

Tecnologie additive - una opportunità da cogliere

Paolo Calefati
Contatti
Paolo.calefati@primapower.com

12/04/18, Torino

Index

- Introduzione - Prima Industrie S.p.A.
- Industria 4.0
- Prima Additive products
- Analisi casi ENEL
- Caratterizzazione processo
- Caso studio: AISI 316L
- Sviluppo collaborazione su AM Repairing
- Componenti per macchine di taglio laser per Prima Industrie in collaborazione con il fornitore/cliente ELLENA

Introduzione - Prima Industrie S.p.A.



- ▶ 40 YEARS
- ▶ 18 YEARS LISTED
- ▶ 449.5 €M SALES
- ▶ 1700+ PEOPLE
- ▶ 8 PLANTS
- ▶ 8 R&D CENTERS
- ▶ 13,000 INSTALLATIONS
- ▶ 80 COUNTRIES



LASER & SHEET
METAL
MACHINERY



LASER AND ELECTRONIC
TECHNOLOGIES

Introduzione - Prima Industrie S.p.A.



LASER AND SHEET METAL MACHINERY

THE LASER



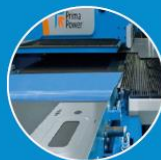
2D and 3D laser machines for cutting, welding and drilling

THE PUNCH



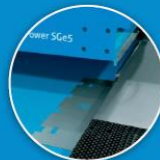
Servo-electric turret punch presses

THE SHEAR



Integrated systems punch+shear

THE COMBI



Integrated systems punch+laser

THE PRESS



Servo-electric and hydraulic press brakes

THE BEND



Servo-electric panel benders and bending centers

THE SYSTEM



FMC & FMS to automate your production flow

THE SOFTWARE



Smart solutions to connect your machines and maximize productivity

PRODUCT PORTFOLIO



ELECTRONICS AND LASER TECHNOLOGIES



CONVERGENT

Fiber and CO₂ Laser sources



OSAI

Motion Control and CNC's

Industria 4.0 - dal passato al futuro

Background

40 anni di tradizione nella realizzazione e nell'integrazione di sistemi per la lavorazione della lamiera

- Produzione di sorgenti laser
- Meccatronica e automazione
- CNC e sistemi di controllo ad assi ridondanti



