



Tomografia Computerizzata Industriale

Strumento di ricerca scientifica e sviluppo tecnologico

1. Labormet Due Srl - Chi siamo e cosa facciamo

Siamo specializzati nel campo degli strumenti scientifici per laboratorio e controllo qualità:

- ❑ Strumenti, e relativi consumabili, per il controllo di **metalli**, **polimeri**, **ceramici** e **compositi**.
- ❑ Caratterizzazione e tecniche di misura: **metallografia**, **microscopia ottica** e **elettronica**, **analisi immagine**, **prove fisiche** e **meccaniche**, **simulazione ambientale**, **analisi chimica**, **metrologia** nella ricerca, produzione e controllo qualità.



Forniamo servizi tramite il nostro Laboratorio di Metrologia e **Industrial X-Ray Computed Tomography**

- | | | |
|-----------------------|--------------------------|---------------------------|
| ➤ Failure Analysis | ➤ Electronics inspection | ➤ Food Product Inspection |
| ➤ 3D metrology | ➤ Assembly Verification | ➤ Packaging Inspection |
| ➤ Reverse Engineering | ➤ Weld Quality Analysis | ➤ Cultural Heritage |
| ➤ Defect Analysis | ➤ Product contamination | ➤ e molto altro |



2. Labormet Due Srl - Certificazioni



3. Strumenti di Laboratorio: tomografi Phoenix serie v|tome|x



Waygate tech. Phoenix v|tome|x m



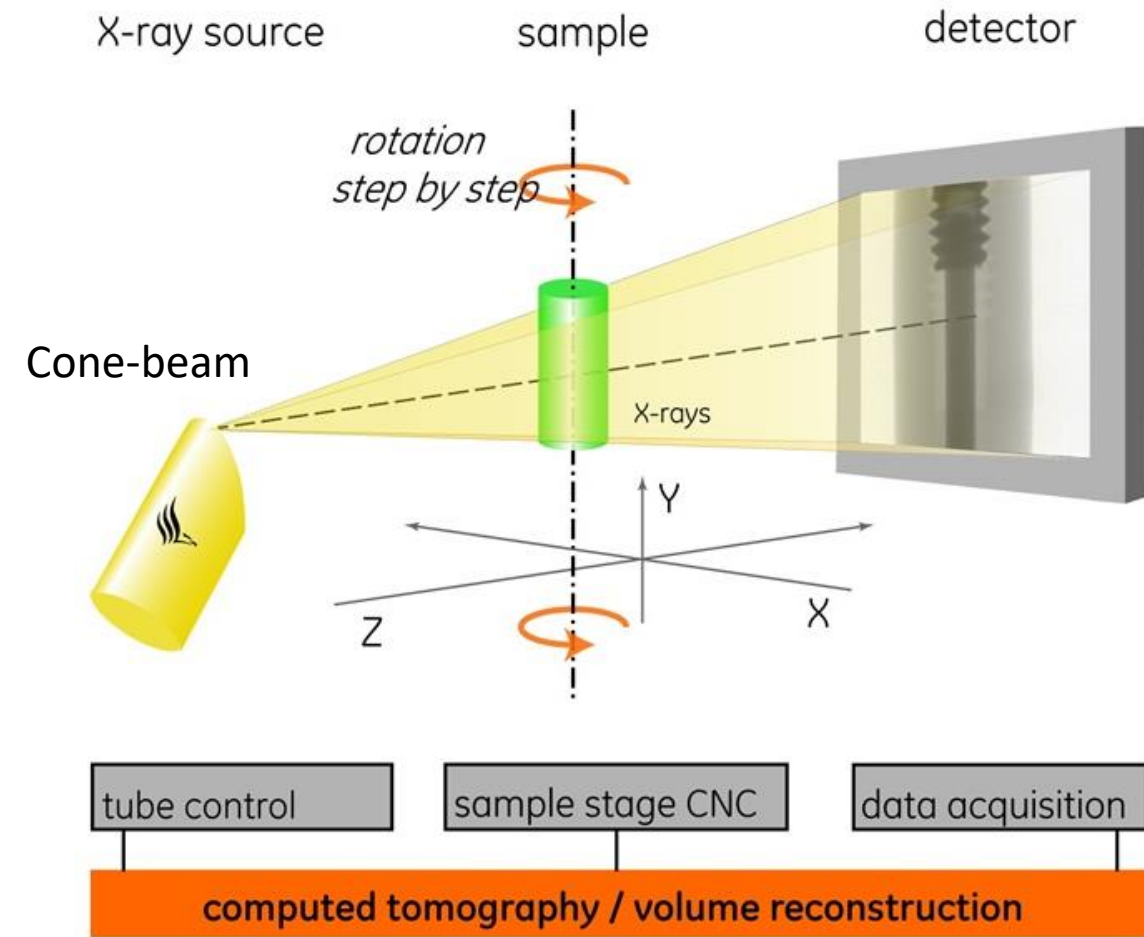
Microfocus X-Ray Tube	Open & Directional
Max tube voltage	300 kV
Max power	500 W
Focal Spot	4 µm
Detector type & dimensions	DXR 250 GE 300 x 300 mm
Diode dimension - pixel	200 µm
Filament & Target	Tungsten
Frame Rate	30 fps
Grayscale	16 Bit
Window	Berillium
Max Sample Sizes & Weight	300 x 600 mm 50 Kg

Waygate tech. Phoenix v|tome|x c
Scatter|correct / HS



Minifocus X-Ray Tube	Closed
Max tube voltage	450 kV
Max power	700 W / 1500 W
Focal Spot	0,4 mm (700 W) / 1,0 mm (1500 W)
Detector type & dimensions	GE dynamic 41 200, 410x410 mm, 2036x2036 pixels
Diode dimension - pixel	200 µm
Filament & Target	Tungsten
Frame Rate	30 fps
Grayscale	16 Bit
Window	Berillium
Max Sample Sizes & Weight	500 x 1000 mm 50 Kg

3. Funzionamento e architettura sistemi TC industriale



SOFTWARE:

- ☐ Datos | X (per la ricostruzione)
- ☐ VGStudio MAX (Post elaborazione)

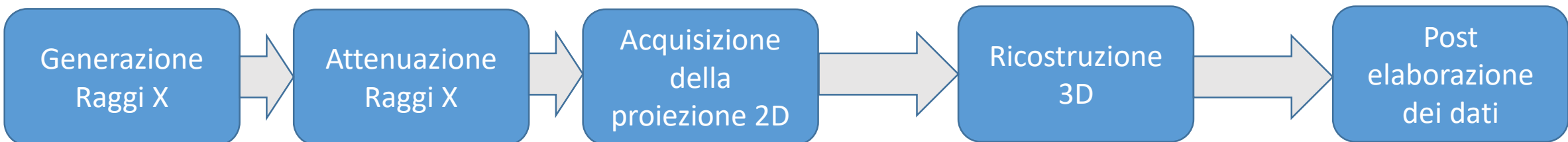
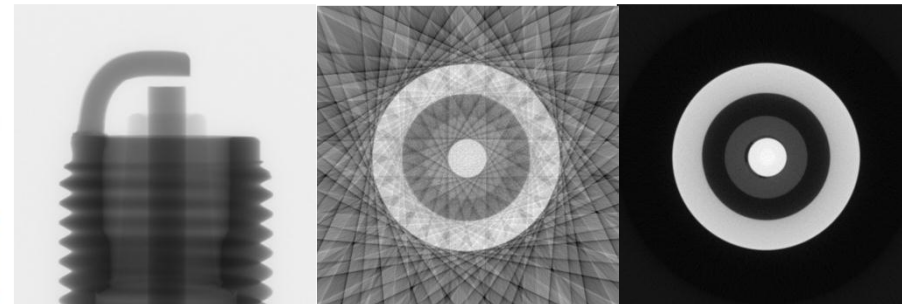


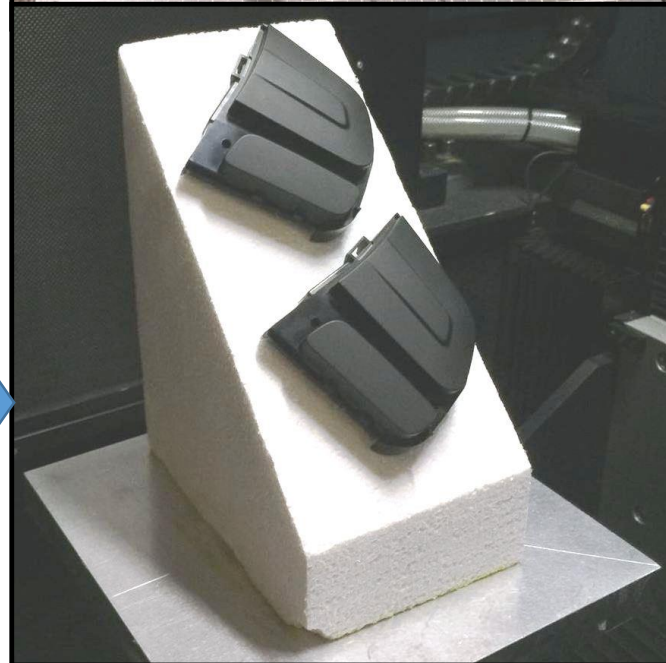
Figure 1 consists of four 3D CAD models of mechanical parts, each with dimensions and coordinate systems. (a) Top view of a plate with dimensions: 2.541 mm, 2.245 mm, 17.966 mm, 2.541 mm, 2.245 mm, 17.966 mm, 2.541 mm, 2.245 mm, 17.966 mm. (b) Side view of a plate with dimensions: 2.726 mm, 2.245 mm, 2.101 mm, 2.726 mm, 2.245 mm, 2.101 mm. (c) Top view of a plate with dimensions: 2.541 mm, 2.245 mm, 17.966 mm, 2.541 mm, 2.245 mm, 17.966 mm, 2.541 mm, 2.245 mm, 17.966 mm. (d) Isometric view of a complex assembly with dimensions: 2.541 mm, 2.245 mm, 17.966 mm, 2.541 mm, 2.245 mm, 17.966 mm, 2.541 mm, 2.245 mm, 17.966 mm.

A 3D CAD model of a medical device assembly, possibly a catheter or probe. The model is shown in a cutaway view, revealing internal components. It features a central shaft with a red coiled spring or wire inside. A blue cylindrical component is visible near the handle. The handle itself has a red cylindrical part at the base. The entire assembly is mounted on a yellow base. The model is rendered in a realistic style with various colors and textures.

