

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

Relazione per la prova finale
STATO DELL' ARTE SULLA RESISTENZA STATICA E A FATICA
DI COMPONENTI OTTENUTI DA ADDITIVE
MANUFACTURING

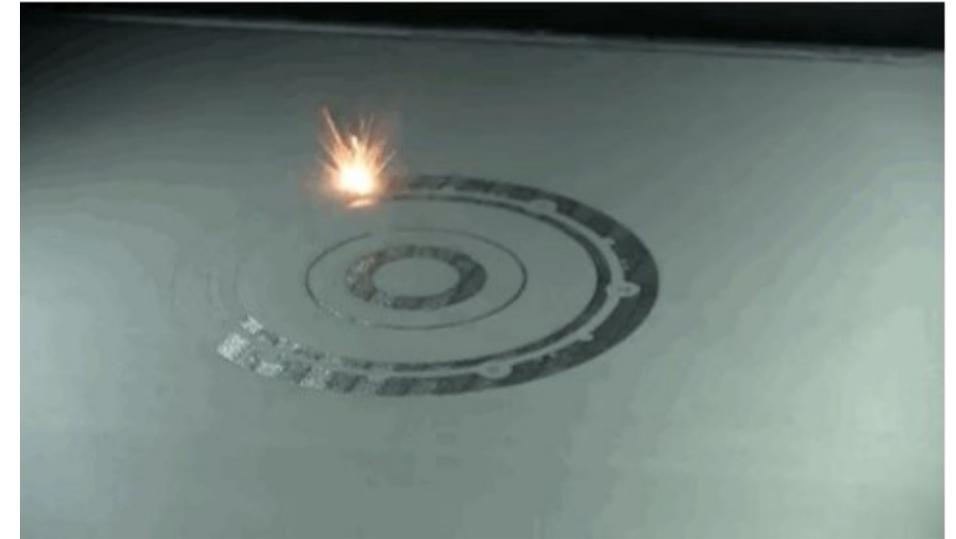
Tutor universitario: Prof. Alberto Campagnolo

Laureando: *Lorenzo Carraro*

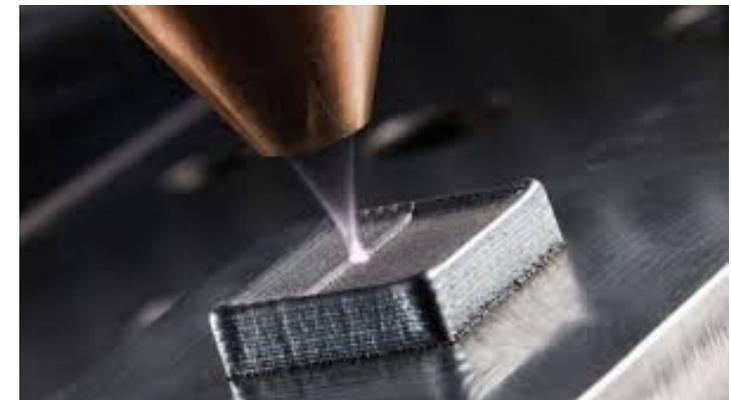
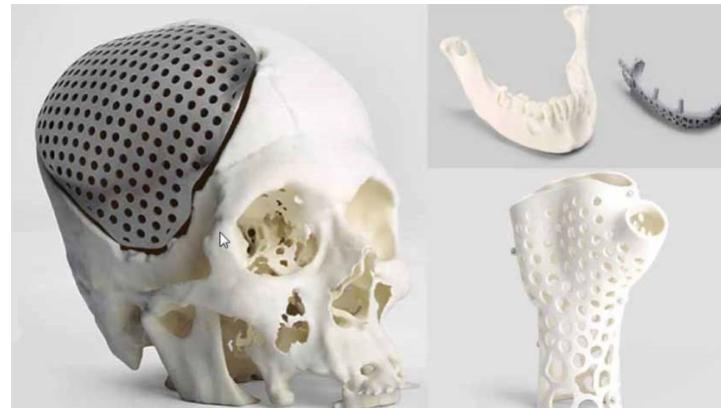
Padova, 18/03/2024