1979 - Zac



1990 - Rapido



2001 - Laserdyne



2005 - Sincrono



2011 - PPPLab



1985 - Optimo



1997 - Platino



2003 - Agilaser



2008 - Fiber

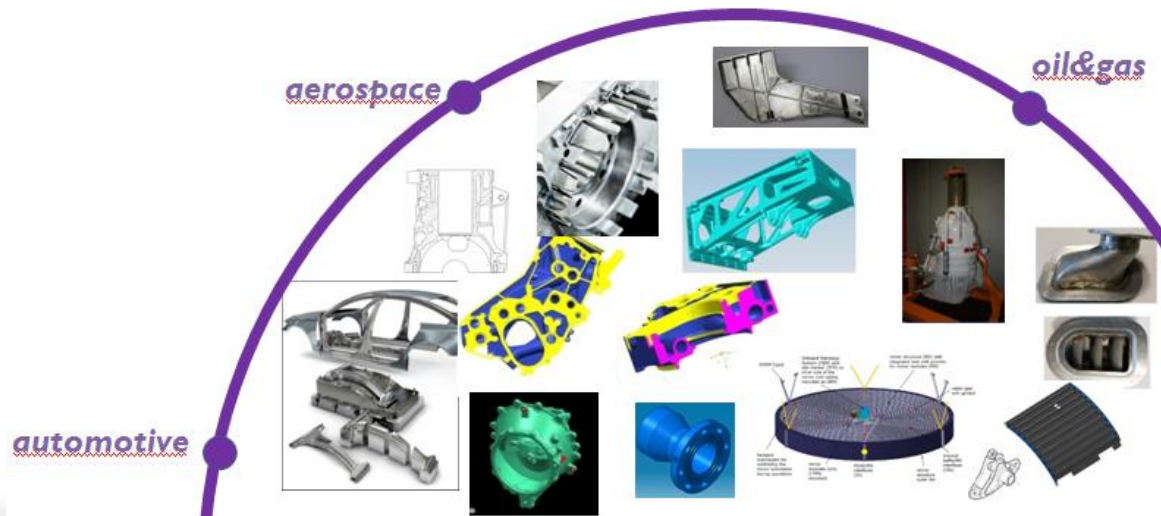


Today -
Green&Smart

Industria 4.0 - dal passato al futuro

Additive Manufacturing (AM)

- Macchine di nuova concezione per AM
- Alta produttività, elevata precisione e ottime caratteristiche meccaniche del pezzo
- Realizzazione completa del sistema AM: dal CNC al processo AM stesso
- Soluzioni di processo proprietarie brevettate



Industria 4.0 - Progetti Europei finanziati

Progetti Europei finanziati - AM



Principali collaborazioni con centri di ricerca



Principali partner industriali



Industria 4.0 - Progetti regionali finanziati

Progetto regionale: Fabbrica
Intelligente Piemonte

Principali collaborazioni con centri di ricerca

Principali partner industriali

STAMP
Sviluppo Tecnologico
Additive Manufacturing
Piemonte



**POLITECNICO
DI TORINO**



**UNIVERSITA
DEGLI STUDI
DI TORINO**



**ISTITUTO
ITALIANO DI
TECNOLOGIA**

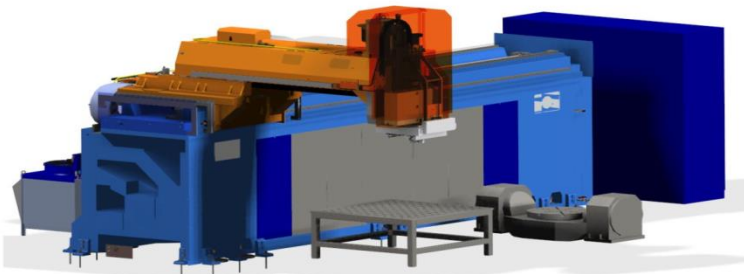
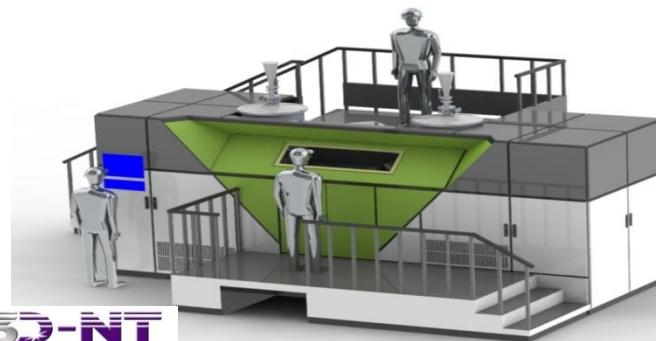
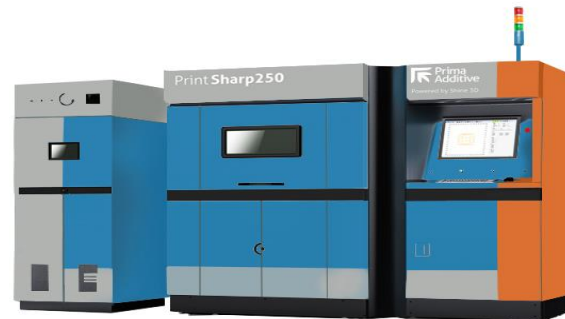
Avio Aero
A GE Aviation Business

