

Stampa 3D di Leghe Metalliche

Relatore: Marco Sortino

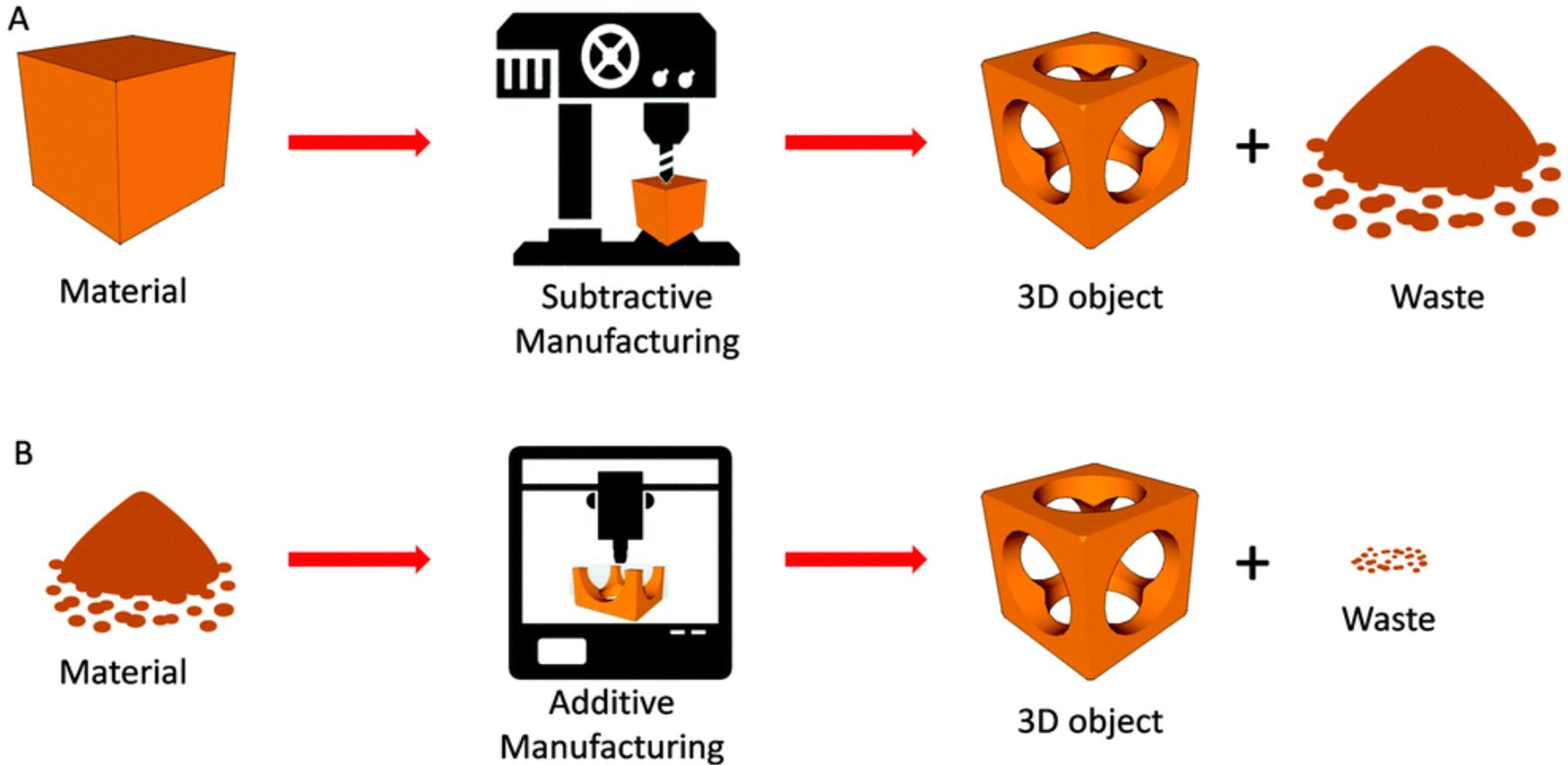
17 febbraio 2017 16:00

FP1640985001
#Sharing3FVG

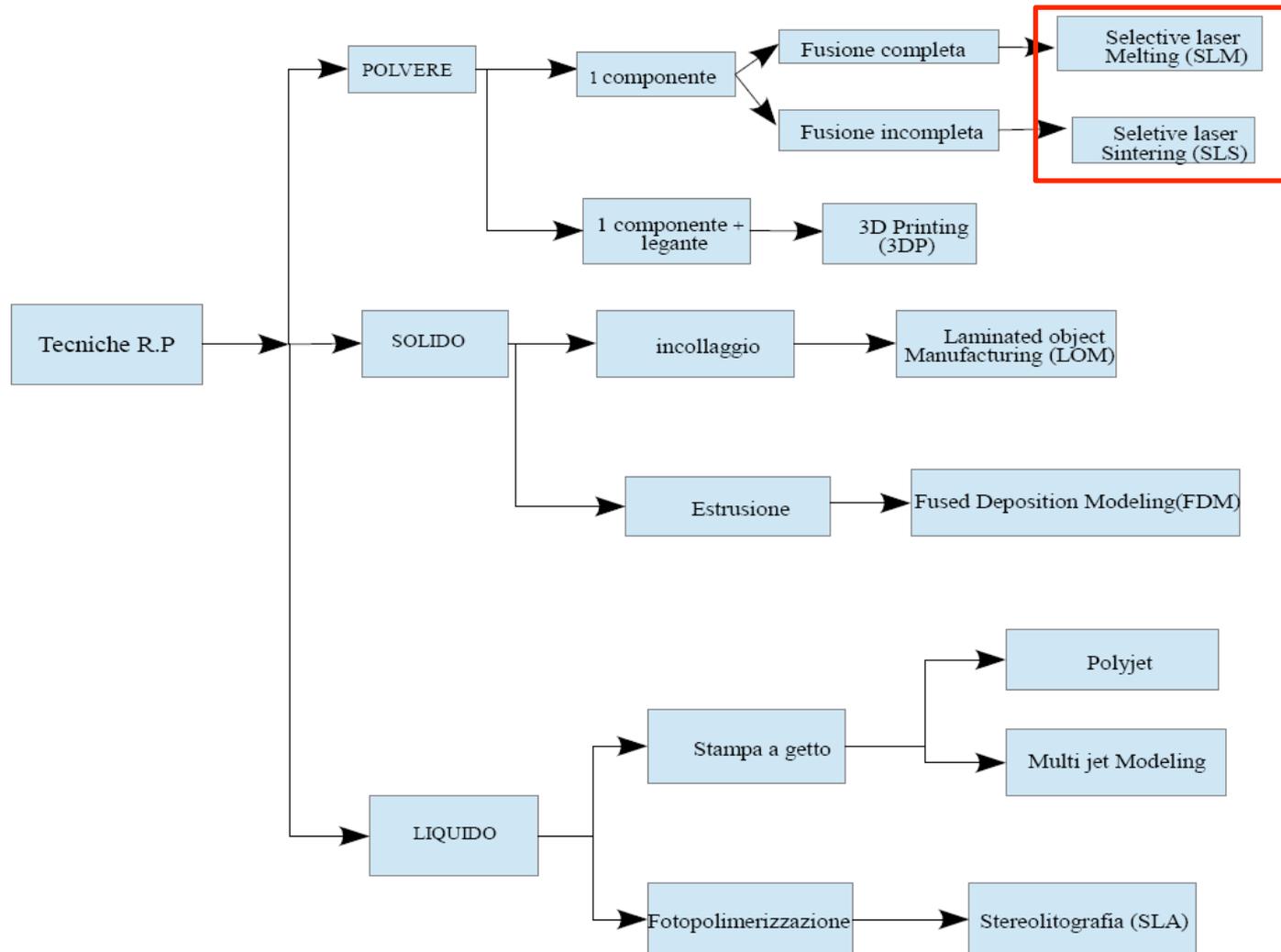
Definizioni

- > Additive manufacturing: classe di tecnologie che consentono di costruire oggetti fisici complessi aggregando materiale (inizialmente sotto forma di polvere).
- > La fabbricazione avviene per progressiva sovrapposizione di materiale secondo sottili sezioni (layer) che concorrono a formare l'oggetto finito.
- > Esistono una moltitudine di tecnologie che utilizzano il principio della costruzione per strati con diverse tipologie di materiali (carta, gesso, plastica, metalli, ceramica, materiale organico).