1196654

- Introduzione all' Additive Manufacturing alle ed alle sue varie declinazioni
- Analisi dei fattori che influenzano il comportamento a fatica dei componenti ottenuti con tali tecnologie
- Confronto del comportamento a fatica di componenti ottenuti con tecnologie tradizionali e con additive manufacturing



www.dii.unipd.it



Il processo di Additive Manufacturing, è una tecnologia di produzione che costruisce oggetti tridimensionali layer dopo layer, partendo da un modello digitale tridimensionale.

TECNOLOGIE

Additive Manufacturing

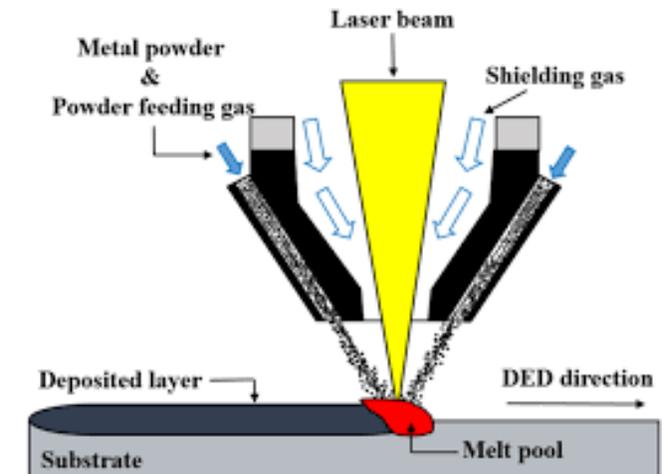
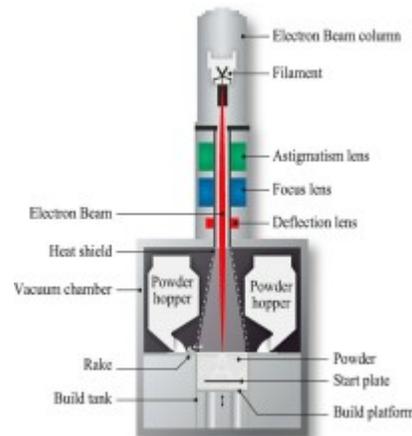
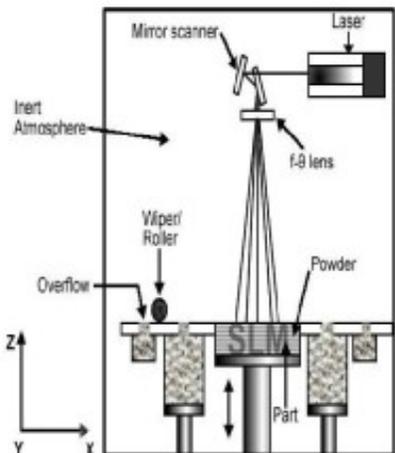
Powder Bed Fusion

Directed Energy Deposition

Selective Laser Melting

Electron Beam Melting

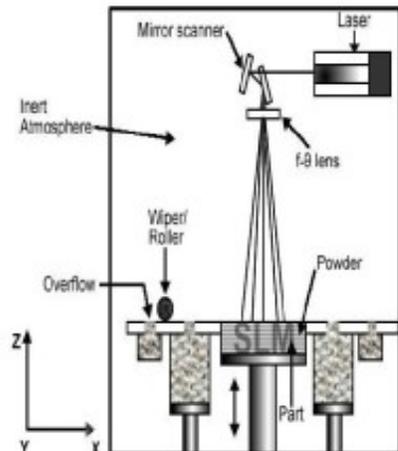
Directed Metal Deposition



Leghe di utilizzo più frequente per le varie tecnologie di Additive Manufacturing

