

RIVESTIMENTI AVANZATI PER COMPONENTI IN MANIFATTURA ADDITIVA

Campioni di leghe a base di Al7Si, AlSi10 e Ti6Al4V ottenuti tramite fusione laser a letto di polvere (L-PBF) e rivestiti con coating per aumentare la resistenza all'usura di componenti automobilistici e aerospaziali (in diverse condizioni di trattamento termico)
(Spoke1 – WP1)

Roadshow «RI-CERR-care il futuro: Innovazione, Ricerca e Trasferimento Tecnologico in Emilia Romagna», Tappa #5, 08 luglio 2026

Prof. Emanuele Ghio – DISTI - UNIPR
Emanuele.ghio@unipr.it

DISTI -UNIPR

Prof. Emanuele Ghio

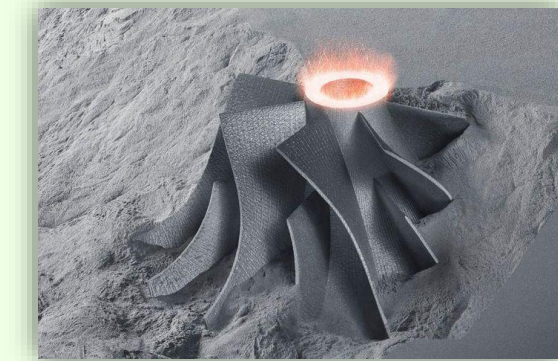
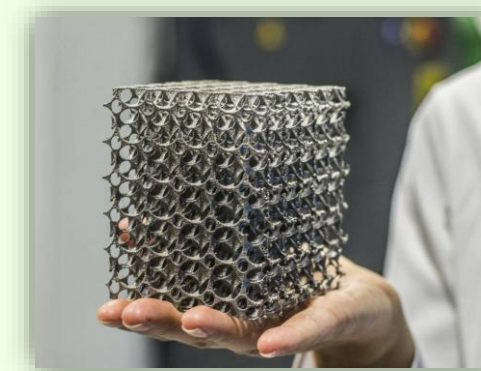
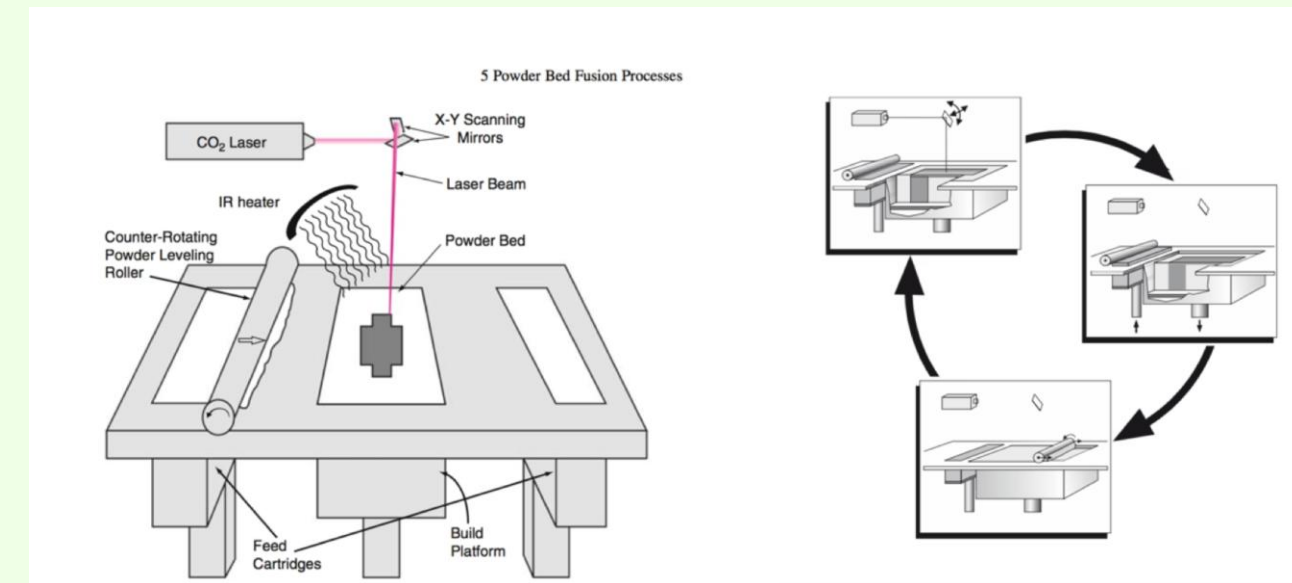
emanuele.ghio@unipr.it