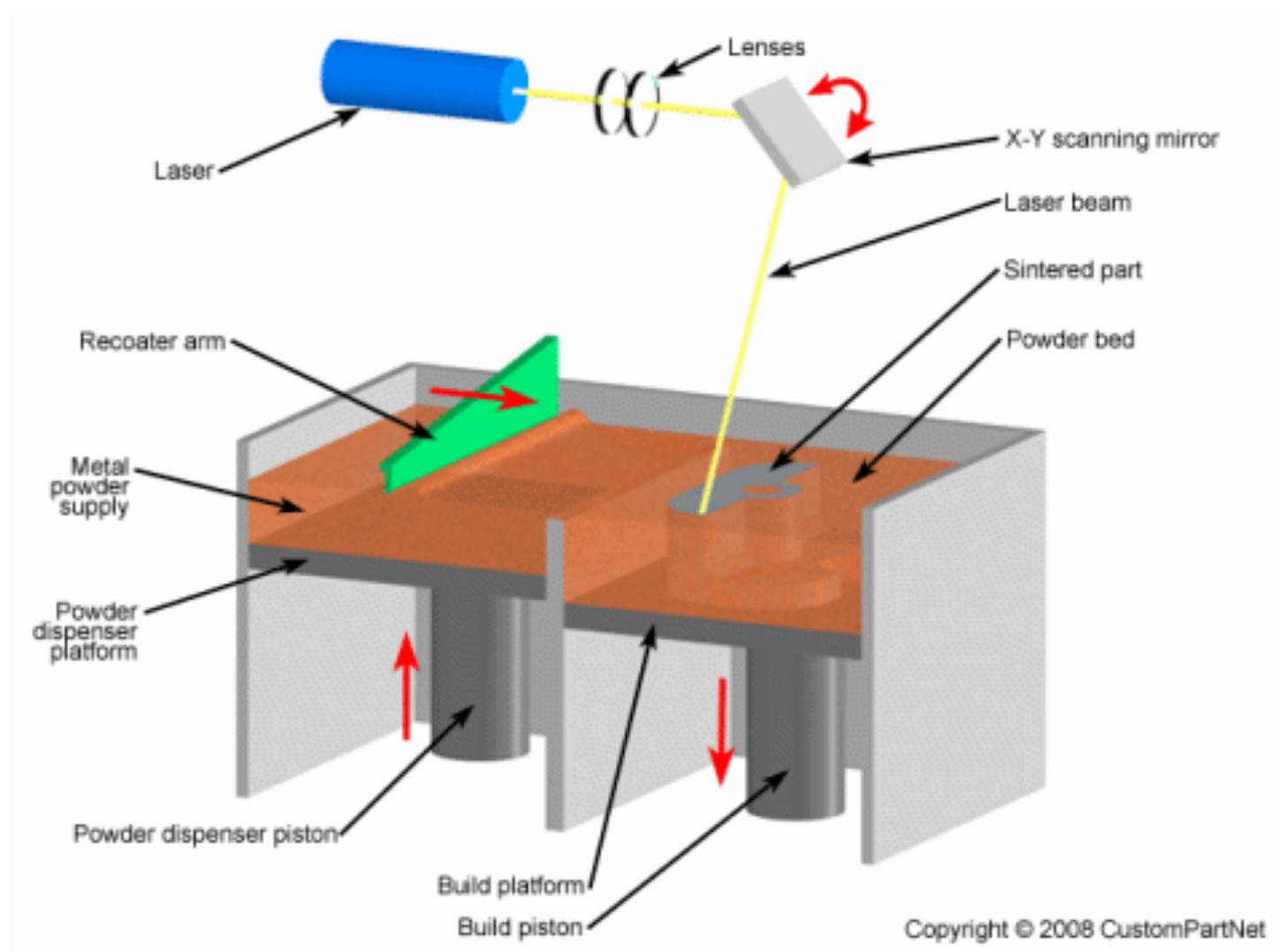
Subtractive vs Additive Manufacturing



Classificazione dei processi RP

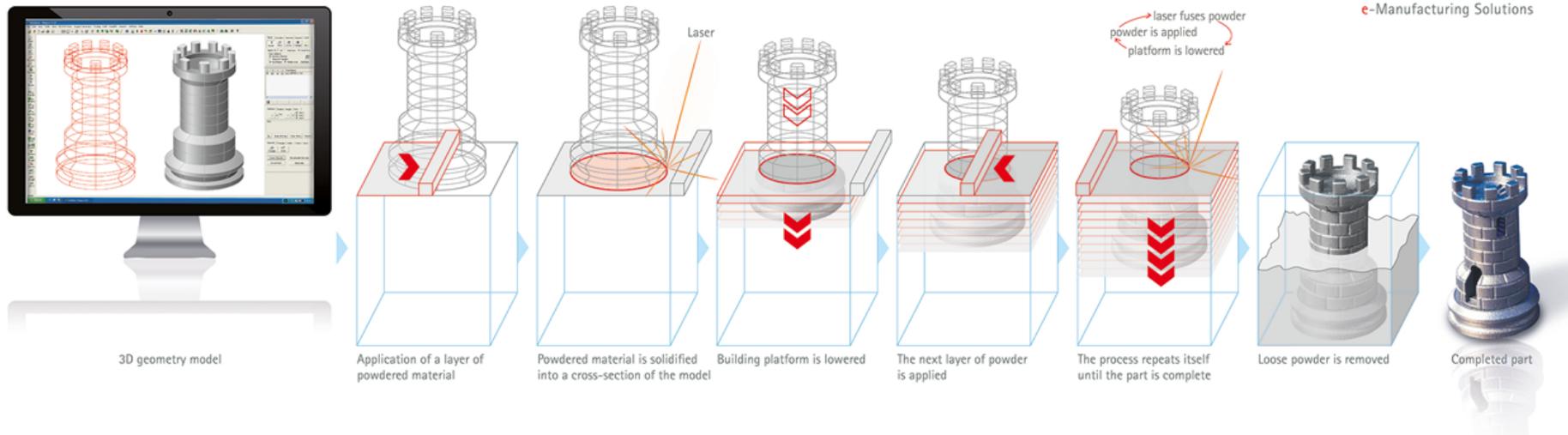


Principio generale della stampa 3D di metalli

