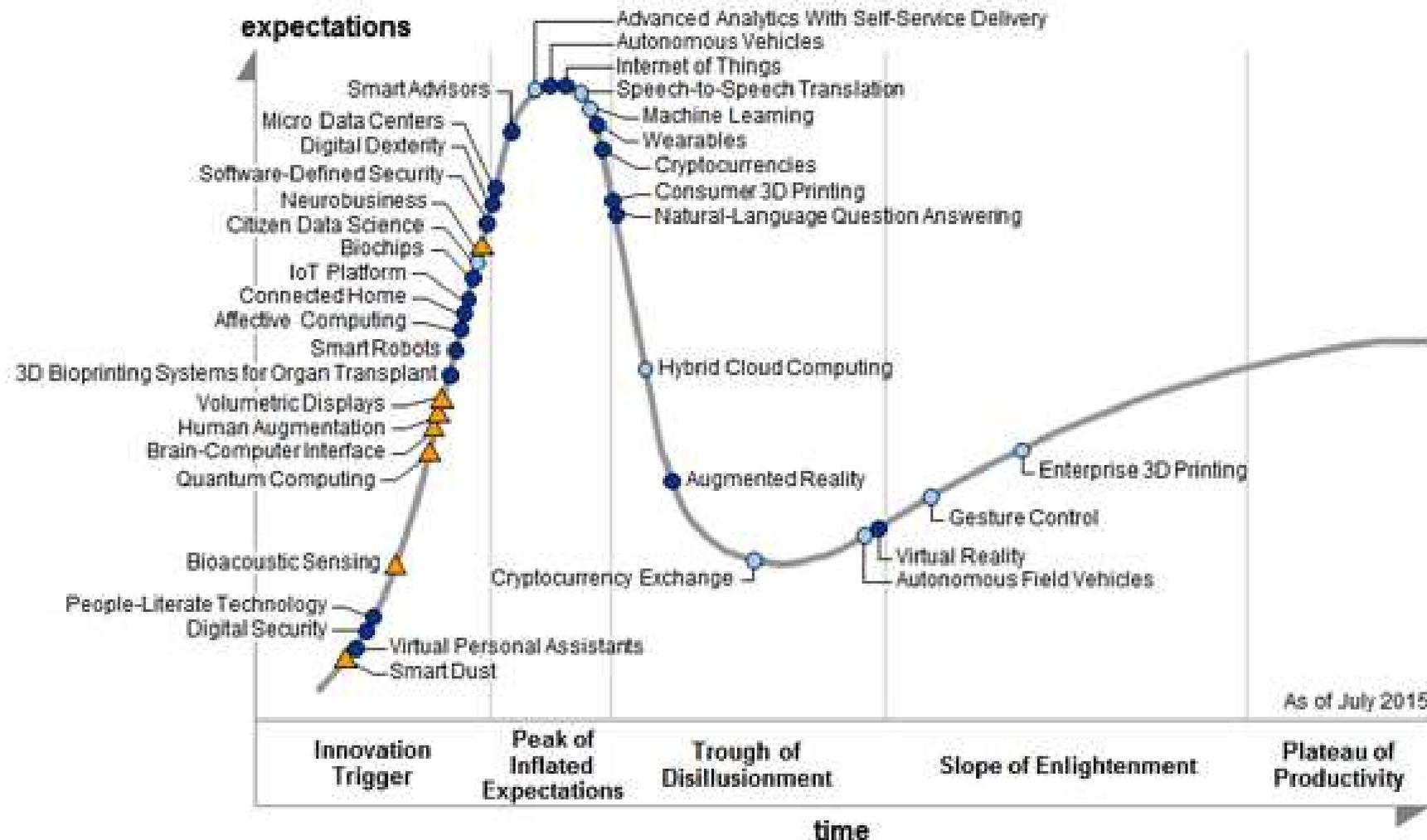
4) Non ho gli strumenti per disegnarlo  
Quelli ci sono, ma bisogna sviluppare gli strumenti per progettarlo



Ma oltre a questo:

- 1) I componenti pesano la metà o anche molto meno, perché sono cavi
- 2) Posso recuperare spazio
- 3) Posso ottenere geometrie «impossibili»
- 4) Posso aumentare lo scambio termico, velocizzando i cicli
- 4) Non devo fare stampi
- 5) E' pronto subito





Plateau will be reached in:

○ less than 2 years

● 2 to 5 years

● 5 to 10 years

▲ more than 10 years

⊗ obsolete before plateau

## Ora i problemi veri:

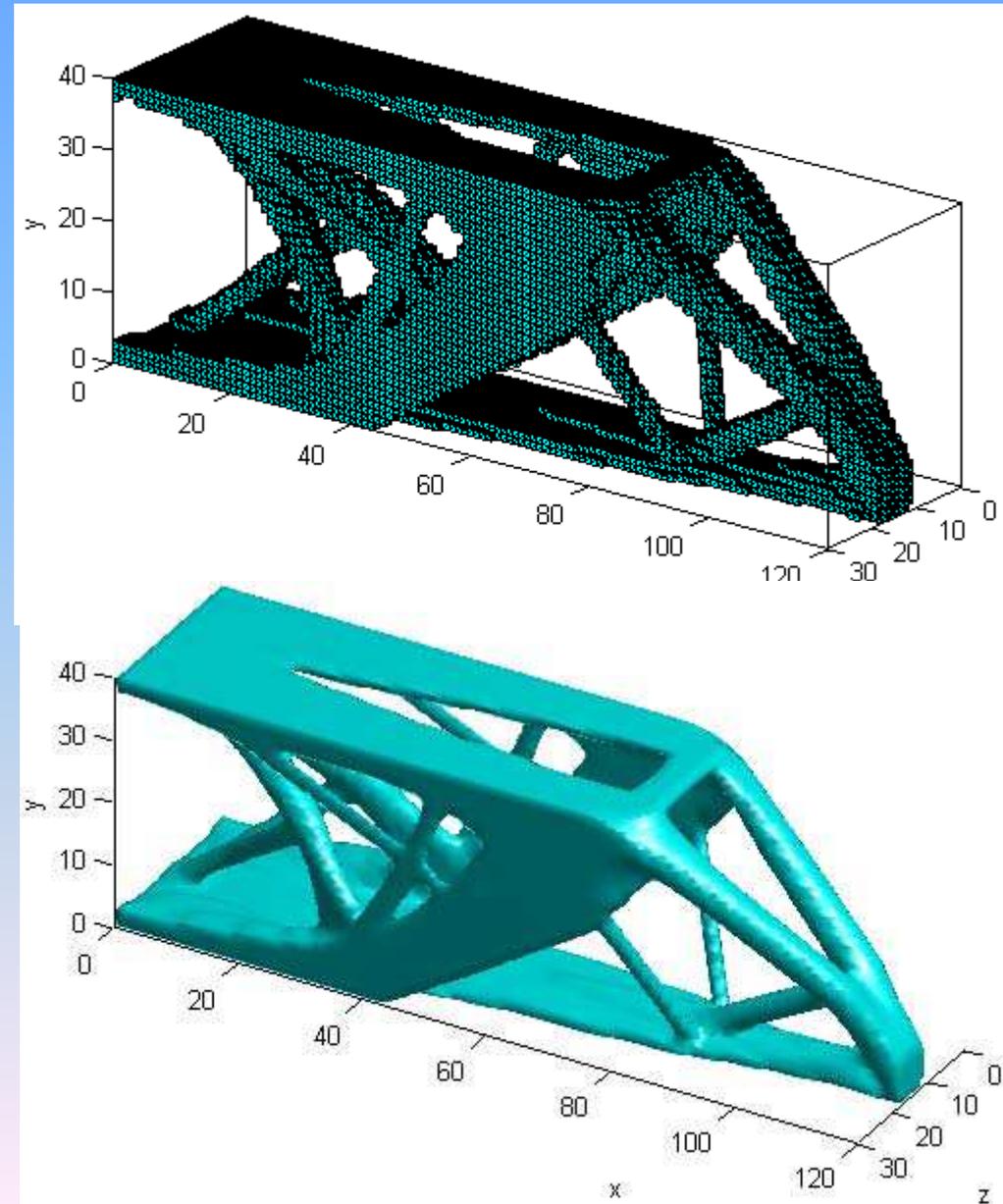
- 1) Quelle forme così strane, chi le disegna? Perché sono così?
- 2) E' vero che la resistenza del pezzo cambia con l'angolazione e con il numero di pezzi?
- 3) Ho sentito parlare di tensioni residue, cosa sono?
- 4) Come decido che devo fare riprese di macchina utensile?
- 5) Come organizzo una produzione di piccola o media serie?
- 6) Come faccio certificazione della qualità?



Quelle forme così strane, chi le disegna? Perché sono così?