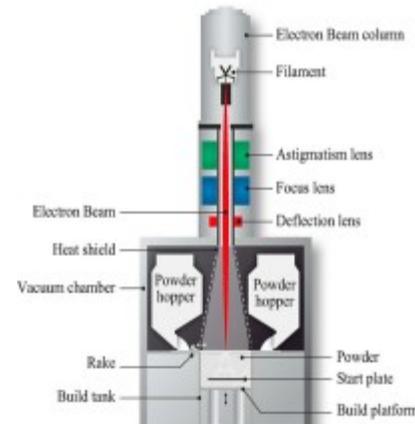
Selective Laser Melting

- Acciaio Maraging
- Leghe di Titanio: Ti6Al4V
- Leghe di Alluminio: AISi10Mg
- Leghe a base di Rame



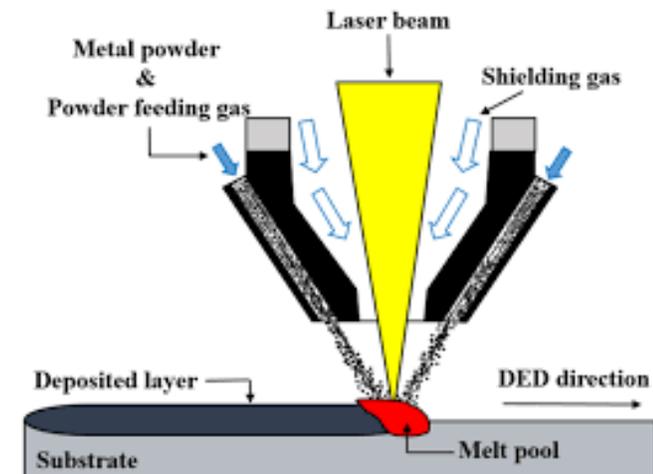
Electron Beam Melting

- Leghe di Titanio: Ti6Al4V
- Leghe di Nichel: Inconel718
- Acciaio Inossidabile 316L
- Leghe di Cobalto-Cromo: CoCrMo



Directed Metal Deposition

- Superleghe a base di Nichel
- Leghe di Titanio
- Acciai Inossidabili

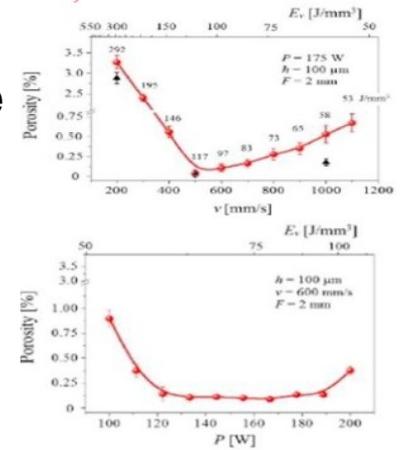


I fattori che influenzano le proprietà dei componenti ottenuti con Additive manufacturing sono:

- **Parametri di Processo** - Microstruttura e difetti

Velocità di Scansione

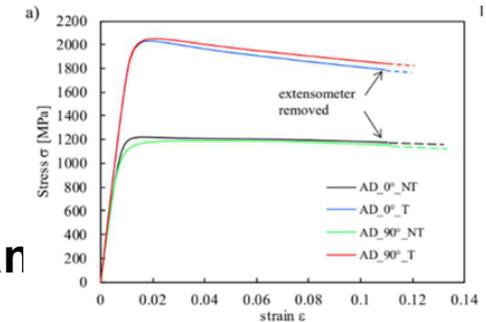
Potenza del Laser



- **Direzioni di Stampa** - Microstruttura e difetti

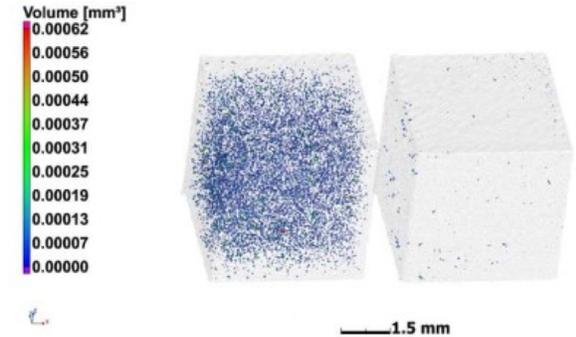
Verticale $\rightarrow \sigma \perp$ ai piani