5. Principali vantaggi della TC industriale nella Metrologia dimensionale

Svantaggi dei Sistemi Convenzionali

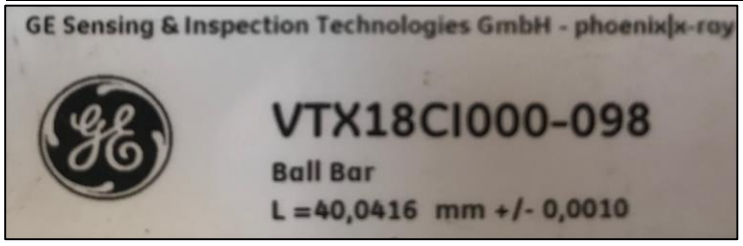
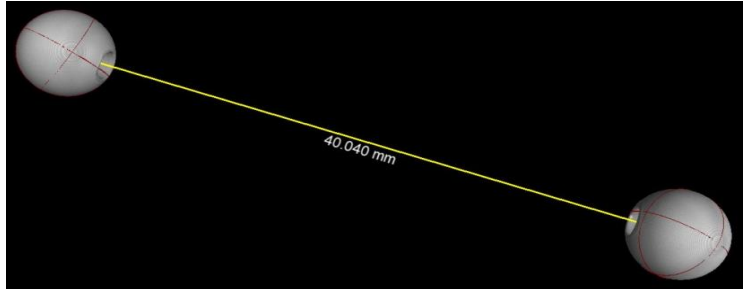
Calibri dedicati	Sezionatura campioni per controllo interno
Disponibilità CMM ottiche	Utilizzo di più strumenti per controllo completo
Taratura calibri	Possibili deformazioni durante lo staffaggio
Taratura CMM	Impossibilità comparazione dopo il montaggio
Certificazione dei tastatori	



- Basso costo staffaggio
- Nessuna deformazione
- Controllo simultaneo di più campioni
- Più tipi di controllo in un ciclo

Calibrazione metrologica CT Scanner

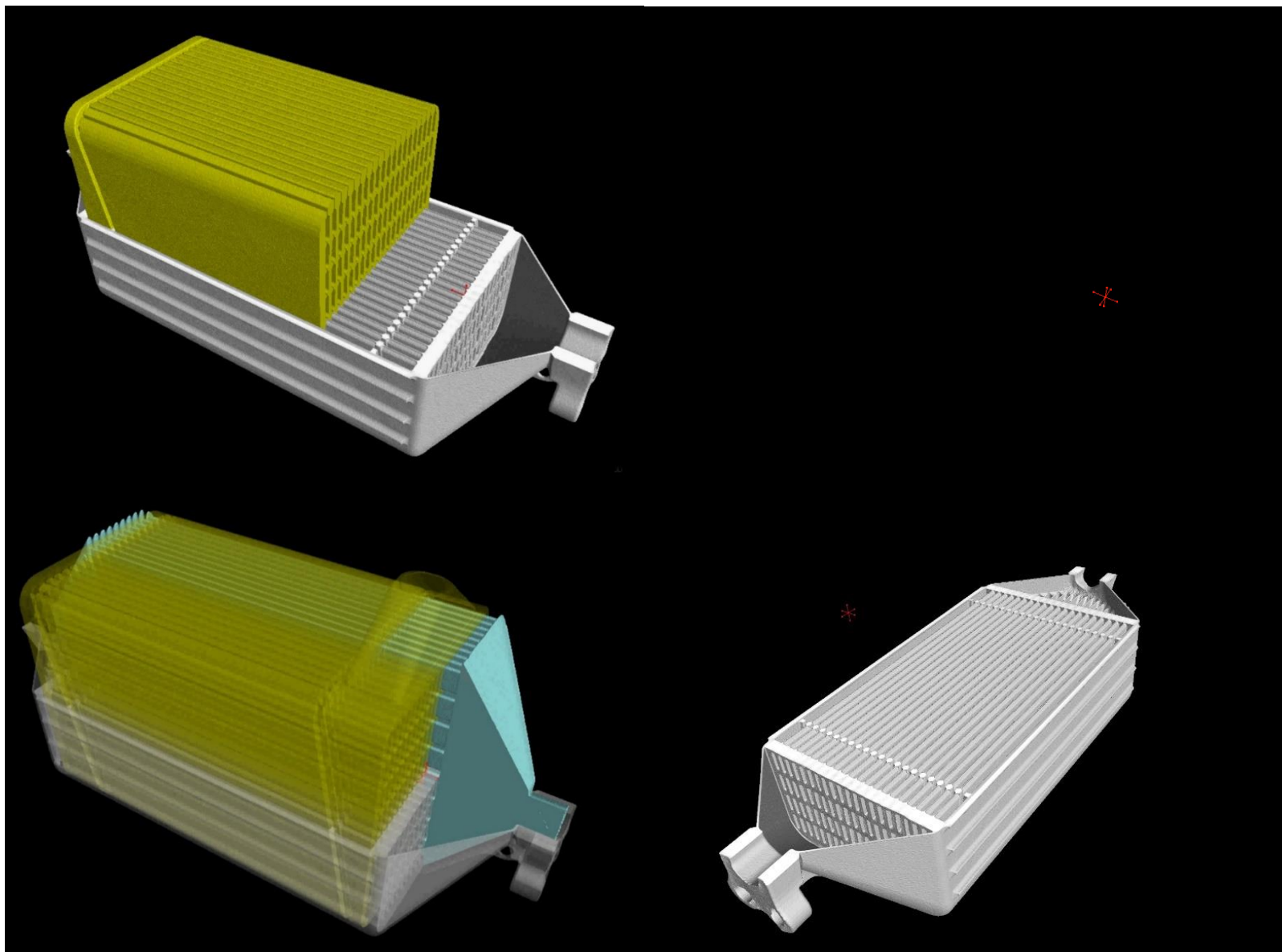
- ☐ Calibrazione sistema nella posizione di scansione del campione
- ☐ Rapida < 5 minuti



Caso 1: Scambiatore di calore



Scambiatore di calore acqua-olio riprogettato e fabbricato tramite SLM in AlSi10Mg



Scambio di 12 kW e **comparato al suo equivalente convenzionale, occupa 1/5 dello spazio**. Pareti di spessore 0,4 mm

Il peso è 85% inferiore dell'analogo modello tradizionale.