## COME SI OTTIENE LA FORMA OTTIMALE

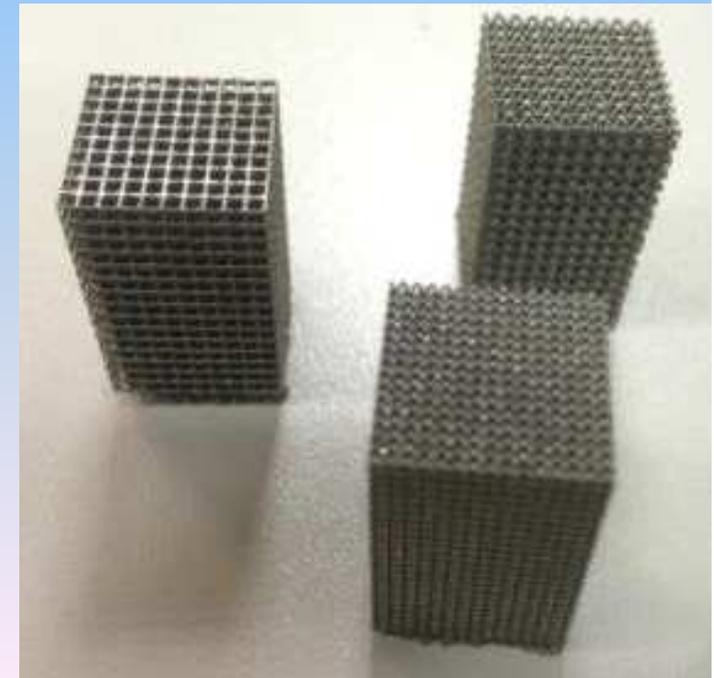
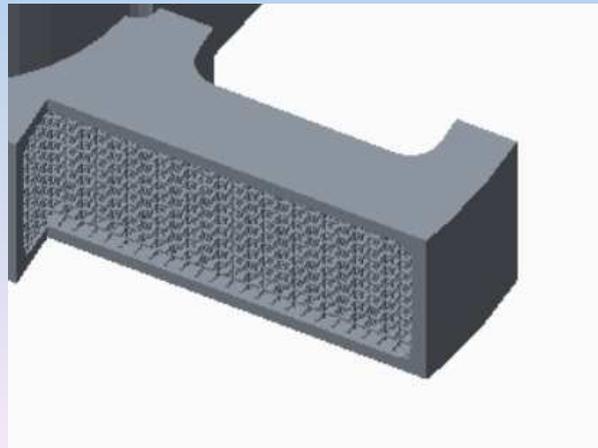
- 1) Disegno (3D solido grezzo)
- 2) Analisi agli elementi finiti con codice strutturale
- 3) eliminazione degli elementi a basso livello di sollecitazione
- 4) Attivazione di un ottimizzatore topologico
- 5) Ridisegno



Un secondo modo di alleggerire un pezzo è quello di fare la superficie esterna continua come se fosse «pieno», ma internamente con struttura alveolare, alleggerita del 70-80%

Queste strutture IBRIDE non sono progettabili con i sistemi presenti sul mercato.

Occorre trovare sperimentalmente delle proprietà equivalenti della struttura alveolare



## ANISOTROPIA

- Più pezzi faccio, più la resistenza meccanica si riduce
- La resistenza varia a seconda dell'angolo di accrescimento, ma di solito è sempre superiore a quella di materiali tradizionali

## SOLUZIONE

- Campagne di sperimentazione mirate per ogni nuovo materiale e per ogni nuovo tipo di polvere
- Ottimizzazione dei parametri di processo

## IL PROBLEMA DELLE TENSIONI RESIDUE

1) Nelle brusche variazioni di sezione e su spessori elevati, è facile che si producano distacchi fra i supporti e il pezzo, con conseguente crash di macchina. La conseguenza è dover ricominciare daccapo, buttando giorni di lavoro

2) Le tensioni residue possono distorcere il pezzo creando imprecisione dimensionale

### SOLUZIONI

- Simulazioni FEM avanzate di processo-prodotto, in grado di prevedere le TR, sono in corso di rapido sviluppo
- Sviluppo di supporti ottimali
- Sviluppare regole di posizionamento pezzo

## **IL PROBLEMA DELLE TOLLERANZE DIMENSIONALI**

Ottenere un pezzo preciso al centesimo al primo colpo, di solito, è impossibile.