Orizzontale $\rightarrow \sigma \parallel$ ai piani

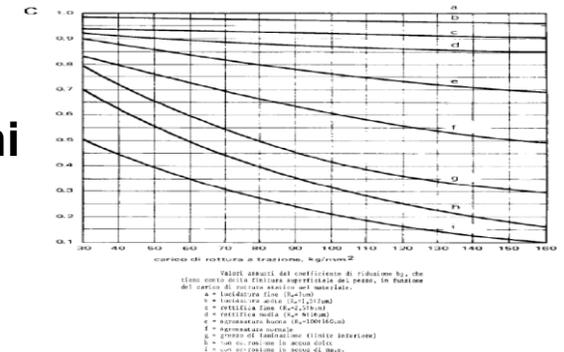


I fattori che influenzano le proprietà dei componenti ottenuti con Additive manufacturing sono:

- **Trattamenti Termici** - Microstruttura e difetti → **HIP** → **Riduzione delle Tensioni Residue**



- **Rugosità Superficiale** - Condizioni di superficie
 - **Riduzione Scalini**
 - **Riduzione Concentrazioni di Tensione**



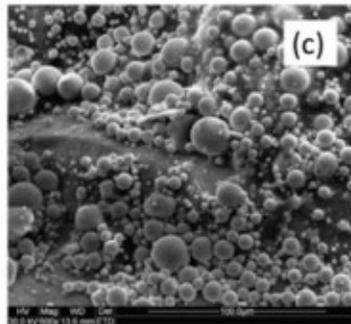
DIFETTI

Vaporizzazione di elementi in lega

- Si verifica a causa di elevate temperature di fusione. Per evitarlo spesso si introducono gas inerti.

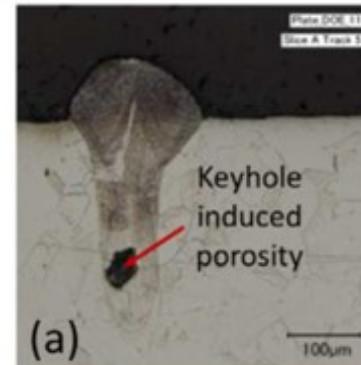
Finitura Superficiale

- Effetto a gradini
- Linee di strato
- Schizzi di materiale



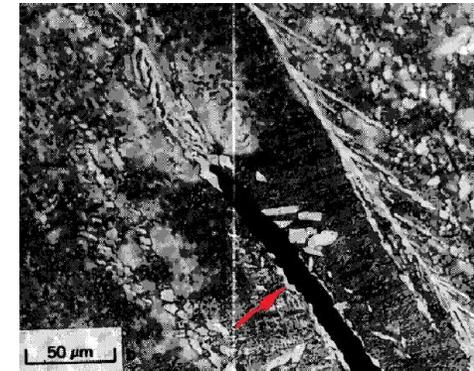
Porosità

- Bolle di gas intrappolate nel processo di solidificazione
- Discontinuità nel reticolo



Cricche

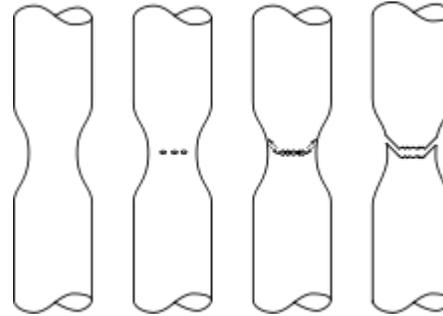
- Conseguenza di porosità e gradiente di temperatura che induce tempi di solidificazione differenti e stati di tensione residui