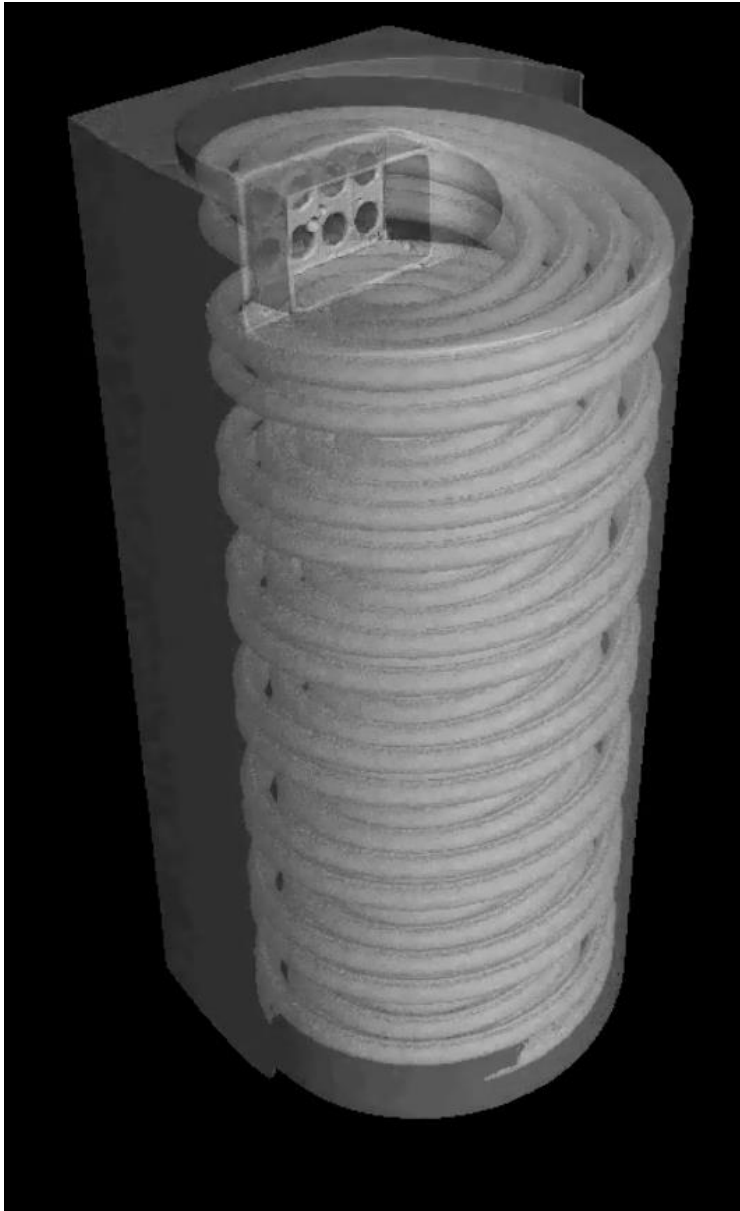


Prodotto
convenzionale a
fascio tubiero

10,8 kg



**Nuovo
modello
1,5 kg**

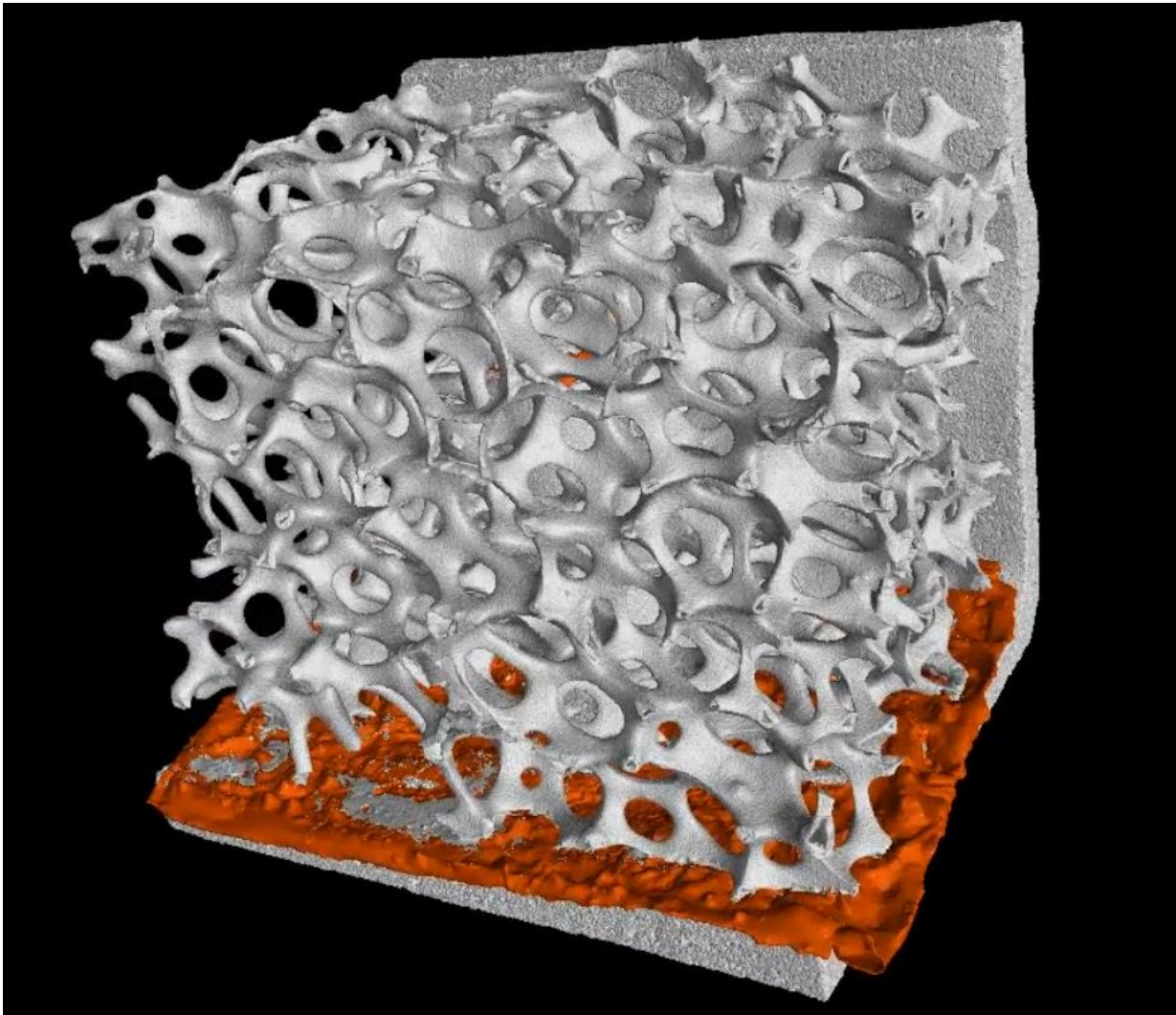


Caso 2: Condensatore

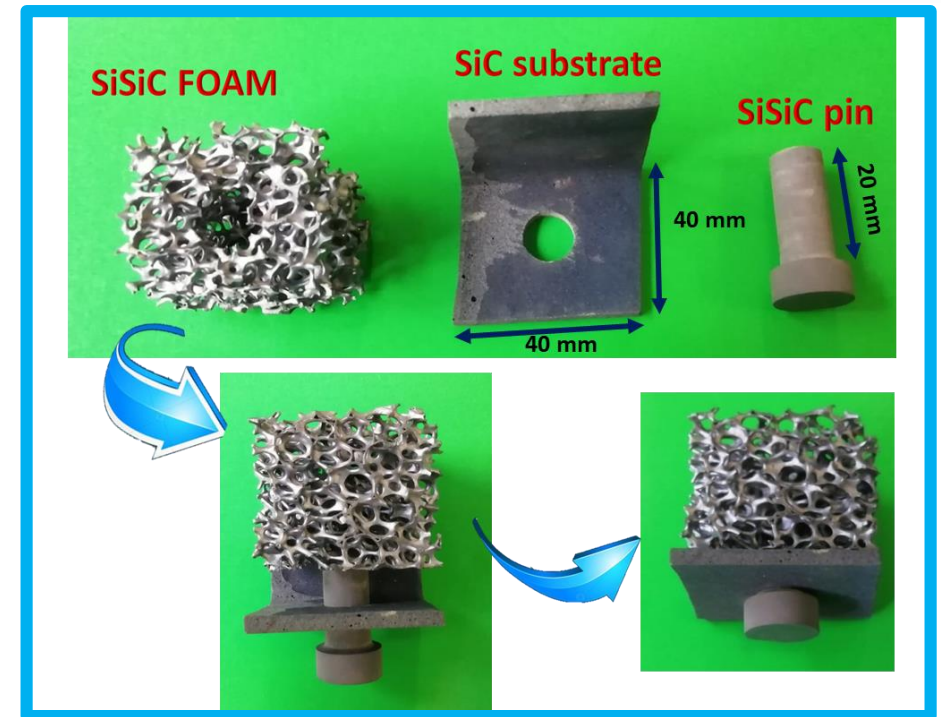
Prototipo scambiatore di calore a condensazione innovativo (CHX), funzionante in microgravità per il recupero di acqua direttamente dall'aria presente nell'ambiente abitato del modulo spaziale.

- ❑ Tecnica: Selective Laser Melting
 - Print Sharp 250 (Prima Additive)
- ❑ Materiale: AlSi10Mg

Per gentile concessione di Prof. Paolo Maggiore (DIMEAS), Politecnico di Torino.



Per gentile concessione di Prof.ssa Valentina Casalegno (DISAT),
Politecnico di Torino.



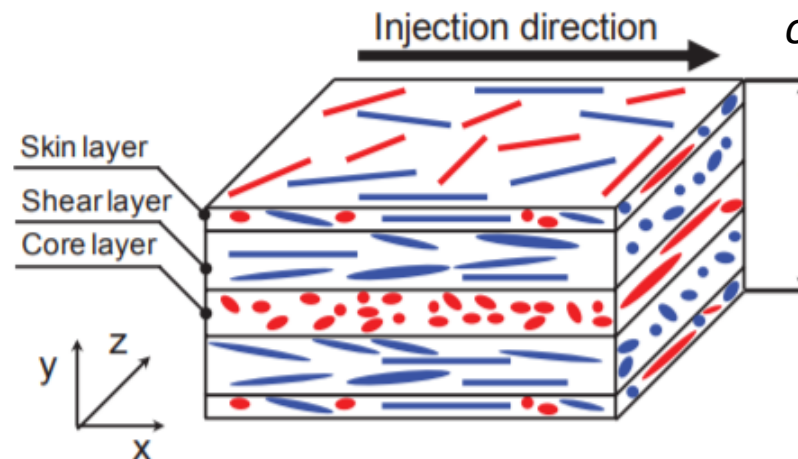
- È stato messo del brasante sulle superfici del pezzo a L e sulla testa del pin inserito nella schiuma
- Il brasante è a base di silicio e molibdeno

Caso 4: μ CT per modellazione multiscala polimeri fibro-rinforzati per il CAE

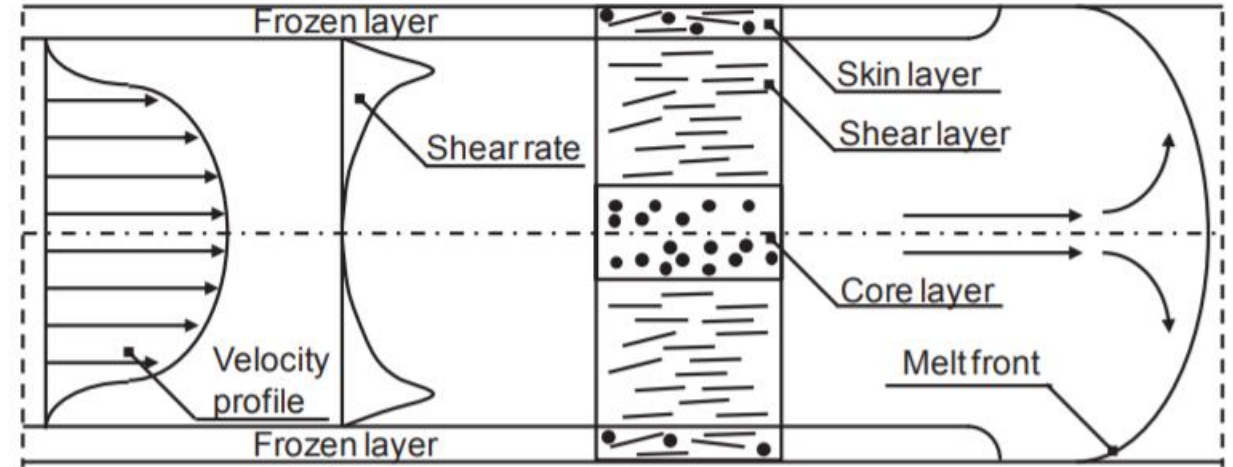
Scopo del lavoro: costruzione modello multi-scala di materiale anisotropo

Come: analisi orientamento «reale» delle fibre in plastica rinforzata con fibra di vetro corta e la sua distribuzione

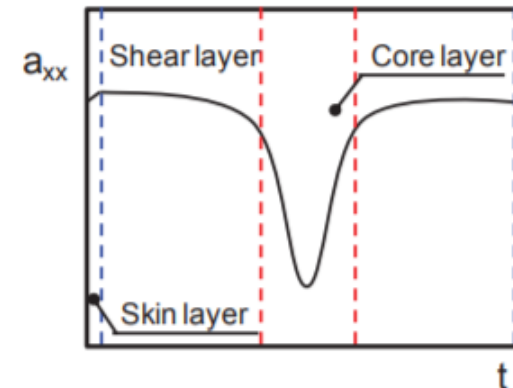
Rappresentazione 3D della distribuzione di fibra lungo lo spessore t



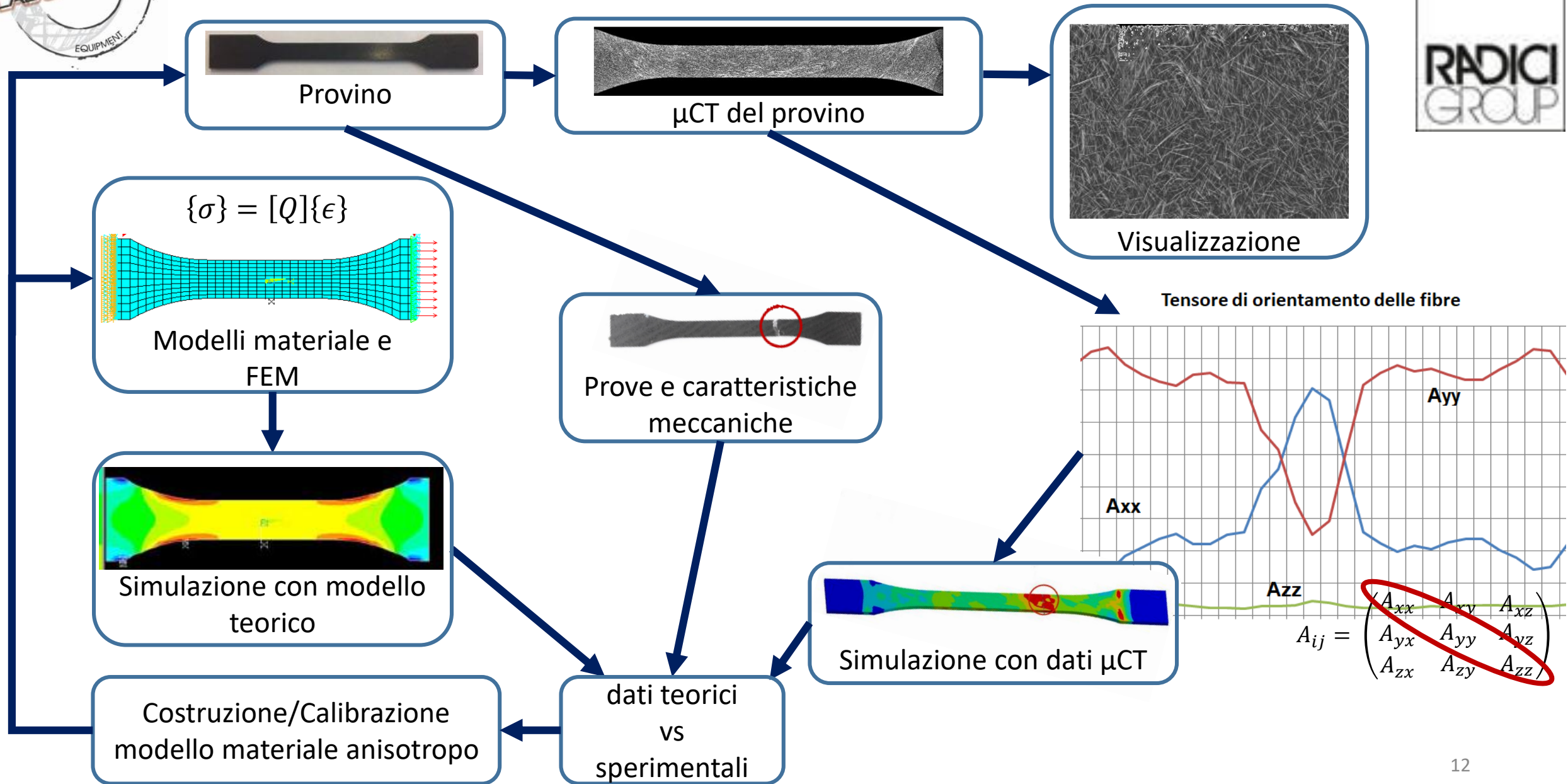
Rappresentazione in sezione velocità e tensioni durante processo di iniezione in piastra con spessore costante