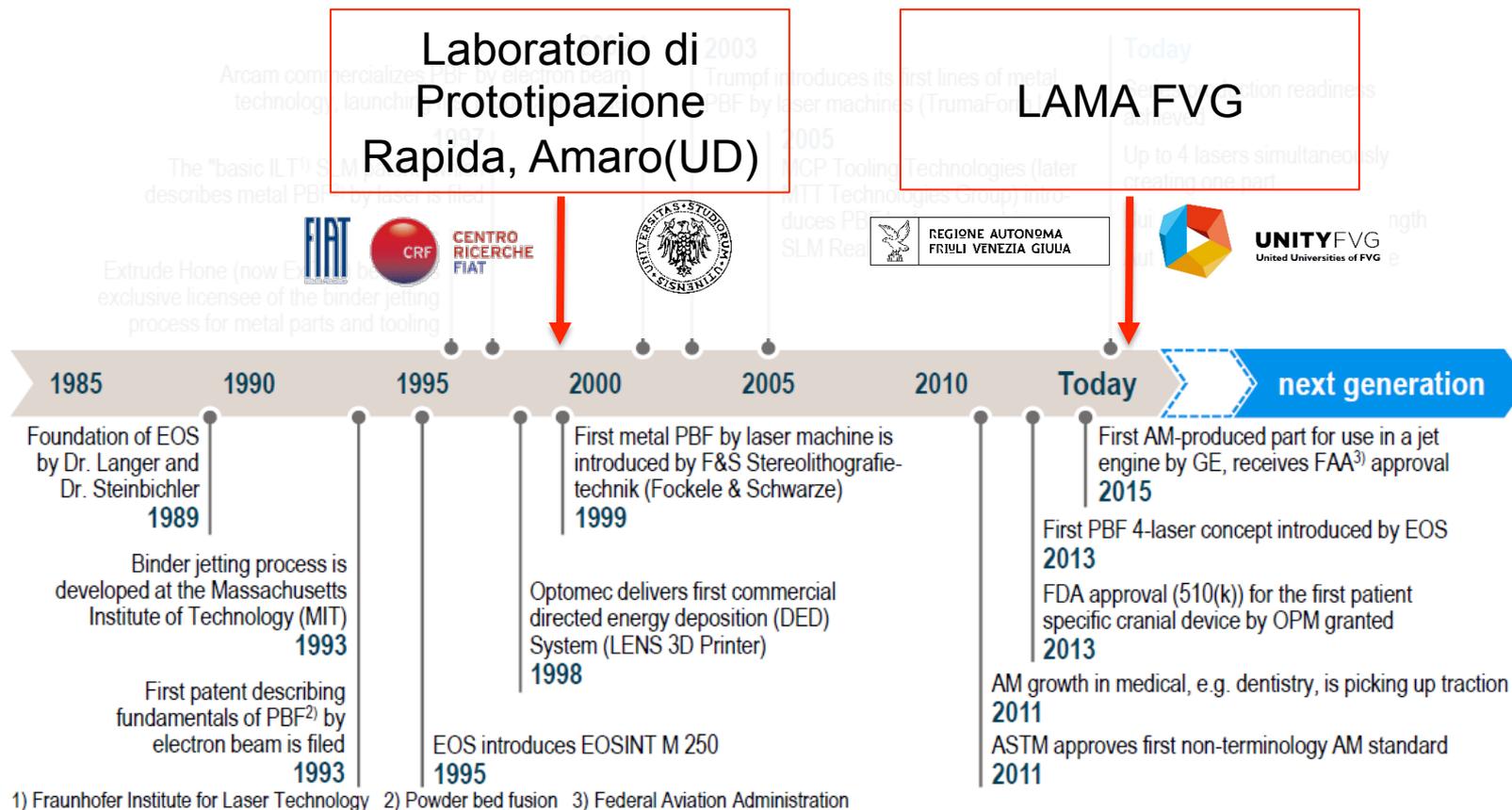


Principio generale della stampa 3D

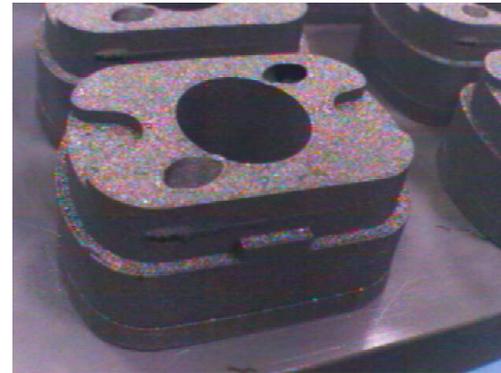
General functional principle of laser-sintering