FCA

FIAT CHRYSLER AUTOMOBILES

ThalesAlenia
A Thales / Finmeccanica Company **Space**

Prima Additive Products

Direct Deposition Solution***Powder Bed solution***

Attività congiunte con il partner di sviluppo ENEL

Additive Manufacturing applications support

- Assessment delle potenziali applicazioni di additive manufacturing in collaborazione con il partner*
- Additive manufacturing, product design and/or re design*
- prototipazione dei componenti, test meccanici e caratterizzazione del processo*
- assessment del processo di additive*
- verifica di conformità agli standard*
- assessment della tecnologia additiva idonea*

ENEL Repairing applications



KPI

- Riparazione in loco
- Miglioramento delle performance del materiale
- Minore lead time in fase di riparazione

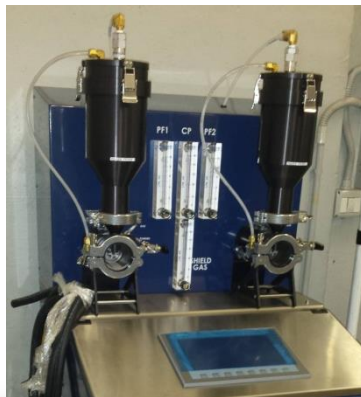
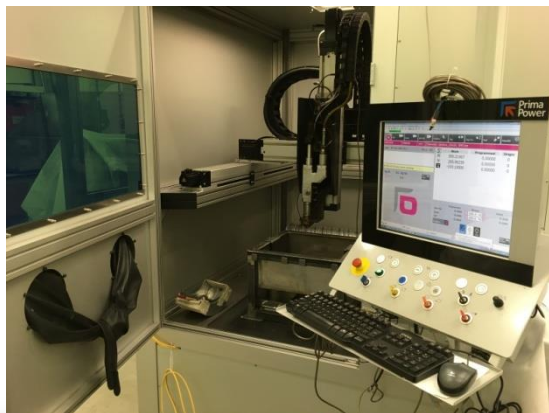
Prima Additive- test per repairing

Processo tecnologia additive DeD

- Sistema gantry a tre assi cartesiani
- Volume di lavoro: 1000x750x500 mm³
- Glovebox (possibilità di lavorare in atmosfera inerte)
- CNC by Prima Electro dedicato AM
- Laser in fibra ($P_{max}=3kW$, $\lambda=1070$ nm) by Prima Electro
- Testa di deposizione
- Distributore di polvere

Sistema di deposizione

- Robusto sistema a 4 ugelli coassiali
- $\varnothing$ spot polveri: 3-4 mm
- Regolazione manuale del fascio laser
- Monitoraggio della melt pool monitoring (camera coassiale)
- Flusso di polvere stabile
- Portata di polvere variabile (0,4 - 30 g/min)



Esempi di casi studio in AISI 316L

Realizzazione pezzi per AM e repairing



Applicazione industriale: parte finale di uno stampo per fusione.

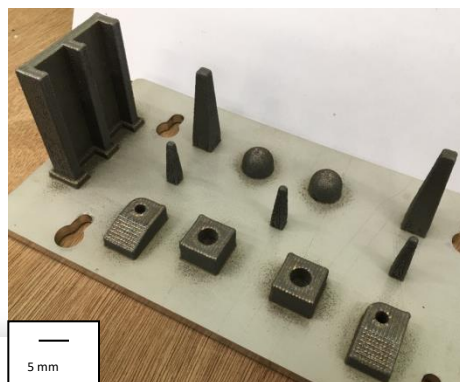
Criticità: utilizzate due diverse tecniche di scansione e riempimento tra setto centrale e perimetro esterno (perfetta sovrapposizione tra le due)



Applicazione industriale: riproduzione di una pala per turbina aeronautica

Dimensioni:
74x54(base)x40mm³

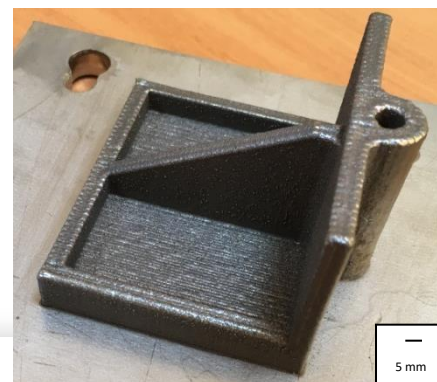
Criticità: realizzazione di una superficie curva omogenea e utilizzo di pareti sottili



Geometrie dimostrative: feature rappresentative delle parti di alcuni casi studio relativi al progetto

Dimensione muro: 50x12 (base)x100 mm³

Criticità: ciascun elemento realizzato presenta problematiche diverse (dimensioni ridotte, pareti verticali o superfici inclinate...)