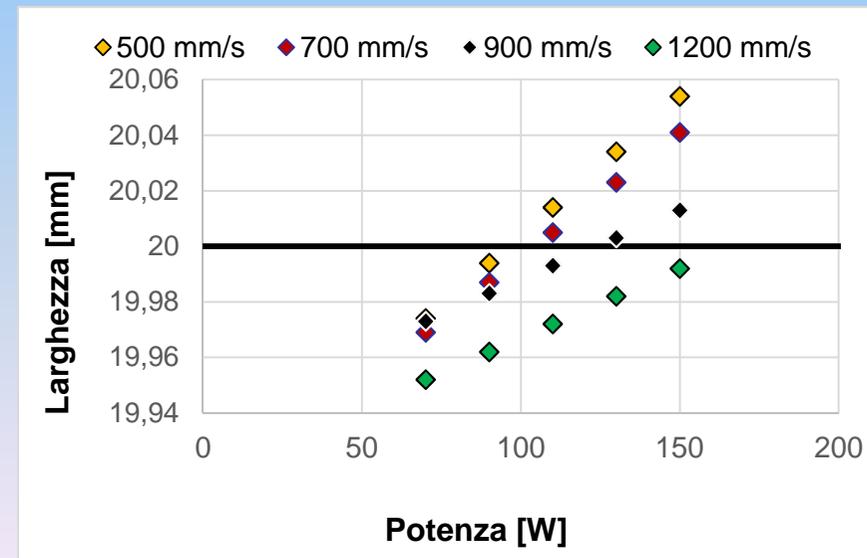
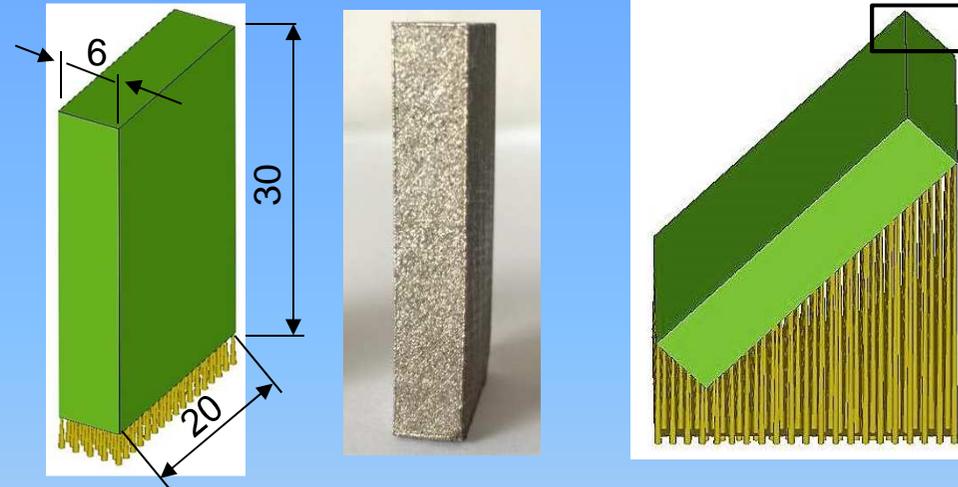
### **SOLUZIONI**

- Acquisizione 3D della geometria del primo pezzo
- Determinazione degli scostamenti rispetto al pezzo ideale
- Modifica automatica della geometria del modello
- Costruzione del secondo pezzo «perfetto»

**QUESTE PROCEDURE  
DEVONO ESSERE RESE  
AUTOMATICHE**

2) Un secondo fattore che influisce sulla precisione sono i parametri laser, che vanno scelti con cura

Con questa tecnica si ottengono precisioni del centesimo di millimetro su pezzi di elevata complessità dimensionale