Laboratorio di Metallurgia e Materiali Metallici Avanzati

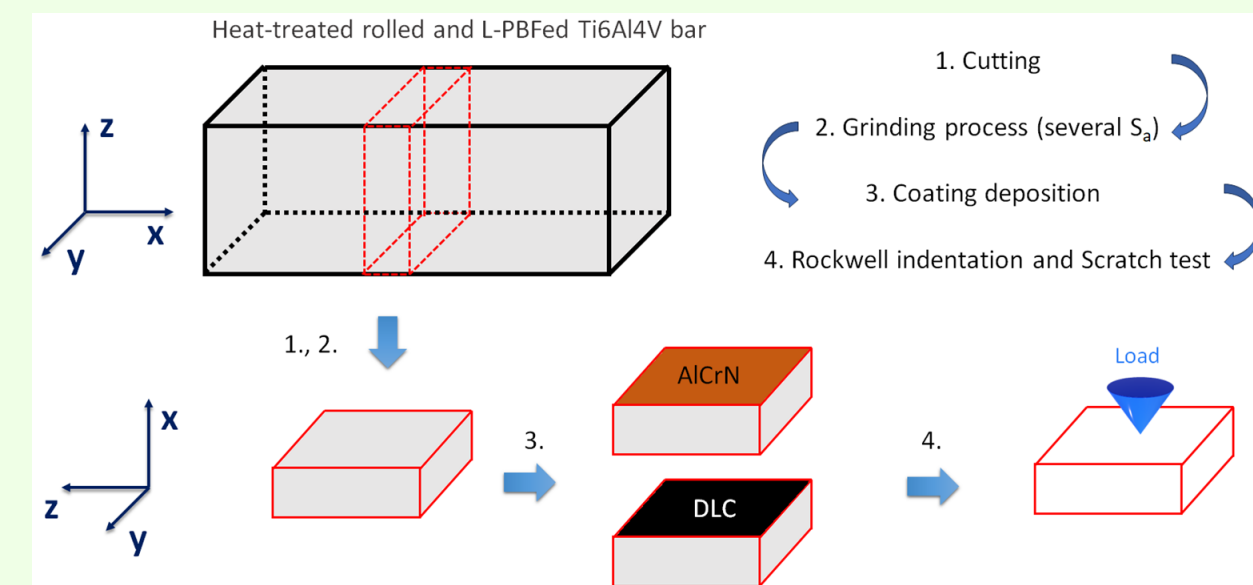
Spoke 1 –WP1

in collaborazione con LAFER s.p.a. (PC) per i *coating*, CNR-Parma per analisi FIB, UNIMORE prove di usura

- Studio di componenti metallici prodotti da additive manufacturing (L-PBF)
- Ottimizzazione delle proprietà meccaniche attraverso il post-processing (tipicamente trattamenti termici diretti)
- Analisi dell'adesione di *coating* (DLC, AlCrN da HiPIMS) su leghe Al-Si-Mg e Ti6Al4V prodotte per L-PBF e studio dell'effetto sulla resistenza all'usura (*scratch test* e *ball on disc*)



Laser Powder Bed Fusion (L-PBF) di componenti metallici in leghe tipo AISi7, AISi10 e Ti6Al4V