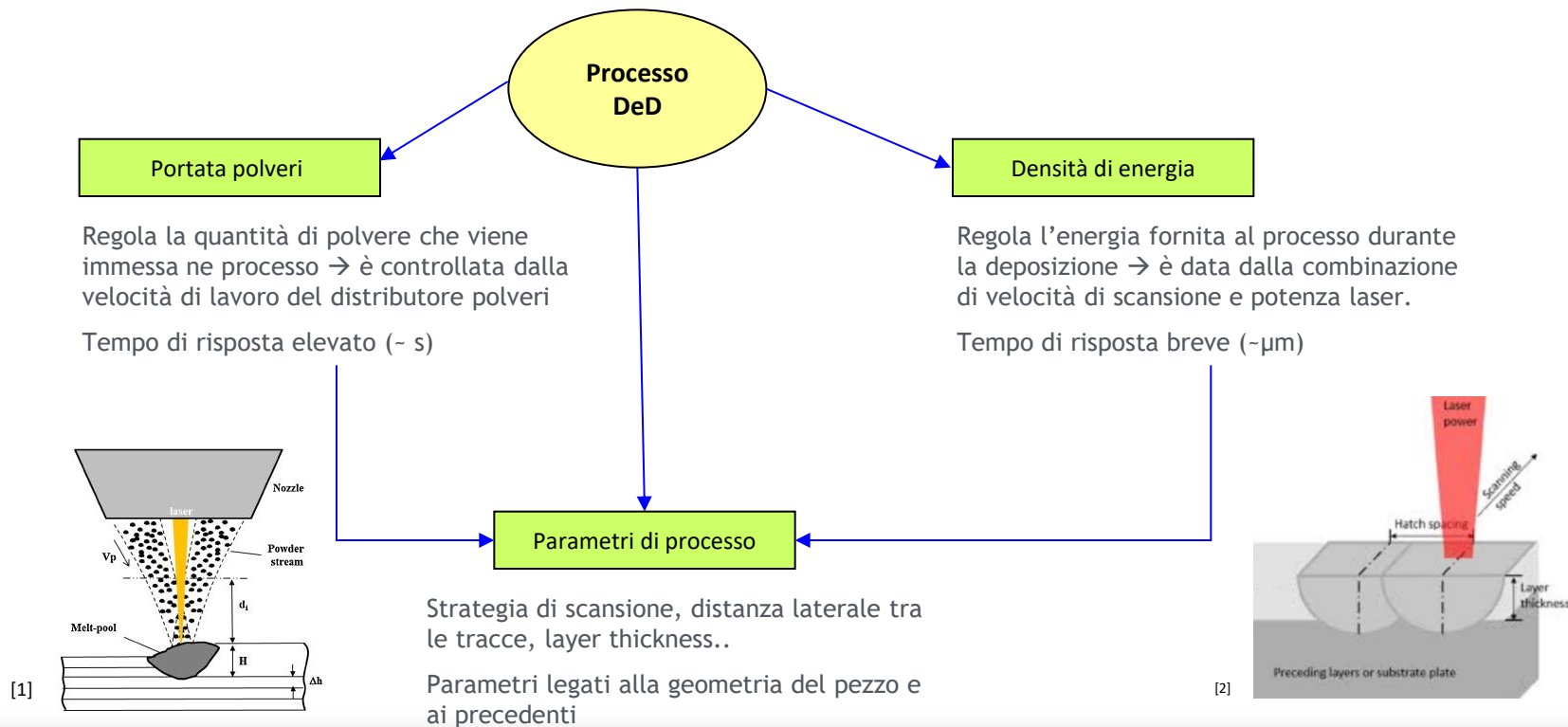
Geometria dimostrativa: realizzazione di una staffa automotive, modificata per realizzazione con DD.