Esempio elemento tensore di orientamento lungo lo spessore t



Caso 4: μ CT per modellazione multiscala polimeri fibro-rinforzati per il CAE



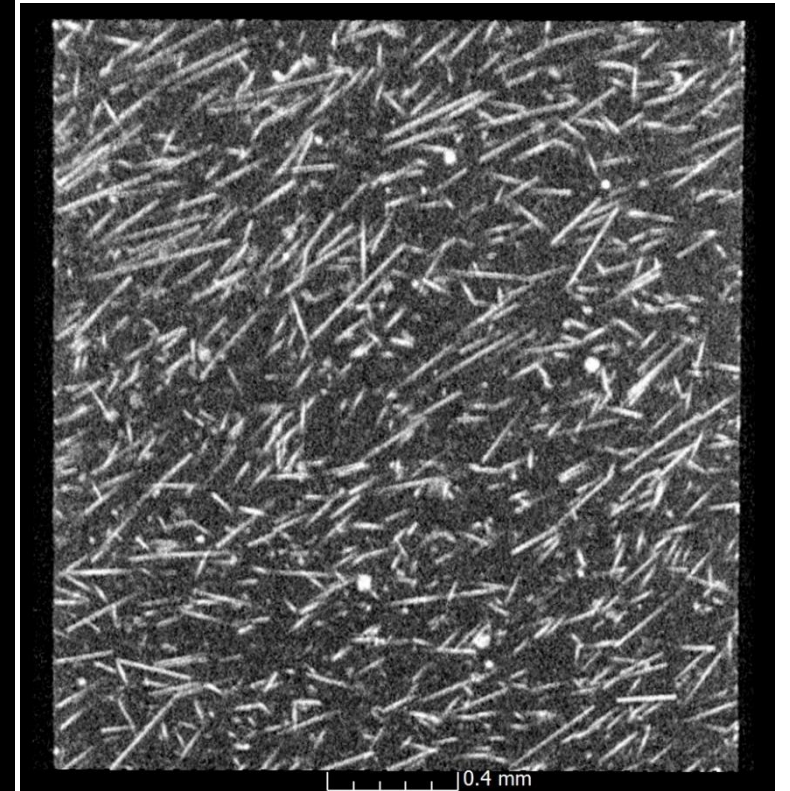
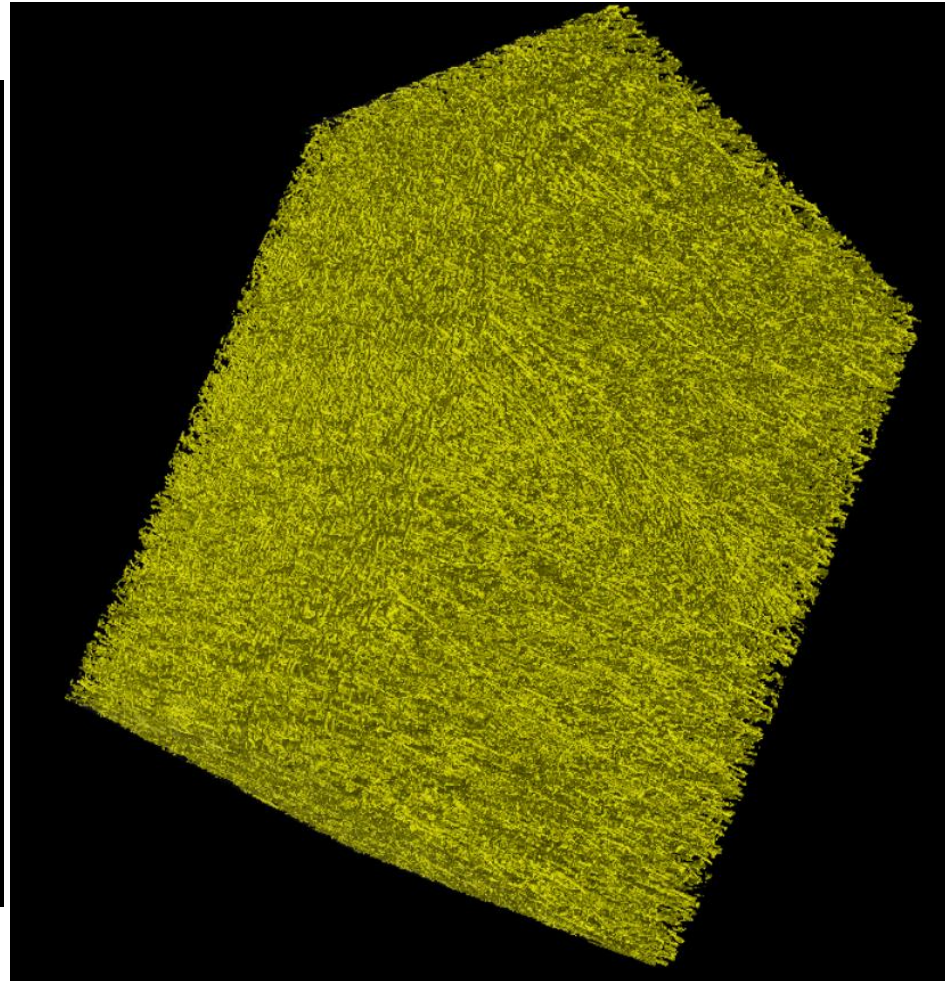
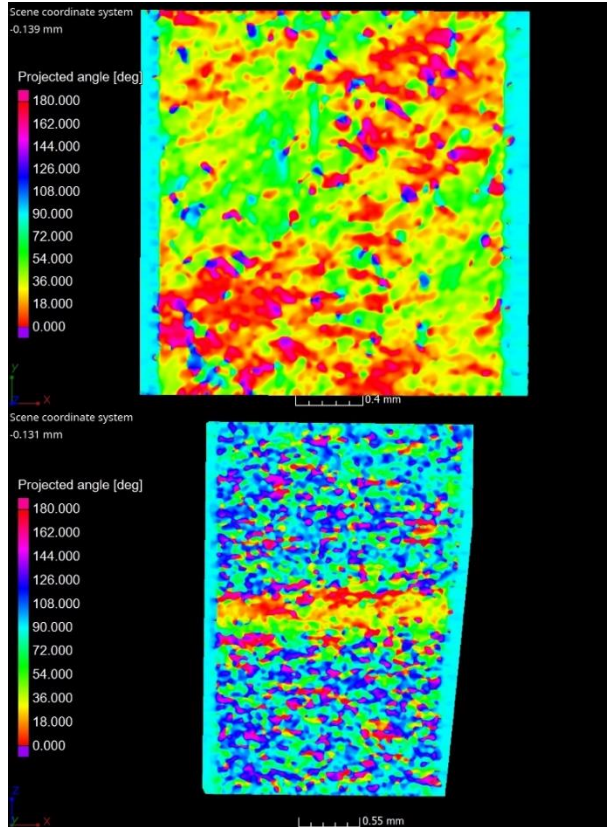


Caso 4: μ CT per modellazione multiscala polimeri fibro-rinforzati per il CAE

Per gentile concessione di Ing. Grassini
CAE Team Leader di Radici Group.