Evoluzione delle tecnologie additive - AM



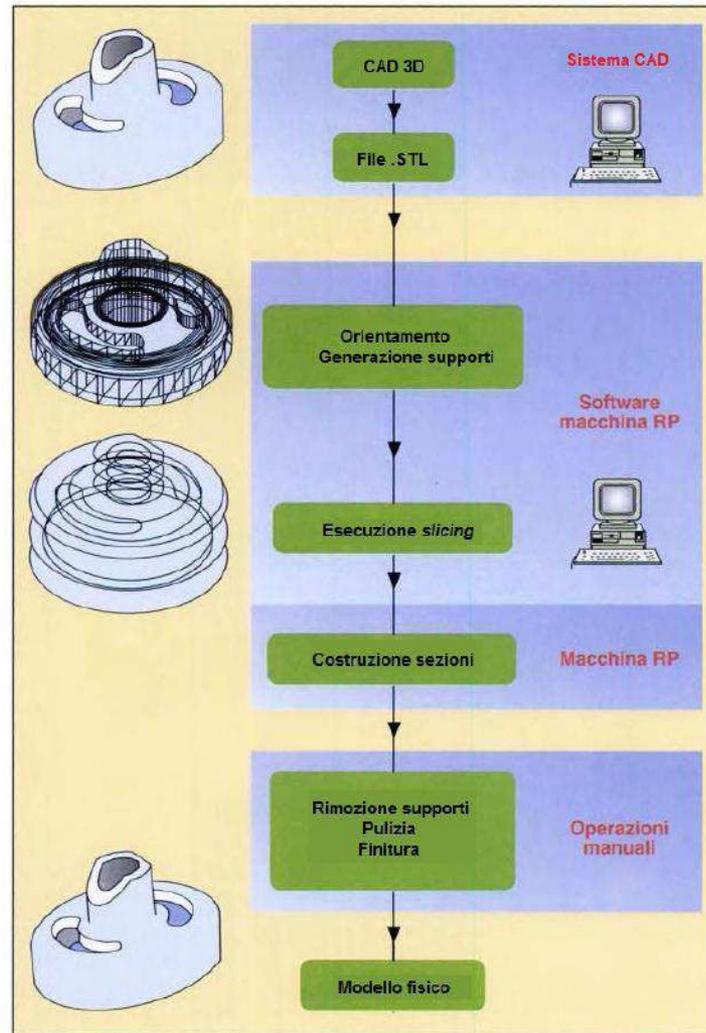
Rapid Prototyping Laboratory, Università di Udine, 2000



EOSINT M250

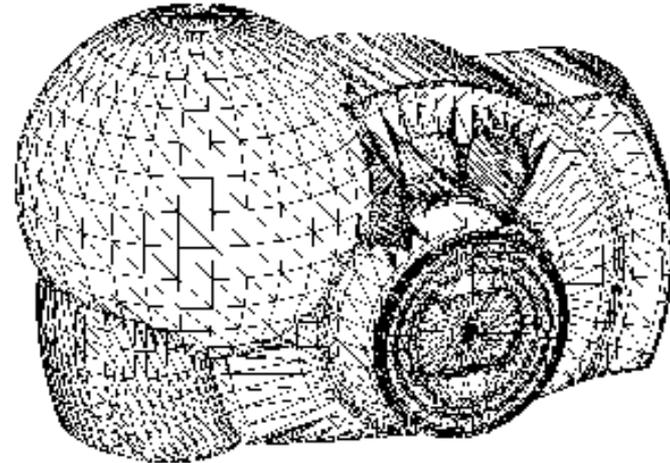
Prima macchina SLS in Italia!

Processo produttivo



Preparazione della lavorazione

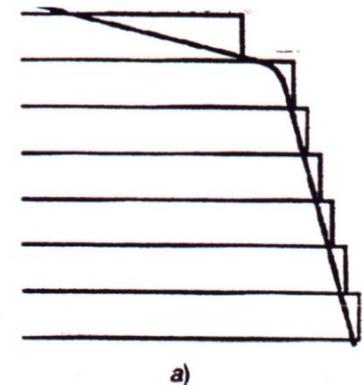
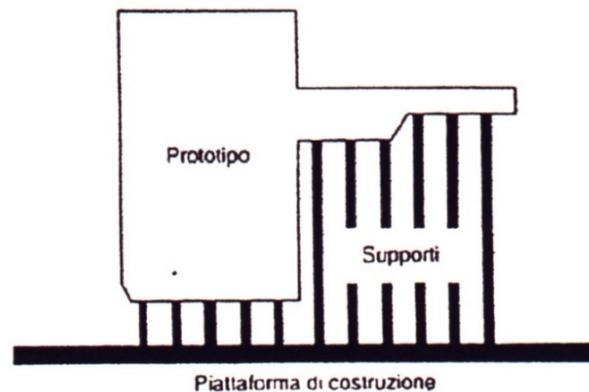
- > Importazione: formato di scambio “.STL”. Il solido viene rappresentato da una griglia (mesh) di triangoli che ne approssima le superficie.
- > Infittendo il numero di triangoli si migliora la corrispondenza tra il modello .stl e quello originario ma si aumentano le dimensioni del file, cosa che può rallentare le successive operazioni.
- > Il modello STL deve essere privo di imperfezioni!



Preparazione della lavorazione

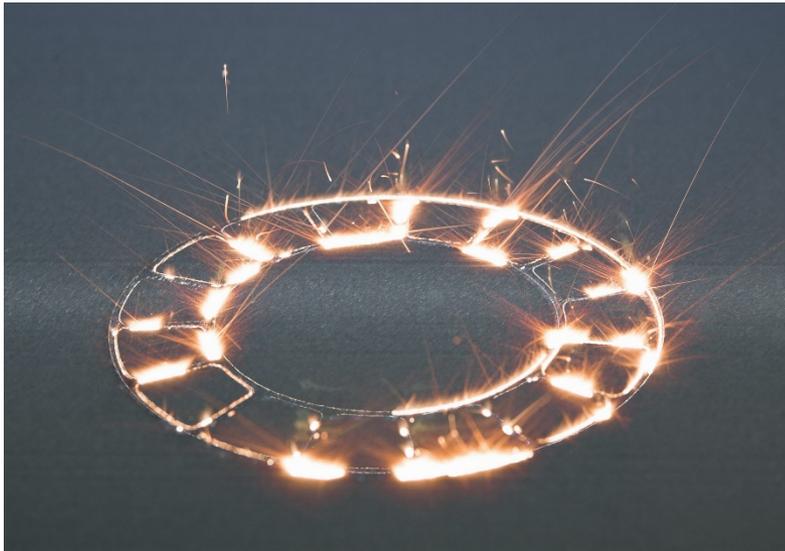
> Preparazione:

- Controllo ed eventuale correzione del modello .stl
- Scelta orientazione rispetto al piano di fabbricazione
- Disposizione delle parti sul piano di lavoro
- Eventuale aggiunta di supporti e rinforzi
- Generazione delle sezioni del modello (slicing)
- Trasferimento alla macchina RP ed avvio del processo



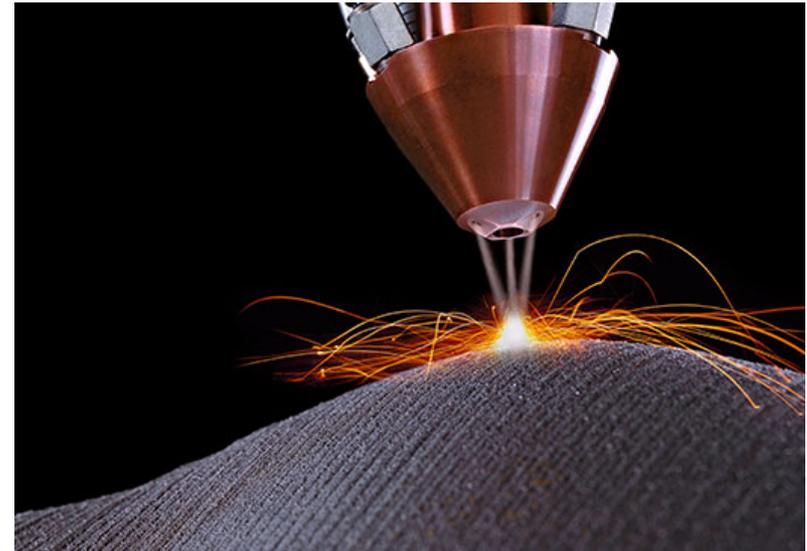
Additive Manufacturing of Metals

Powder Bed



Selective Laser Sintering, Direct Metal Laser Sintering, Selective Laser Melting, Laser Cusing

Powder Fed

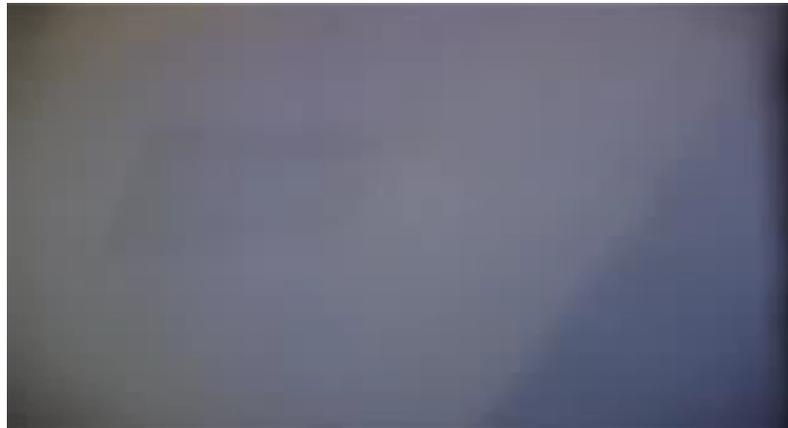


Laser Cladding, Directed Energy Deposition, Laser Metal Deposition

Hybrid applications

Additive Manufacturing of Metals

Powder Bed



Selective Laser Sintering, Direct Metal Laser Sintering, Selective Laser Melting, Laser Cusing

Powder Fed



Laser Cladding, Directed Energy Deposition, Laser Metal Deposition

Hybrid applications

Leghe metalliche attualmente disponibili - SLM

- > **Alluminio AlSi10Mg** – Tipico per applicazioni di pressofusione. Buona resistenza meccanica ed applicato per parti soggetti a carichi elevati. Idoneo per applicazioni termiche.
- > **Acciaio Maraging** – Acciaio con proprietà meccaniche molto buone ed idoneo per trattamenti termici. Idoneo per la produzione di utensili (stampi, conchiglie) e componenti meccanici ad alte prestazioni.
- > **Acciaio Inox** – Elevata resistenza alla corrosione e elevate proprietà meccaniche. Idoneo per la produzione di protesi, prototipi, piccole serie, pezzi speciali, ricambi.
- > **Titanio Puro o Ti6AlV4** – Lega leggera con eccellenti proprietà meccaniche e resistenza alla corrosione. Biocompatibile. Idoneo per la produzione di pezzi ad alte prestazioni in ambito aerospaziale, componenti ad alte prestazioni, impianti medicali.
- > **Cromo-Cobalto** – Superlega di cromo, cobalto e molibdeno. Proprietà meccaniche eccellenti e resistenza alla corrosione ed alle alte temperature. Applicazioni in ambito medicale ed impianti dentali oltrechè aerospaziale.
- > **Inconel 718** – Superlega di Nickel con elevatissime proprietà meccaniche e resistenza alle alte temperature ed alla corrosione. Tipico per applicazioni ad alta temperatura come componenti per turbine a gas ed impianti di processo.

Finitura del prodotto

- > La maggioranza delle tecnologie RP richiede una serie di interventi e lavorazioni successive sul prototipo prodotto per renderlo pienamente utilizzabile e migliorarne le caratteristiche:
 - Trattamenti termici
 - Pressatura isostatica a caldo (Hot Isostatic Pressing)
 - Distacco dal piano di lavorazione
 - Rimozione supporti
 - Finitura superficiale
 - Altri trattamenti rinforzanti, impermeabilizzanti, estetici, etc.

Limiti tecnici della stampa 3D di leghe metalliche

- > Materiali a disposizione;
- > Il pezzo deve essere contenibile comodamente entro un box di dimensioni 250x250x280 mm (esistono macchine con volumi maggiori, ma con costi nettamente superiori);
- > Precisione dimensionale e finitura superficiale non particolarmente elevate;
- > Fabbricazione per strati introduce una importante anisotropia nel pezzo;
- > Linee guida per la progettazione dei pezzi da stampare in 3D (spigoli vivi, sottosquadri, ...).