Dimensioni:
40x50(base)x28 mm³

Criticità: mantenere planarità della superfici, inclinazione del braccio e particolari anche di dimensioni ridotte.

Metodologia daratterizzazione processo DeD

Quali fattori influenzano maggiormente il processo di deposizione

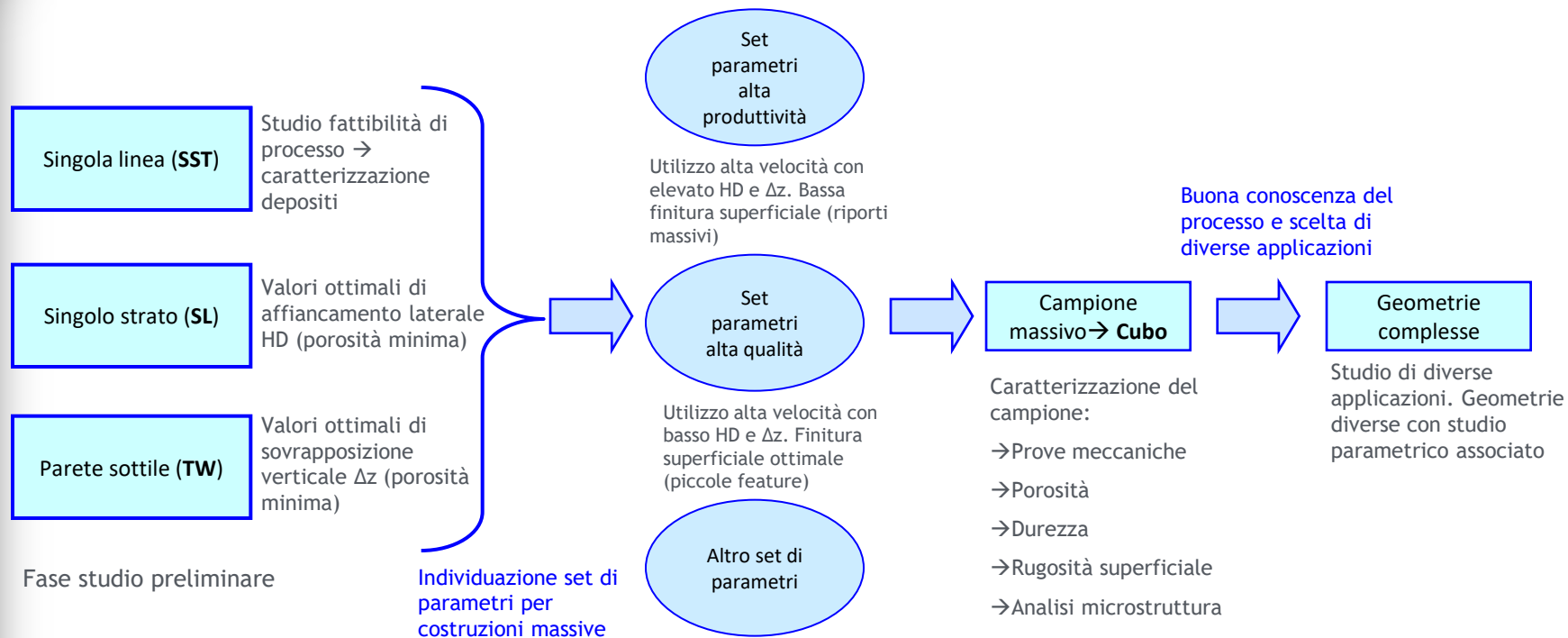


[1] – Gharbi, Peyre, Gorny, Carin, Morville, Le Masson, Carron, Fabbro – “Influence of various process conditions on surface finishes induced by the direct metal deposition laser technique on a Ti-6Al-4V alloy”