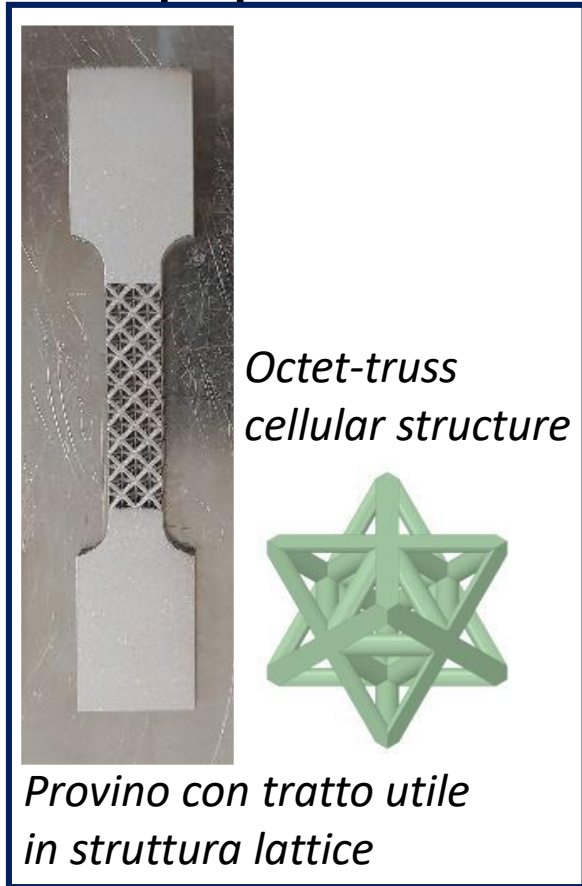


Esempi di output visualizzabili tramite VGStudio MAX

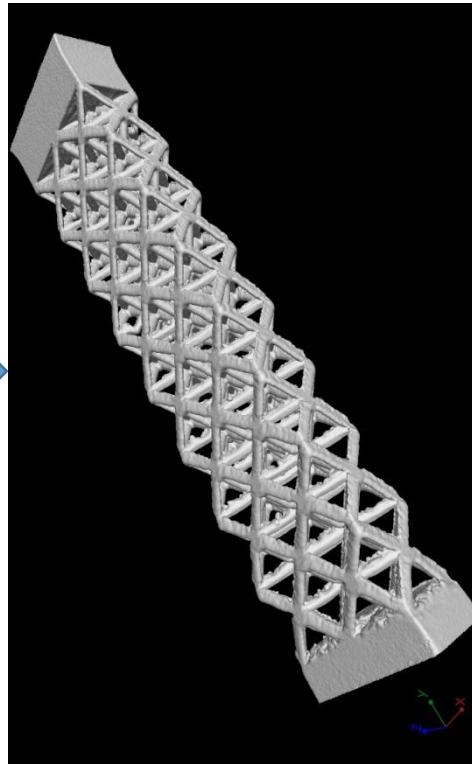


Caso 5: analisi struttura lattice in acciaio inox 316L fabbricato in SLM

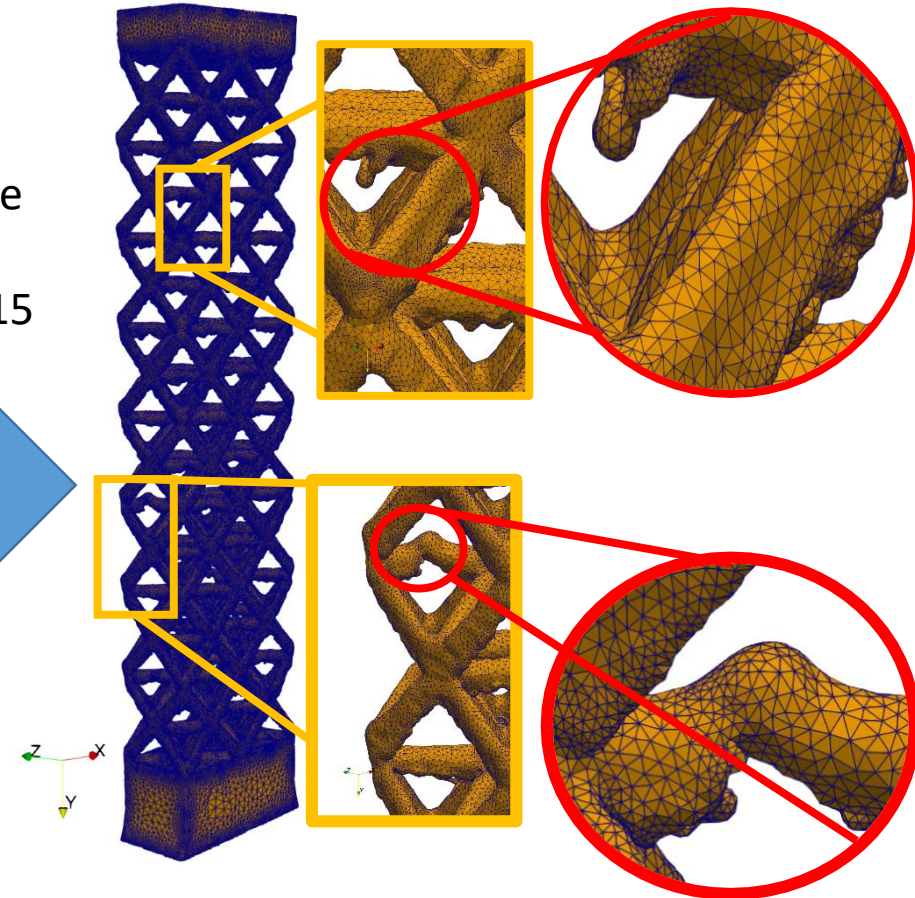
Scopo: investigazione numerico-sperimentale su correlazioni tra difetti di processo AM e proprietà meccaniche



Scansione tomografica del provino



Conversione mesh con tolleranza 15 μm



Per gentile concessione di Ing. Carraturo (DICAr), Università di Pavia.

M. Carraturo et al. *Experimental and Numerical Evaluation of Mechanical Properties of 3D Printed Stainless Steel 316L Lattice Structures*.

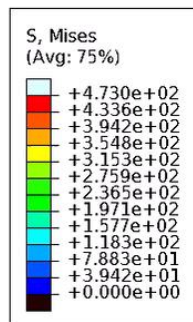
Department of Civil Engineering and Architecture, University of Pavia.



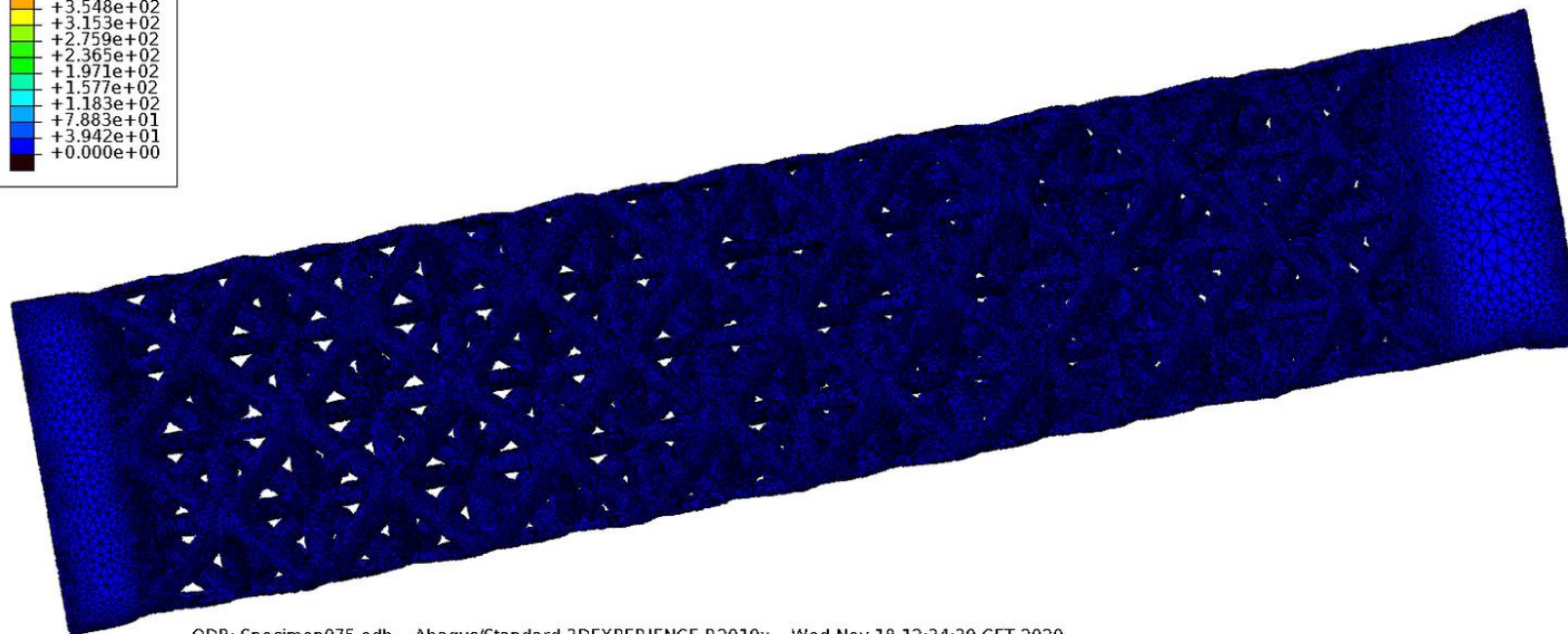
Caso 5: struttura lattice in acciaio inox 316L fabbricato in SLM



DICAr



Step: Step-1 Frame: 0



ODB: Specimen075.odb Abaqus/Standard 3DEXPERIENCE R2019x Wed Nov 18 12:34:39 CET 2020



Step: Step-1
Increment 0: Step Time = 0.000
Primary Var: S, Mises
Deformed Var: U Deformation Scale Factor: +1.000e+00