Caratteristiche dei pezzi stampati

Caratteristica	Stato attuale
Precisione dimensionale	Intorno al decimo di millimetro .
Rugosità superficiale	Comparabile con quanto ottenibile per pressofusione .
Densità	Possono essere ottenute densità > 99% .
Tensioni residue	Genericamente molto alte . Strategie di mitigazione ed ottimizzazione sono spesso indispensabili (temperatura del substrato, direzione di scansione laser, trattamenti termici)
Comportamento meccanico	I moduli elastici di flessione e tensione sono simili ai materiali lavorati per deformazione plastica a freddo. L'infragilimento limita la massima deformazione in campo plastico all' 1-4% . La resistenza alla fatica è limitata a circa il 60-80% rispetto al materiale ricotto da difetti superficiali e pori interni.
Stabilità chimica	L'elevata velocità di raffreddamento può portare alla permanenza nella struttura di composti instabili i cui effetti devono essere valutati caso per caso.
Struttura cristallografica	E' presente una rilevante tessitura cristallografica . La tessitura ed i suoi effetti possono essere controllati in qualche maniera variando la direzione di scansione del laser durante la deposizione.

Sicurezza

- > Le stampanti impiegano polveri di dimensione intorno ai 10 μm , quindi potenzialmente volatili e nocive se inalate.
- > Molti dei materiali presentano elevata reattività con l'ossigeno e potrebbero incendiarsi se non manipolati con cautela.
- > Per evitare l'ossidazione del bagno fuso le macchine di stampa impiegano portate rilevanti di Azoto o Argon che vengono dispersi nell'ambiente circostante.

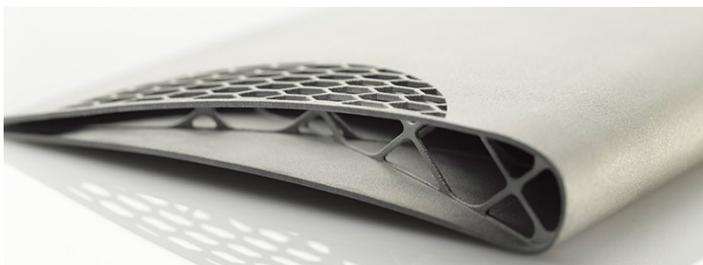
Confronto

- > Lavorazioni tradizionali:
 - Tempi elevati per avviare la lavorazione (elaborazione PART PROGRAM, preparazione delle macchine e degli utensili)
 - Tempi di lavorazione relativamente brevi
 - Operano per asportazione di materiale
 - Richiedono buona preparazione tecnica
 - Forma dell'oggetto ottenuto è fortemente limitata dalla tecnologia.
- > Lavorazioni per addizione:
 - Tempi molto brevi per avviare la lavorazione (preparazione del modello CAD)
 - Tempi di lavorazione relativamente lunghi
 - Operano per addizione di materiale
 - Permettono di ottenere oggetti la cui forma è molto meno legata a vincoli di processo.

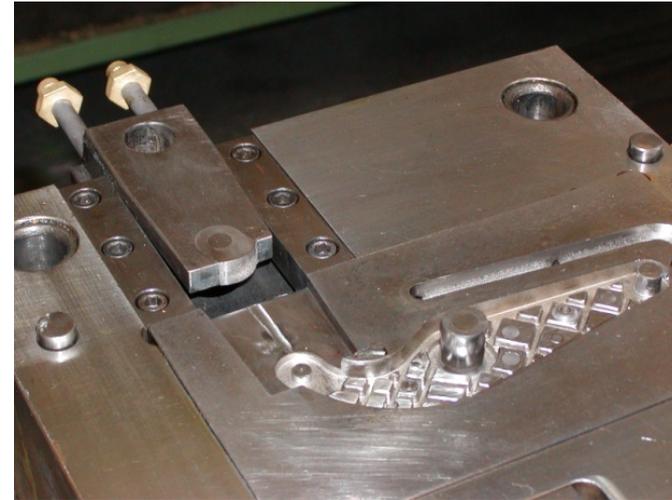
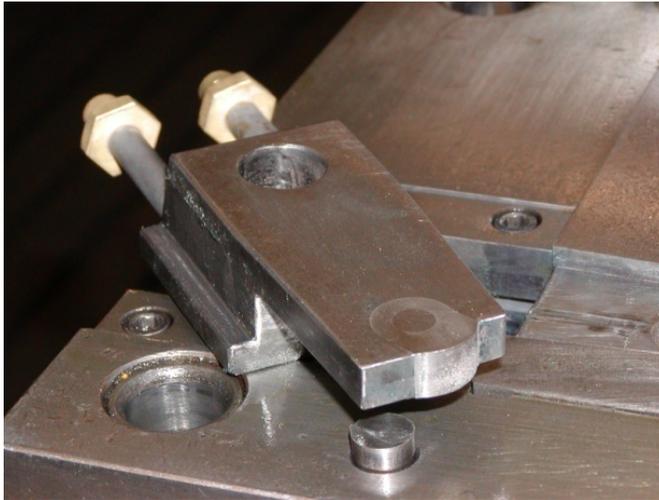
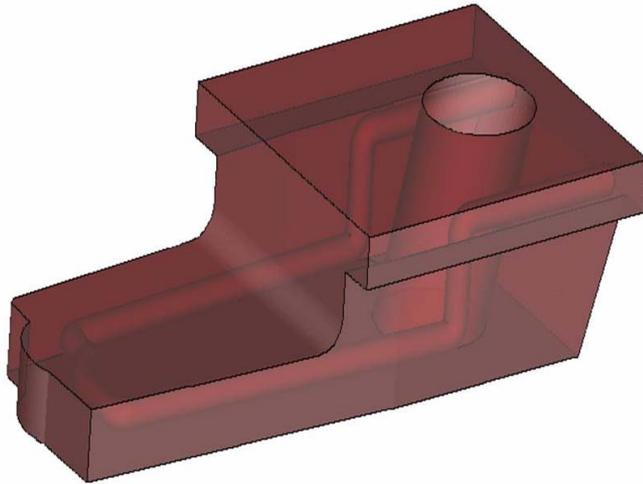
Aspetti economici

- > Costo elevato della macchina di stampa e delle polveri.
- > Principali variabili di costo per un componente stampato:
 - Dimensioni del pezzo (ingombro, non volume);
 - Trattamenti termici e di finitura;
 - Materiale del pezzo;
 - Operazioni manuali di carico/scarico e gestione polveri.
- > Ambiti ove la tecnologia viene già applicata:
 - Prototipi;
 - Pezzi artistici/unicì – pezzi ad alto livello di personalizzazione;
 - Pezzi impossibili da realizzare con tecnologie convenzionali;
 - Pezzi convenzionali con funzioni avanzate che ne giustificano il maggiore costo.