[2] – Research gate.net – “SLM process: laser power, scanning speed, hatch spacing and layer thickness”

Caratterizzazione processo DeD

Elementi caratteristici processo → densità di potenza, portata di polvere e elementi geometrici

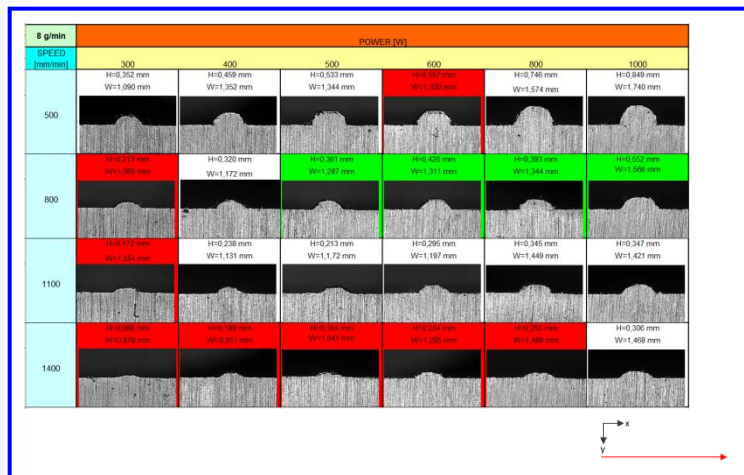


Caso studio: AISI 316L

Caso studio applicativo con polvere AISI 316L, granulometria 50-150 μm

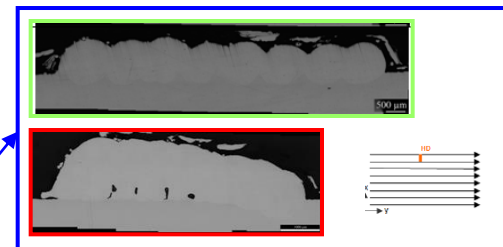
Fase di studio preliminare

Analisi in collaborazione con Politecnico di Torino

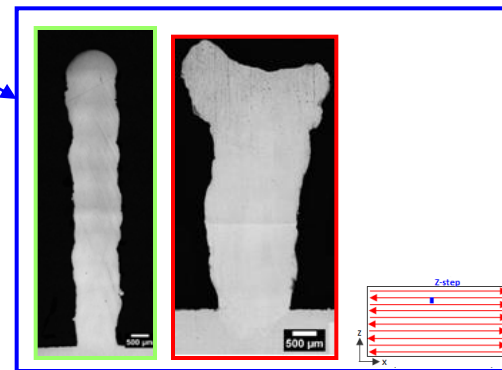


Finestra di fattibilità processo $\rightarrow$ studio geometrico in sezione

- Larghezza media della traccia = $1 \div 1,4$ mm
- Altezza media di una traccia = $0,9 \div 1,4$ mm



Valutazione HD ottimale $\rightarrow 0.7 \div 1.0$ mm



Valutazione ΔZ ottimale $\rightarrow 0.3 \div 0.8$ mm

Definizione di set di parametri di riferimento su cui effettuare lo studio delle proprietà meccaniche