Comportamento Statico

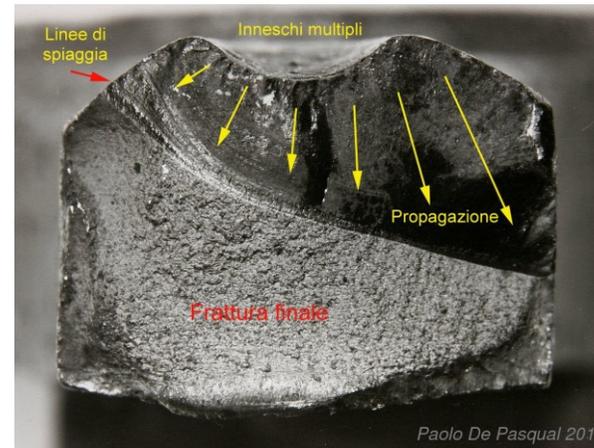
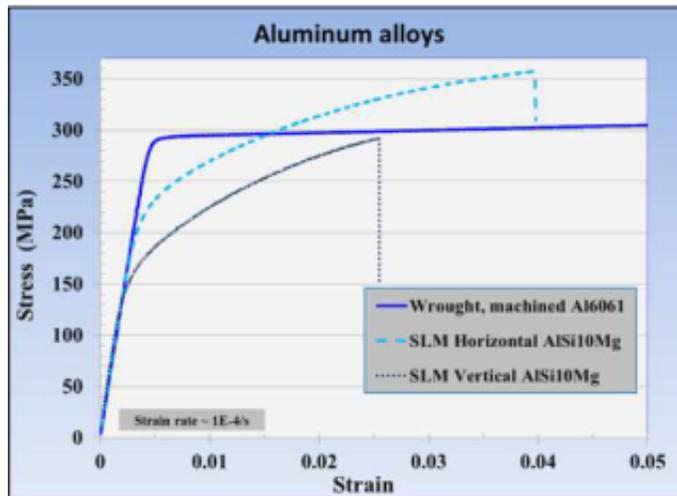
Dalle prove a Trazione di Provini ad Osso di Cane sono emerse le seguenti tensioni di snervamento:

- Al6061 - $\sigma_y = 293 \text{ Mpa}$
- AlSi10Mg - $\sigma_{y-ORIZ} = 227 \text{ MPa}$
- $\sigma_{y-vert} = 172 \text{ MPa}$



Comportamento per Resistenza a Fatica

Per ampiezze di carico $\sigma_{a,10^4,-1} = 160 \text{ MPa}$ si osservano concentrazione di punti di rottura per $N = 2 \cdot 10^4$ cicli
Nei campioni lappati emerge un incremento della resistenza a fatica dei provini



Dalla ricerca per la stesura di tale relazione per le tecnologie trattate sono giunte alle seguenti conclusioni

Selective Laser Melting

- Vantaggi
Alta precisione,
Diversificazione dei materiali e
delle geometrie e risparmio del
materiale
- Svantaggi
Costo iniziale elevato,
Complessità di processo e
Finitura superficiale irregolare

Electron Beam Melting

- Vantaggi
Diversificazione dei materiali e
delle geometrie, costi di
produzione ridotti e Alta
velocità di produzione
- Svantaggi
Costo iniziale elevato,
Complessità di processo,
Finitura superficiale irregolare
e Limitazione Dimensionale

Directed Metal Deposition

- Vantaggi
Velocità di Produzione,
Diversificazione dei materiali e
delle geometrie e risparmio del
materiale
- Svantaggi
Costo iniziale elevato,
Complessità di processo e
Finitura superficiale irregolare