Ambiti di applicazione



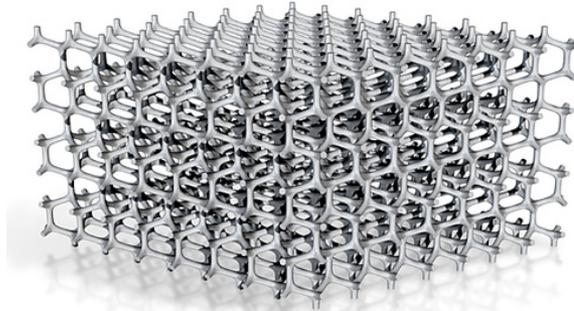
Ambiti di applicazione – Tassello



Applicazioni – Scambiatori di calore ad alte prestazioni



Aspetti di sviluppo



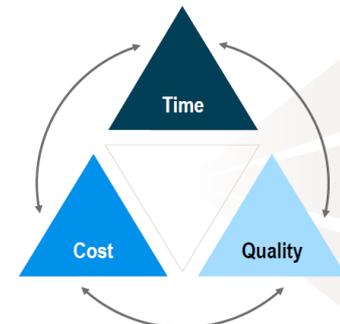
Strutture lattice complesse



Bionic Design e Simulation-Driven Engineering



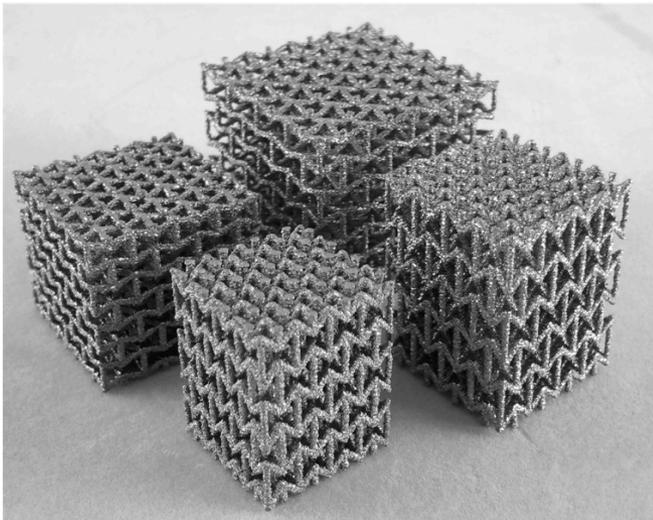
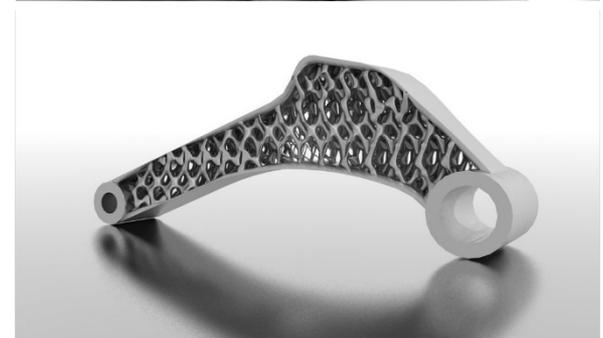
Multimateriale



Ottimizzazione di processo

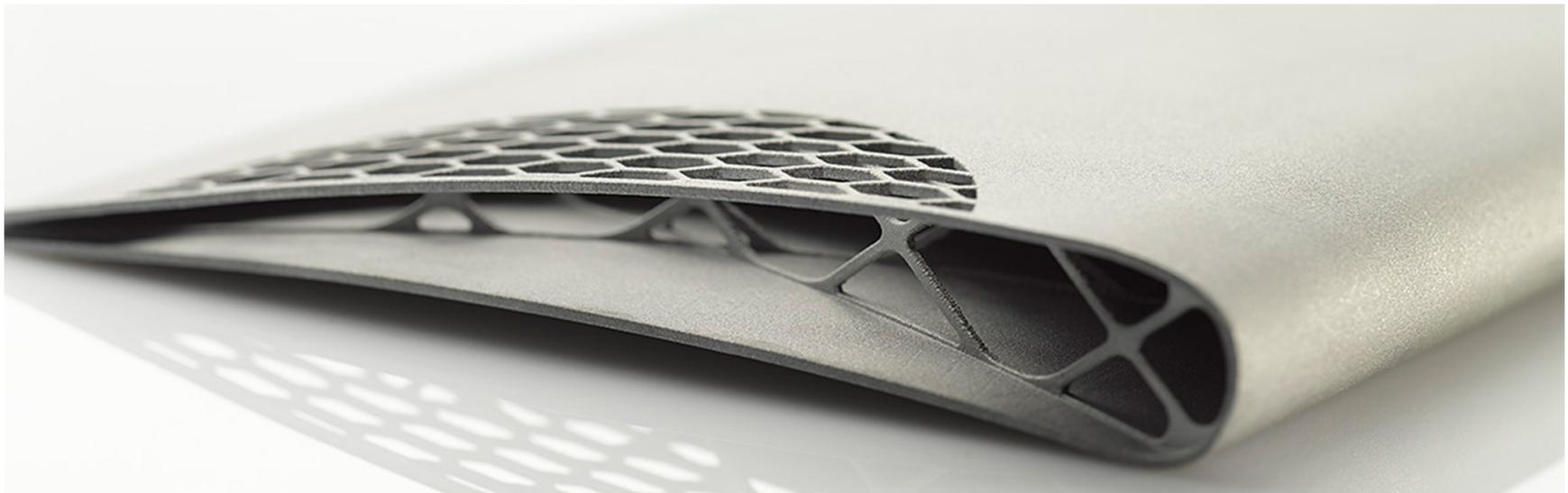
Strutture Lattice

- > Riduzione di peso
- > Controllo delle caratteristiche meccaniche
- > Collocazione arbitraria del centro di massa
- > Ottimizzazione dei flussi termici
- > Riduzione dell'utilizzo di materiale e dei tempi di costruzione
- > Funzioni biologiche