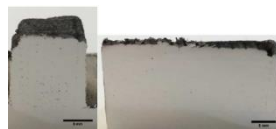
Caso studio: AISI 316L

Caso studio applicativo con polvere AISI 316L, granulometria 50-150 μm

Fase di studio proprietà meccaniche

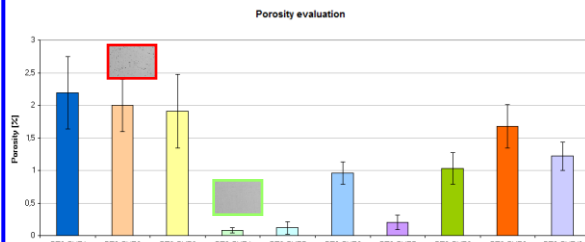


Valutazione porosità: cubo 30x10x15 mm³. Analisi in sezione



Porosità media < 1%

Porosità minima 0,08%

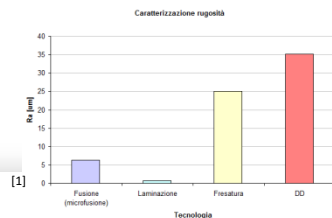


Valutazione rugosità: cubo 30x10x15 mm³. Analisi sulla superficie

Misura con lunghezza 2.5 mm e velocità 1mm/sec

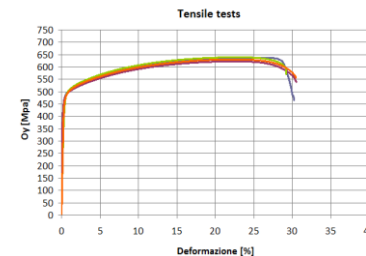
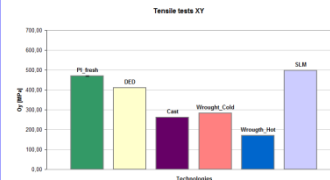
Ra = 14÷40 μm

Rz = 95÷185 μm



Valutazione proprietà meccaniche: campioni di trazione lavorati meccanicamente

Tecnologia	σ_y [MPa]	UTS [MPa]	ϵ_R [%]
DeD as built [2]	405-415	620-660	32-40
Fusione [2]	262	552	55
Lavorato a caldo [2]	170	480	40
Lavorato a freddo [2]	255-310	525-623	30
SLM [3]	495-500	610-650	38-48
DeD Prima as built	465-490	625-690	14-32



[2] Yadollahi, Shamsaei, Thompson, Seely – “Effects of process time interval and heat treatment on the mechanical and microstructural properties of direct laser deposited 316L stainless steel”

[3] Li, Liu, Shi, Du, Xie – “316L stainless steel with gradient porosity fabricated by selective laser melting”

Analisi casi ENEL

Informazioni riguardo ai diversi casi studio – fornite da ENEL

Foto	Materiale	Dimensioni e peso	Failures	N° pezzi	Nuovo o riparato	Tipologia di macchina
	Basso legati/ Inox	< 300 mm < 10 kg Ra 1.6 um su parti di accoppiamento	Cricche (fatica alta temperatura), corrosione uniforme	N° 20 per ogni Turbogas ogni 50000 ore 50 Turbogas	Nuovo (no riparazioni)	Direct energy Deposition Macchina cartesiana 3+2 assi
	Leghe di acciaio/inox trattabili in additive. In attesa eventuale valutazione PoliTO	Dimensioni e peso compatibili con tecnologia additive	Necessaria asportazione di materiale in zona cricca. Problema: come supporto la nuova deposizione? Contro corrosione uniforme, deposizione di strati maggiori	Numero pezzi limitato, costo tecnologia additive elevato. Dipende da costo pezzo	Perché al momento non vengono riparati? Costo limitato?	

Commenti e considerazione sui casi studio, con richiesta di chiarificazione di alcuni punti – da parte di Prima

Valutazione preliminare da parte di Prima riguarda alla tecnologia coinvolta

Possibile modello di business per AM repairing

- Macchina dedicata ad applicazioni AM per repair 5 assi cartesiani → Elevata precisione (0.1mm)
- Monitoraggio di processo integrato
- Servizi al cliente customizzati → Repairing Hub



Componenti per macchine di taglio laser Prima Industrie in collaborazione con il fornitore/cliente ELLENA



KPI

- Design for additive per l'ottimizzazione funzionale delle le teste di taglio laser
- Fornitura degli spair parts, soprattutto per teste e componentistica optoelettronica → diminuzione dei magazzini soprattutto per componenti datati



www.prima-additive.com