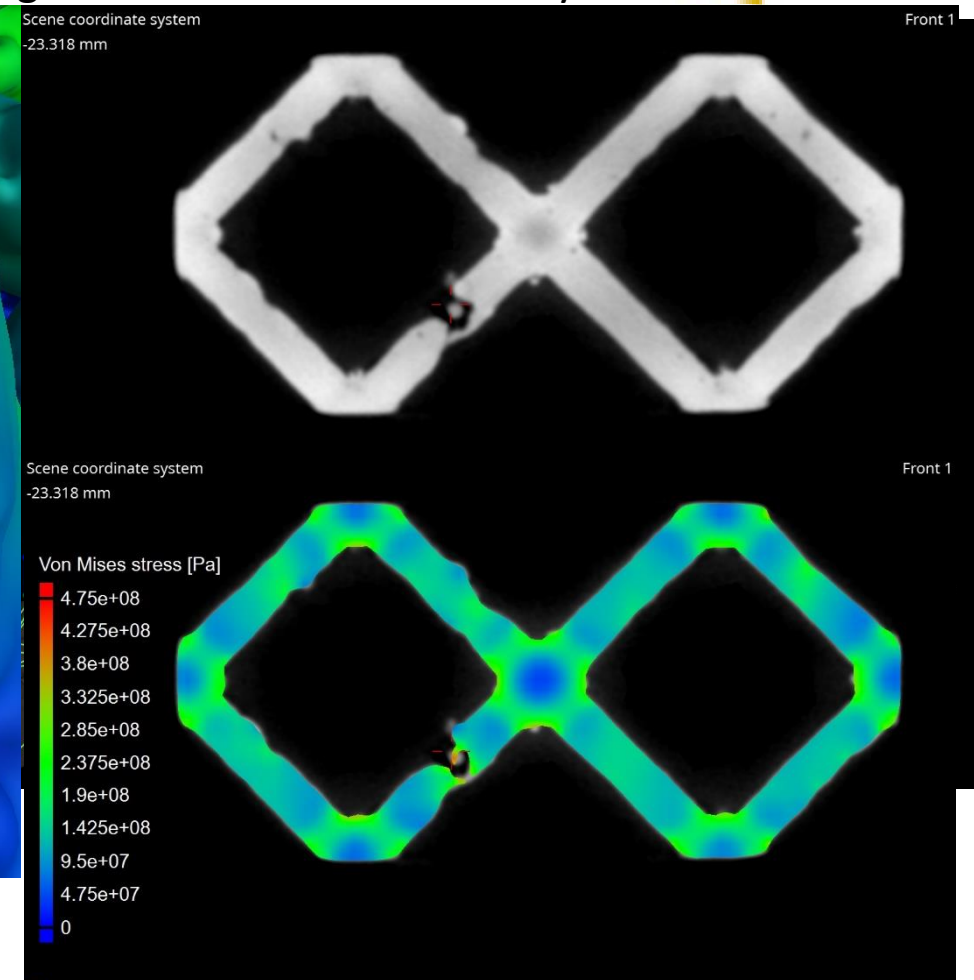
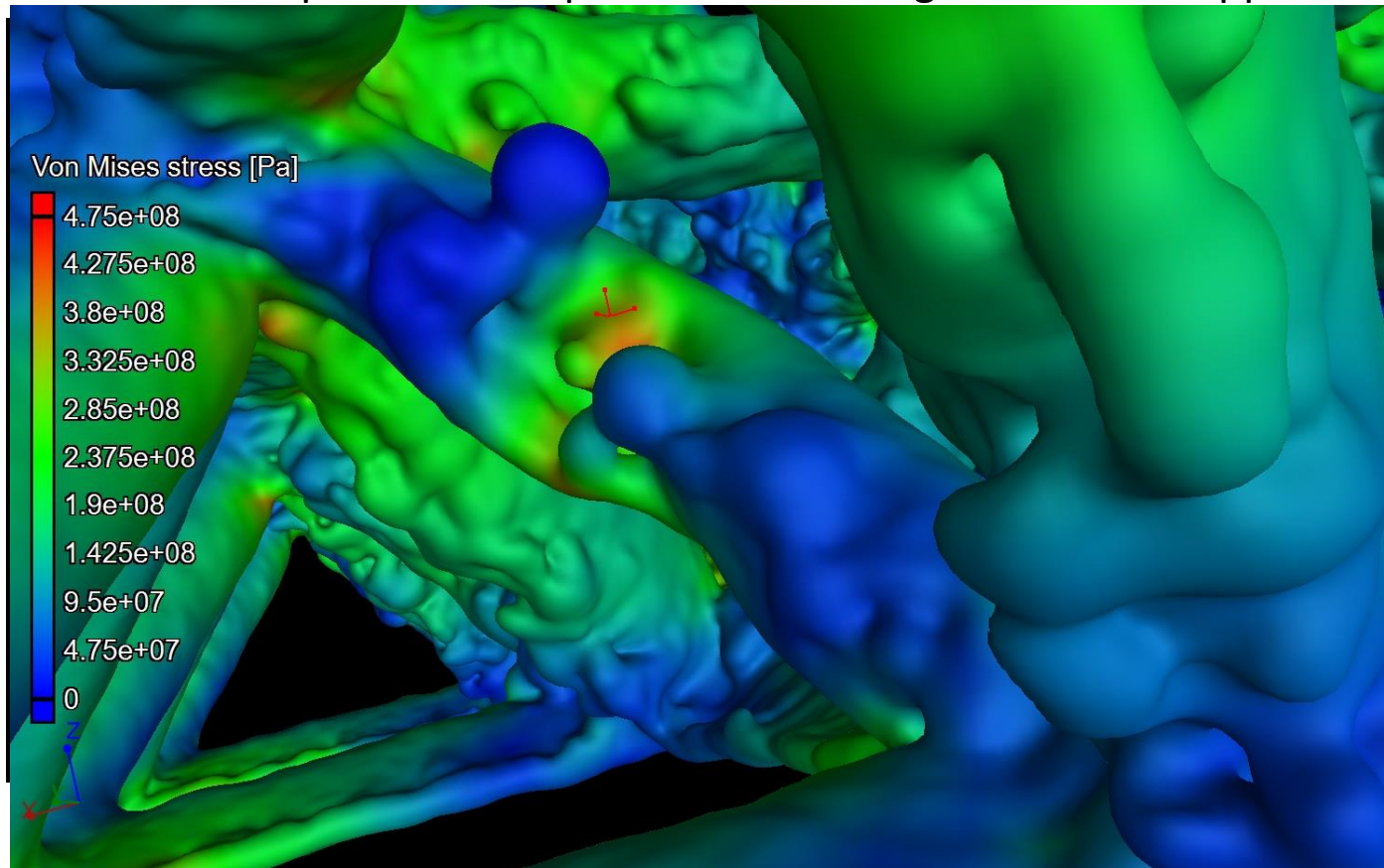
Per gentile concessione di Ing. Carraturo (DICAr), Università di Pavia.

M. Carraturo et al. *Experimental and Numerical Evaluation of Mechanical Properties of 3D Printed Stainless Steel 316L Lattice Structures*.

Department of Civil Engineering and Architecture, University of Pavia.

Caso 5: struttura lattice in acciaio inox 316L fabbricato in SLM

In alternativa è possibile computare i dati tomografici tramite appositi algoritmi: immersed boundary



Per gentile concessione di Ing. Carraturo (DICAr), Università di Pavia.

M. Carraturo et al. *Experimental and Numerical Evaluation of Mechanical Properties of 3D Printed Stainless Steel 316L Lattice Structures*.

Department of Civil Engineering and Architecture, University of Pavia.

Caso 6: Valutazione prestazioni di parametri di un sistema L-PBF per processare Hastelloy X



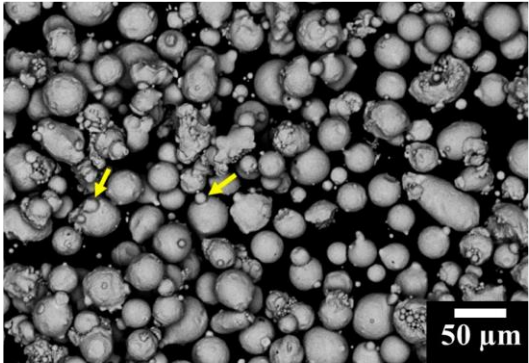
POLITECNICO
DI TORINO



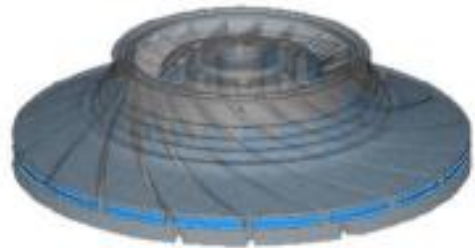
Integrated Additive
Manufacturing@PoliTo



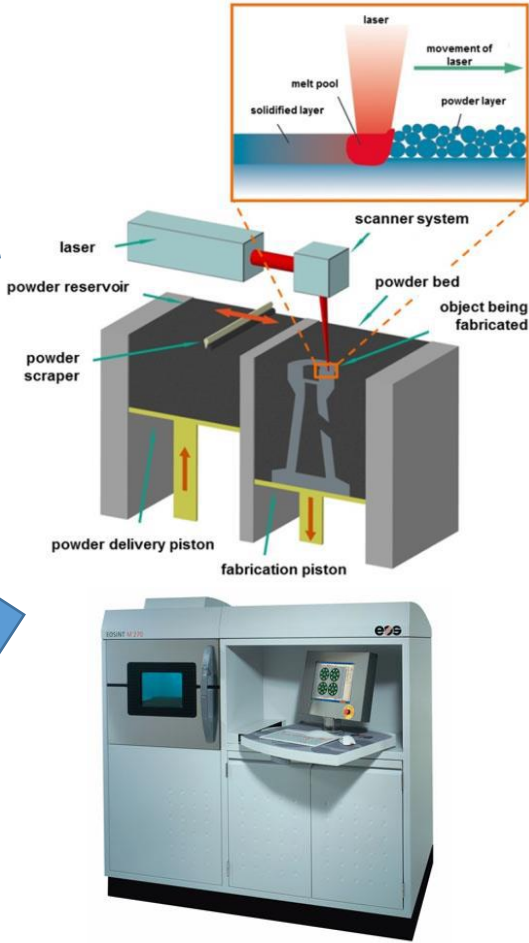
Scopo: valutare un set di parametri di processo da un punto di vista dimensionale e di difetti



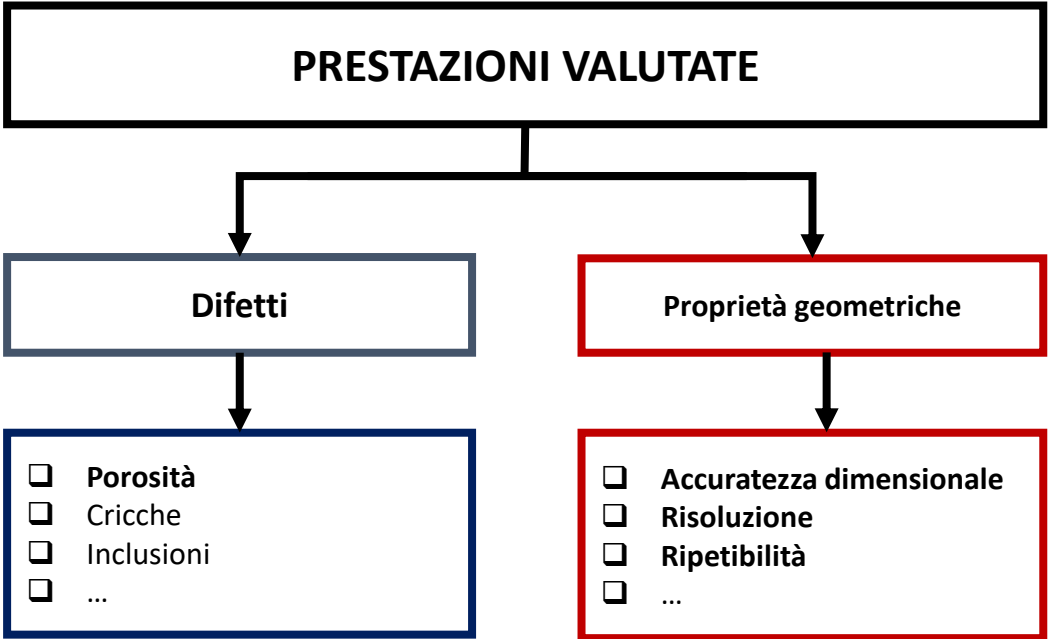
INPUT MATERIAL: Hastelloy X



Geometria di riferimento



SISTEMA AM: EOS M270 / PARAMETRI DI PROCESSO



Caso 6: Analisi prestazioni di un sistema L-PBF con Hastelloy X



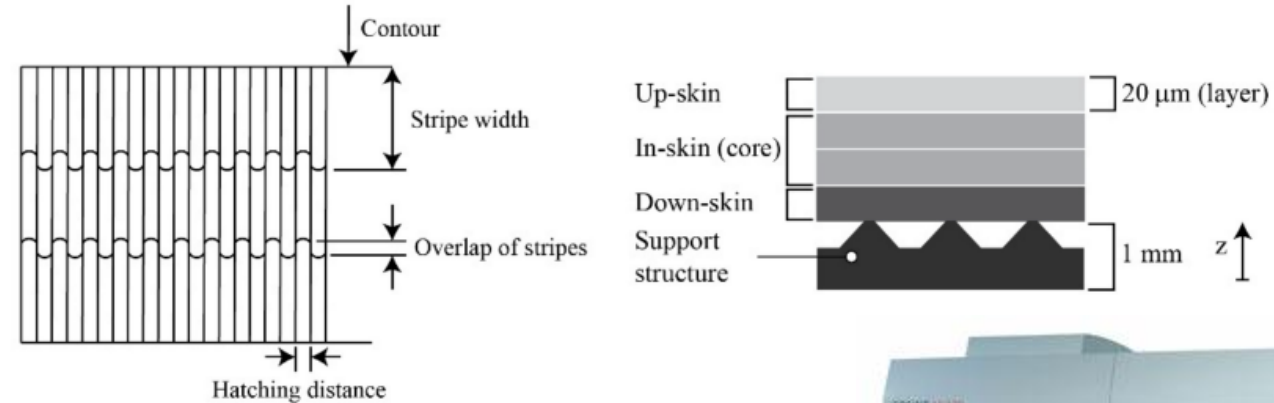
POLITECNICO
DI TORINO



Integrated Additive
Manufacturing@PoliTo



MAIN PROCESS PARAMETERS [A]		
Laser power		195 W
Scan speed		1000 mm/s
Beam spot size		100 μm
Layer thickness		20 μm
Hatching distance		0,05 mm
Stripe width		5 mm
Overlap of stripes		0,12 mm
Contour	Laser power	150 W
	Scan speed	1250 mm/s
Argon atmosphere		Oxygen content < 0,1 %
Building platform heating		80°C



EOSINT M 270 Dual-mode system [B]
Laser type: Yb-fiber laser, 200 W
Variable focus diameter: 100÷500 μm
Layer thickness: 20÷100 μm



Processed Material: Hastelloy X powder [A]

[A] Calignano, F.; Minetola, P. *Influence of Process Parameters on the Porosity, Accuracy, Roughness, and Support Structures of Hastelloy X Produced by Laser Powder Bed Fusion*. Politecnico di Torino, DIGEP, Materials, 2019.