Bionic Design

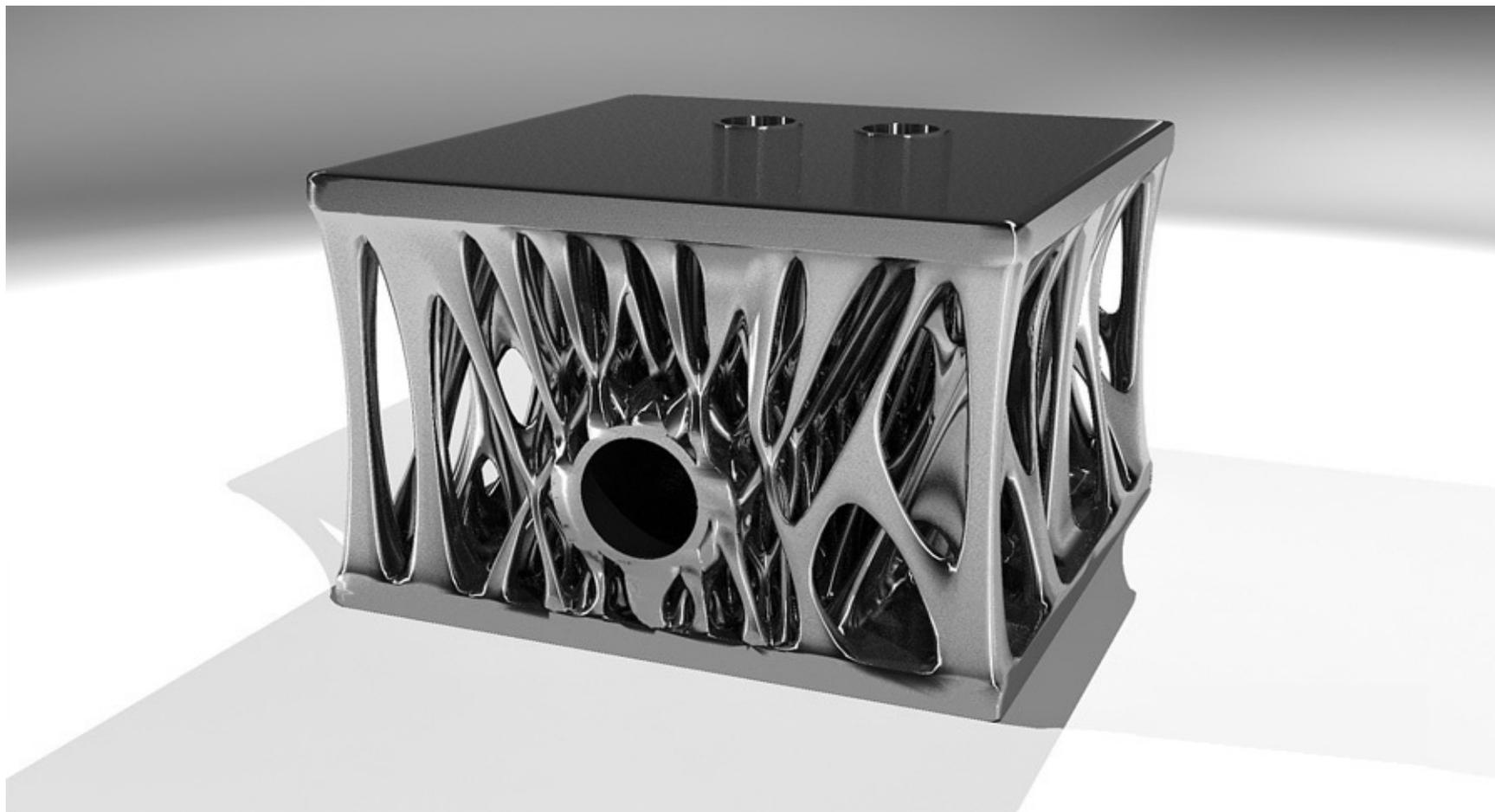
- > La natura tramite l'evoluzione spinge gli organismi biologici a forme ad elevata efficienza.
- > Il Bionic design si ispira a forme naturali per la realizzazione di componenti meccanici convenzionali.
- > La stampa 3D è tecnologia abilitante per la realizzazione di molte forme di ispirazione biologica.



Bionic Design



Bionic Design





LAMA^{FVG}

Laboratorio Regionale di
Meccatronica Avanzata



Inaugurazione LAMA FVG 07/07/2016



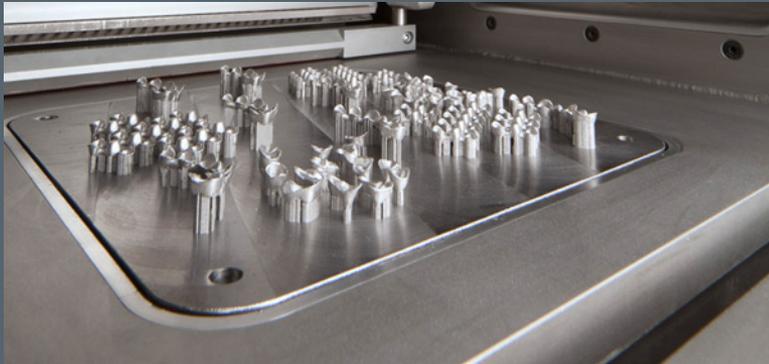
Laboratorio LAMA FVG



Dotazione



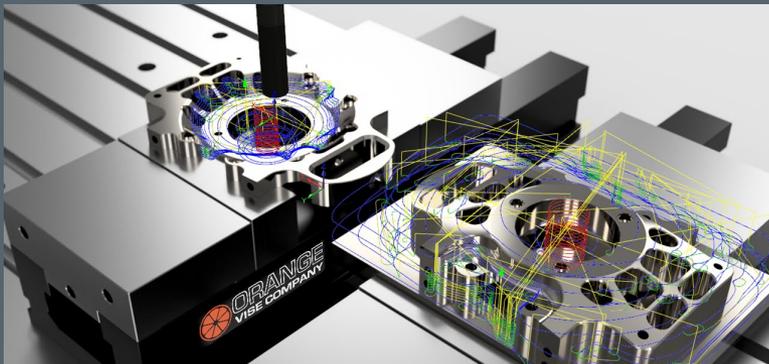
Servizi LAMA FVG



SLM – 3D Printing



Advanced Robotics

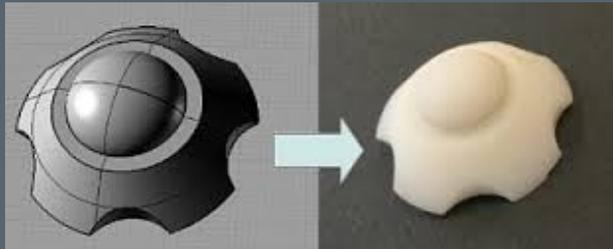


Virtual Engineering



Digital Factory

Attività LAMA FVG



Rapid Prototyping



Product/process re-engineering



Events



Training



Grazie per l'attenzione!



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA



Webinar realizzato da IALFVG e parte degli 80 di #Sharing3FVG, progetto cofinanziato dal Fondo Sociale Europeo nell'ambito del Programma Operativo Regionale 2014/2020

#Sharing3FVG