## INTEGRAZIONE DEL PROCESSO A VALLE

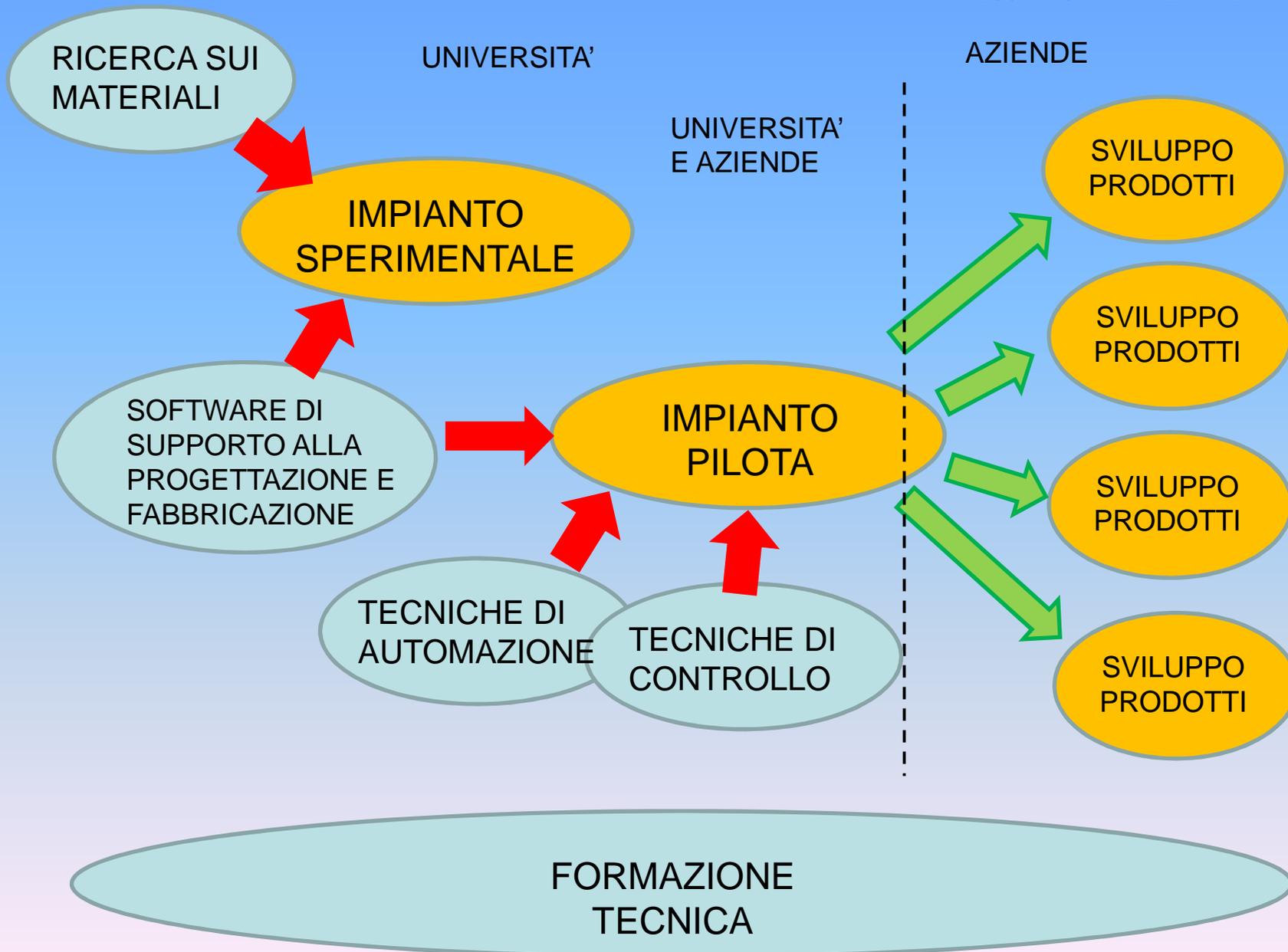
- Rimozione della polvere in eccesso
- Taglio del componente dalla piattaforma
- Taglio dei supporti
- Lucidatura esterna (spazzole)
- Lucidatura interna (flussaggio con polveri microabrasive)

OGGI SONO TUTTE  
OPERAZIONI MANUALI

## AUTOMAZIONE DA SVILUPPARE

- Procedure robotizzate automatiche di estrazione, taglio, manipolazione, lucidatura.
- La modellazione solida del componente consente la completa automazione del processo

# METTERE A SISTEMA LE COMPETENZE



# Attività correlate di Advanced Manufacturing

Robotica collaborativa

3DP di utensili da taglio

Prototipazione con materiali innovativi

Integrazione 3DP – materiali compositi

Integrazione con fibre piezoelettriche

Tempra laser diretta

Trattamenti plasma

Laser cladding per riparazione

Smart Objects

Applicazione di materiali sostenibili da fonte rinnovabile

Customizzazione di protesi impiantabili (articolari, valvolari, di vasi) e sviluppo di nuove tecniche chirurgiche

Componenti a graduazione continua di materiale

Integrazione di circuiteria elettrica

Microsculturazione di superfici

Trasmissione criptata di dati

Integrazione di sensori