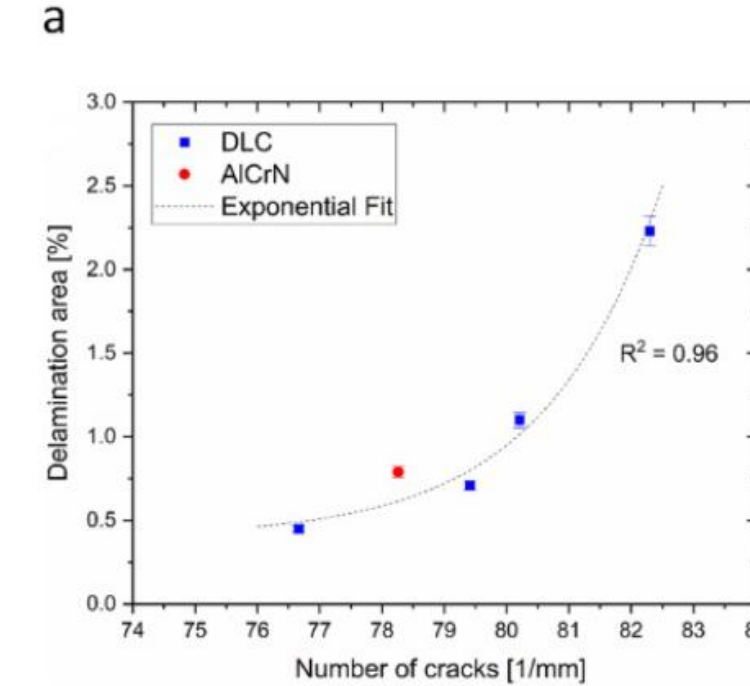
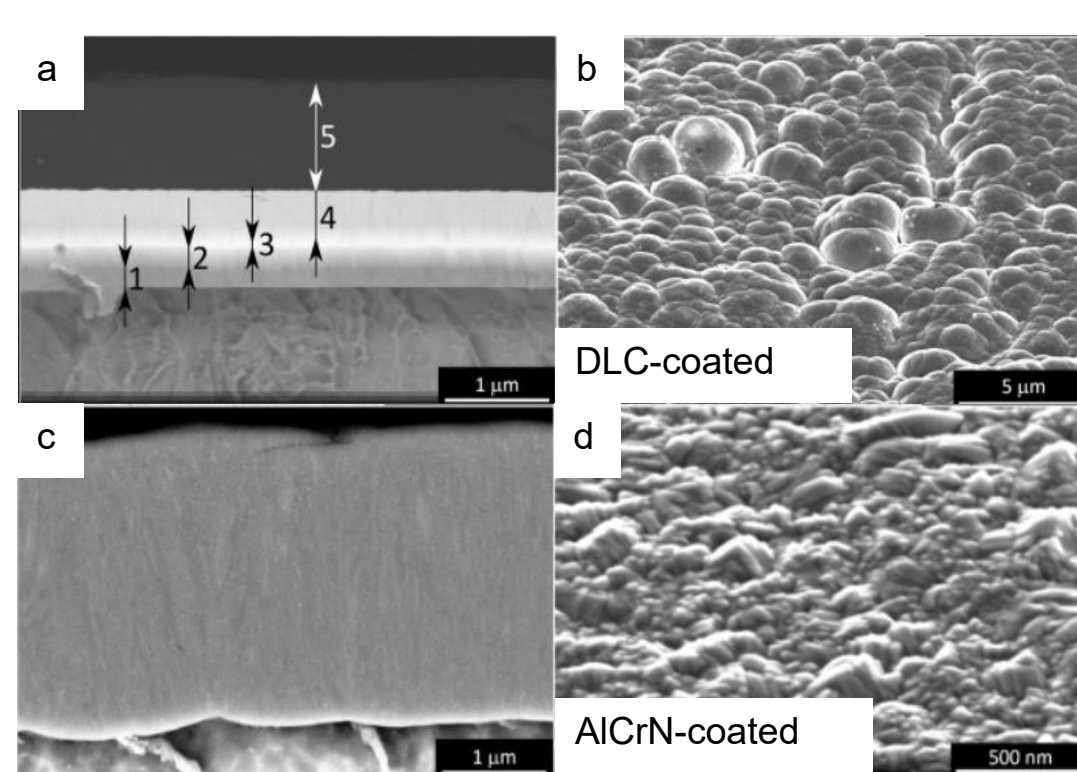
Coating in AlCrN e DLC (Diamond Like Carbon)