[B] EOS M 270 technical sheet. https://dmlstechnology.com/images/pdf/EOSINT_M_270.pdf

Caso 6: Analisi prestazioni di sistema L-PBF con Hastelloy X



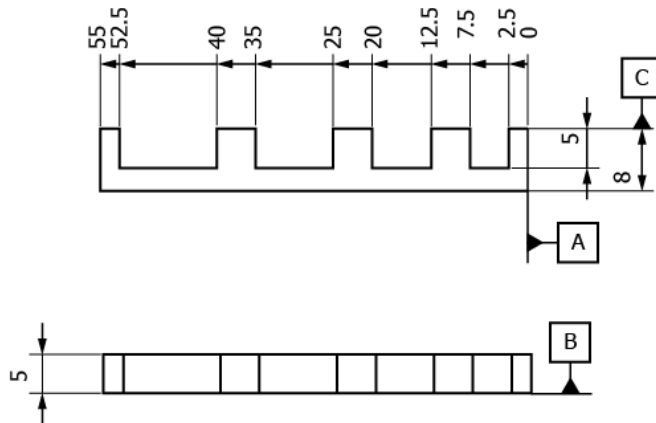
POLITECNICO
DI TORINO



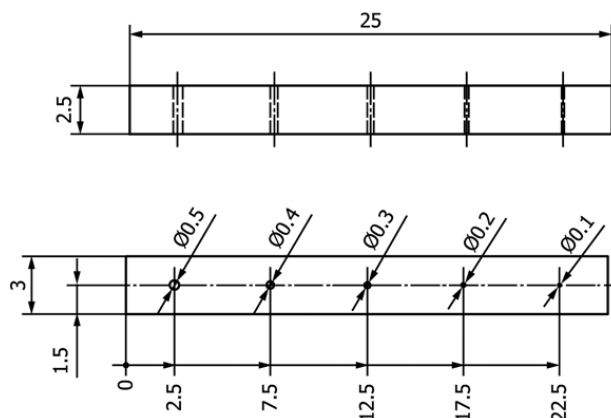
Integrated Additive
Manufacturing@PoliTo



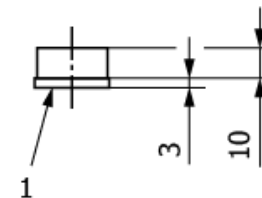
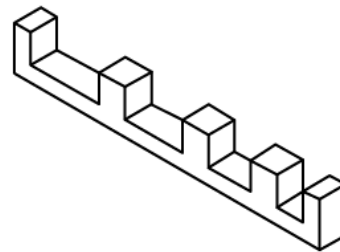
Linear artifact – accuracy



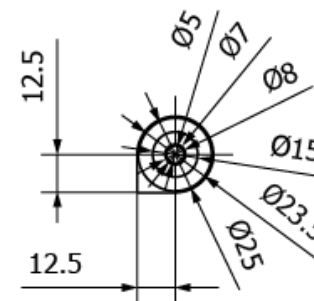
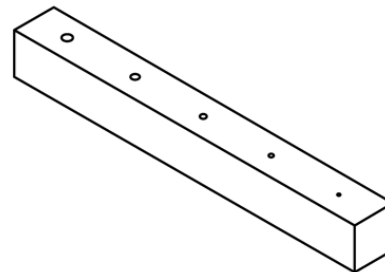
Resolution holes artifact



GEOMETRIC TEST ARTIFACT [C]

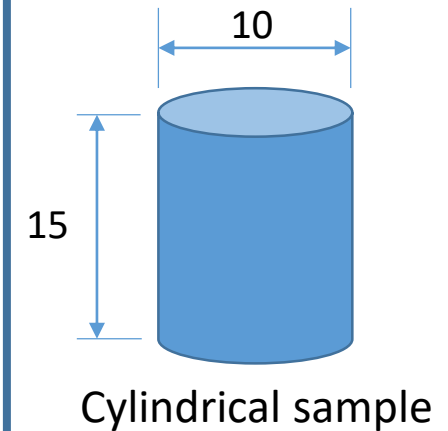


Circular artifact - accuracy



a) Fine

POROSITY TEST SAMPLES

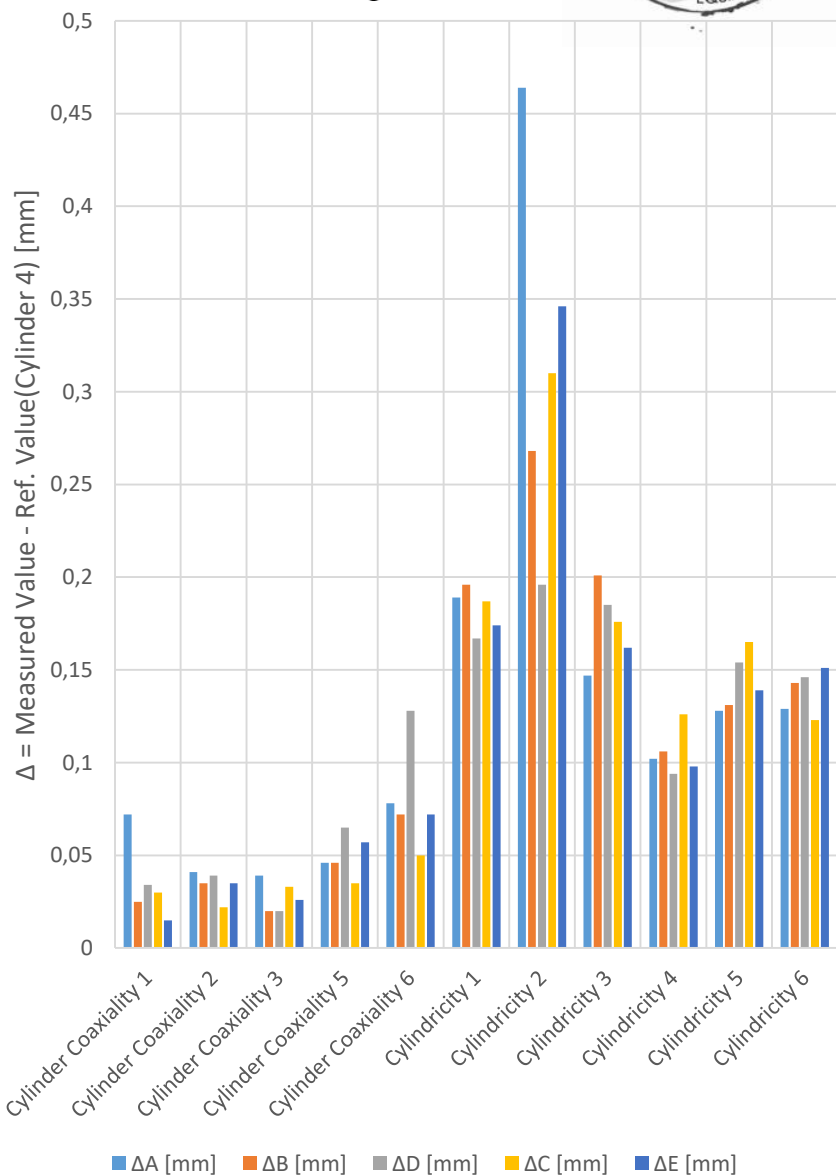
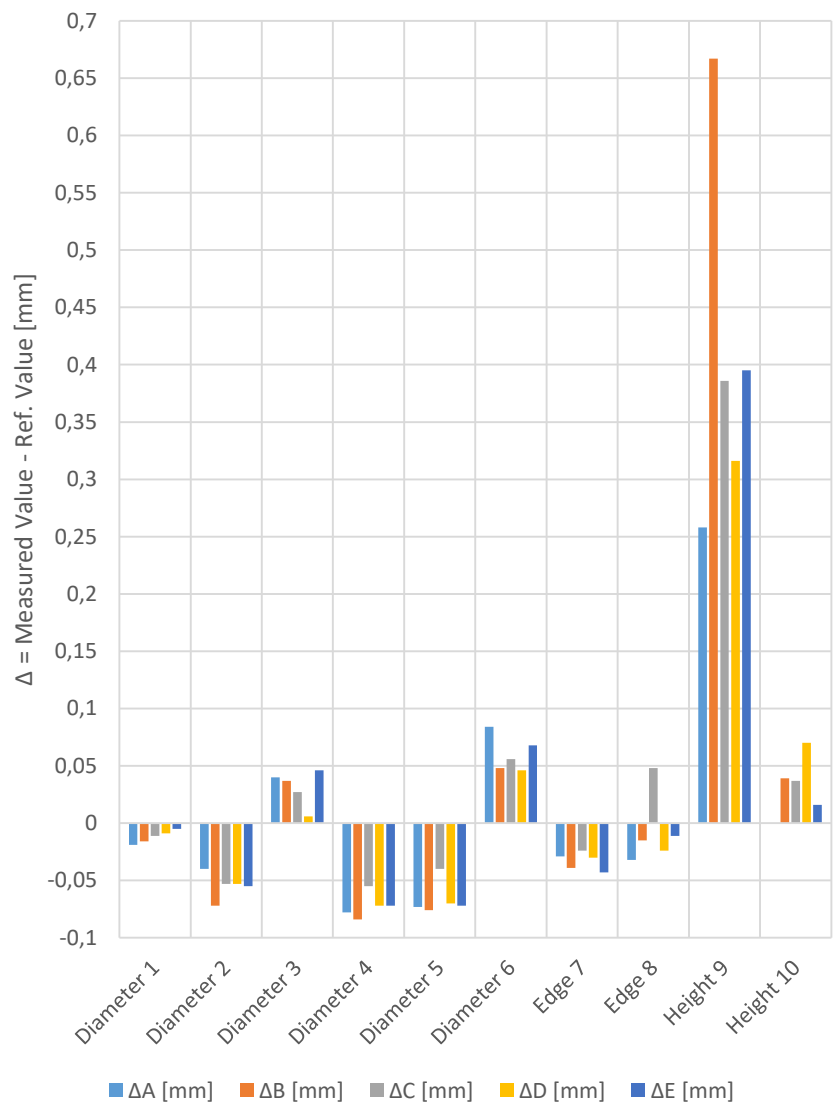
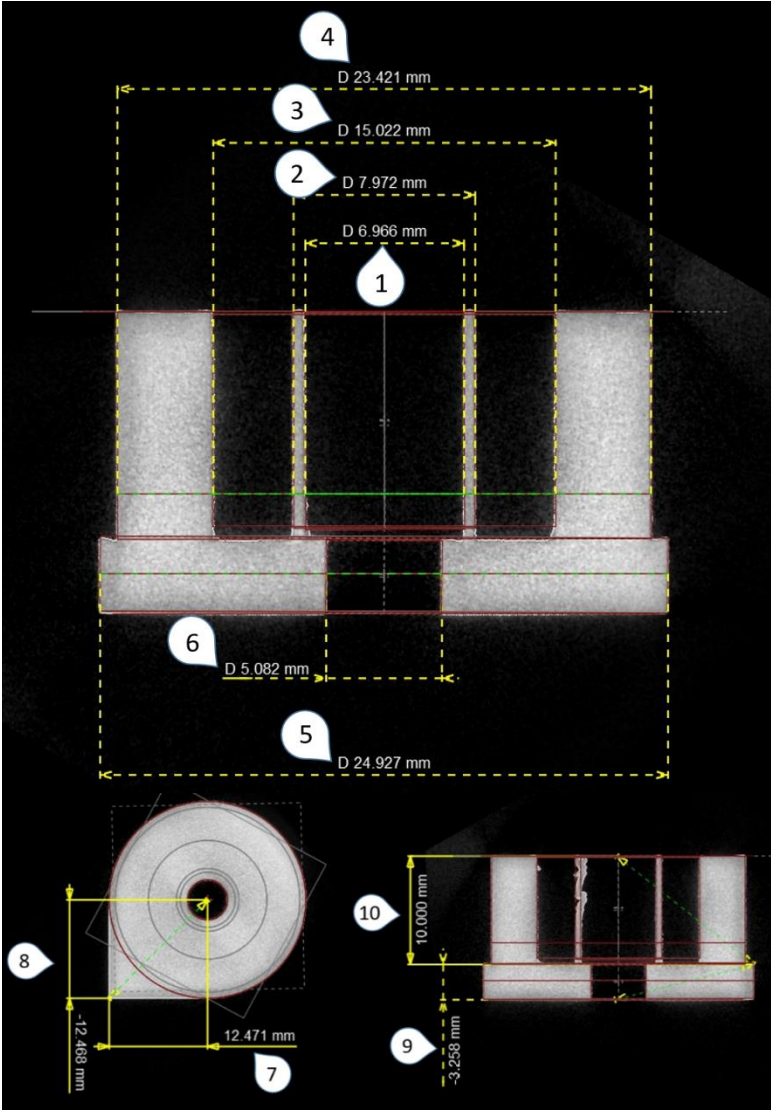


- ☐ ISO/ASTM 52902:2019(E) for geometric test artifact
- ☐ Cylindrical sample to improve CT Scanning performance for porosity evaluation

Caso 6: Analisi prestazioni di sistema L-PBF con Hastelloy X



POLITECNICO
DI TORINO



Note: dimensione voxel 20 μm

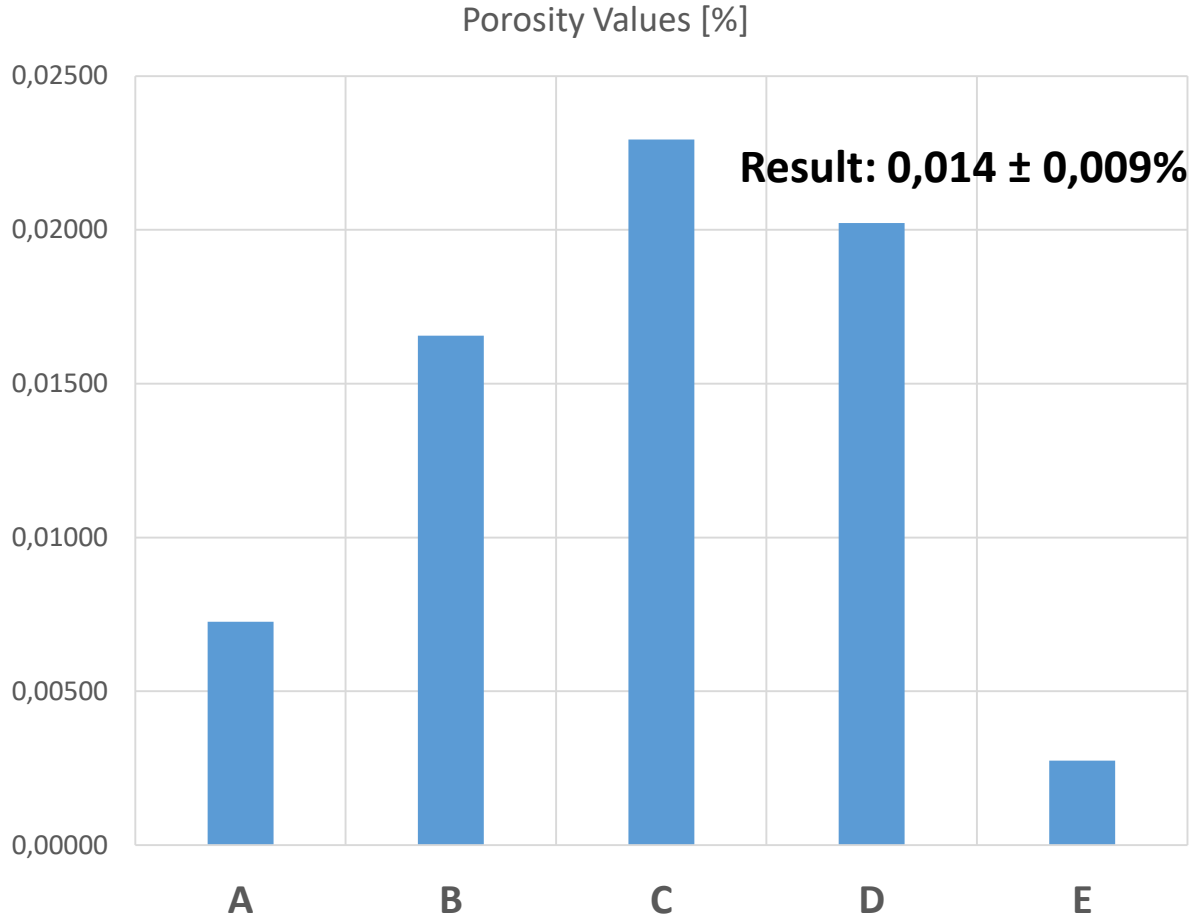
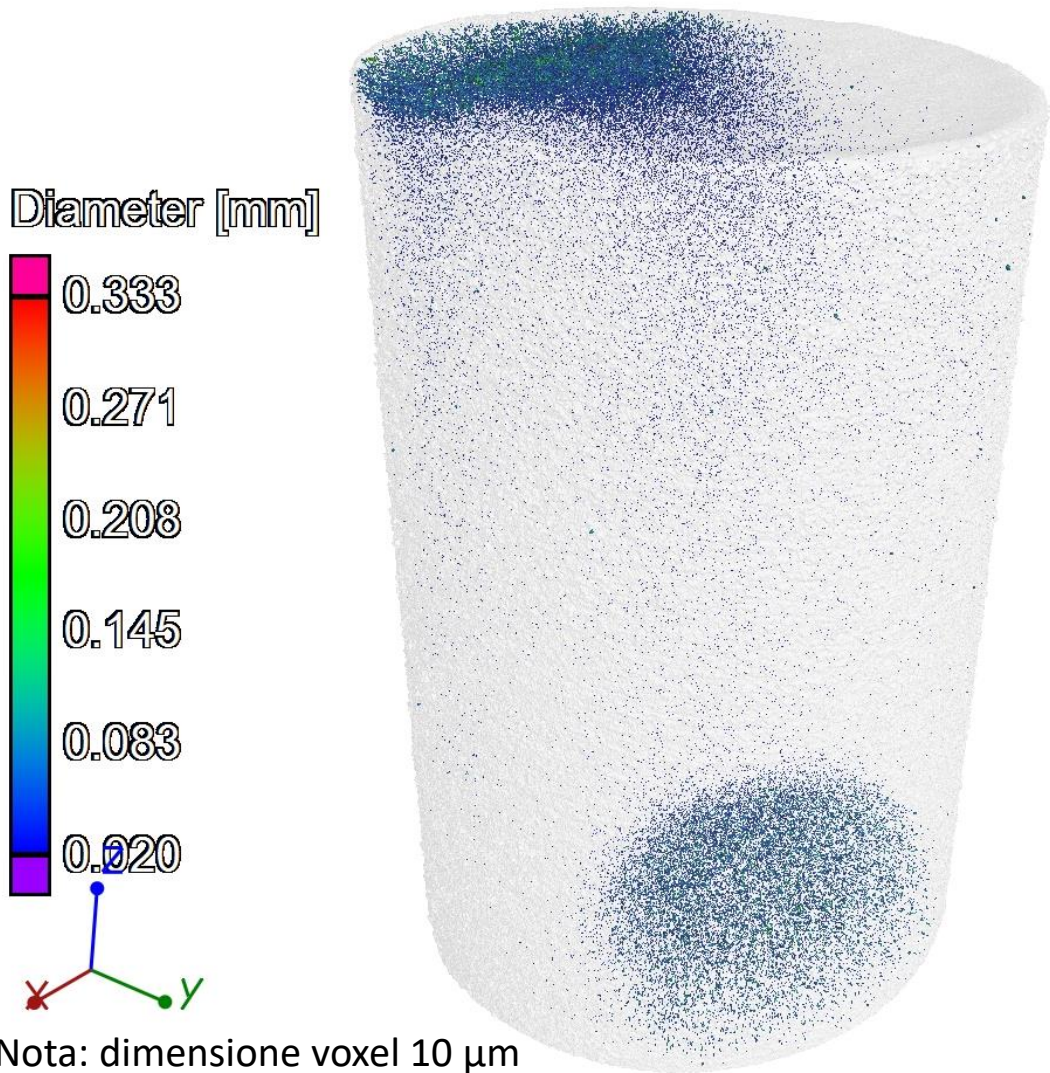
Caso 6: Analisi prestazioni di sistema L-PBF con Hastelloy X



POLITECNICO
DI TORINO



Esempio porosità



FINE

A cura di

Ing. Paolo Fresi

Industrial CT Specialist & Quality Manager

LABORMET DUE Srl

Corso Orbassano 402/18, 10137 Torino

C.E.O. RICCARDO GIRELLI

Tel 011 740905

r.girelli@labormetdue.it

info@labormetdue.it

www.labormetdue.it