Results

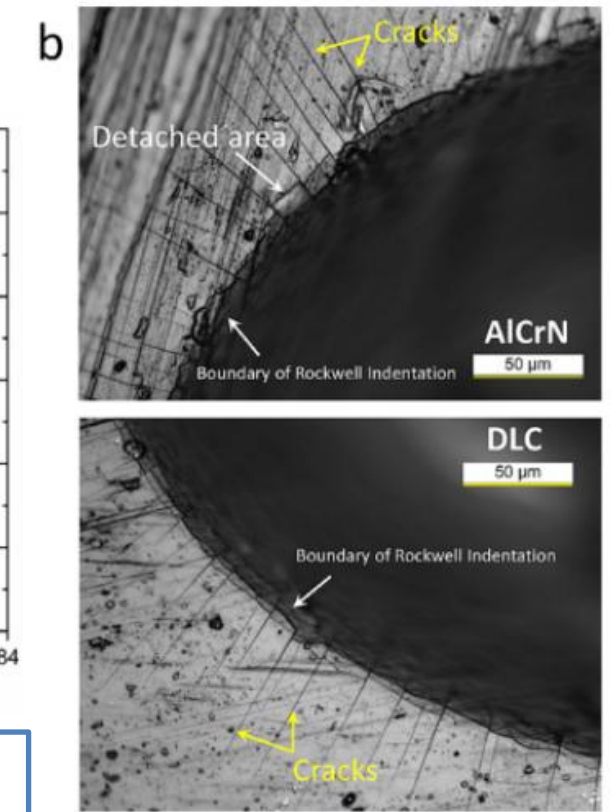
Gli *hard coatings* DLC (*Diamond-Like Carbon*) e AlCrN presentano un'ottima adesione su substrati in Ti6Al4V prodotti per L-PBF sai quando i substrati presentano:

- Differenti microstrutture (da differenti trattamenti termici)
- Differenti rugosità superficiali

Lega Ti6Al4V prodotta per L-PBF



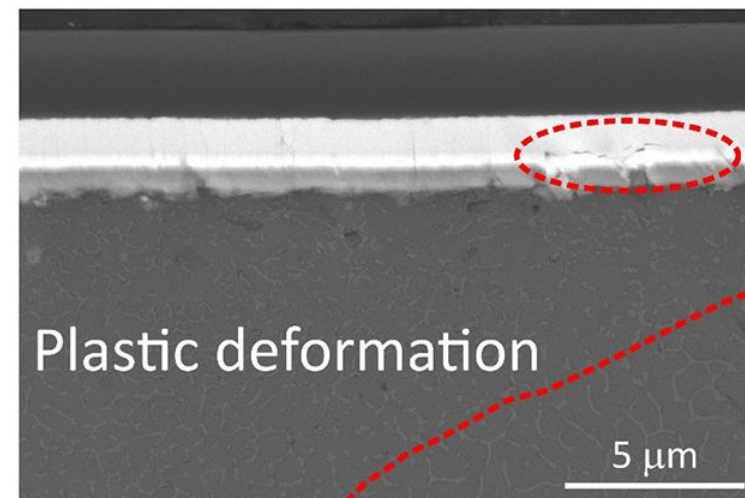
Excellent substrate/coating adhesion



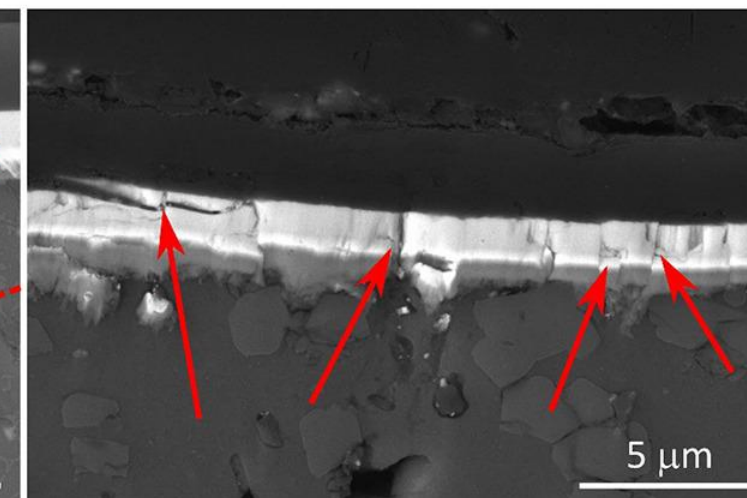
DLC on LPBF AlSiMg: ball-on-disc tests

La deposizione diretta del *coating* DLC su un substrato LPBF varia la durezza del substrato e non è raccomandata in condizioni di contatto ad alto carico. Tuttavia, l'uso di substrati *as-built* può produrre prestazioni tribologiche soddisfacenti anche in condizioni piuttosto severe. Il ruolo dei pori aperti in campioni LPBF lucidati sembra essere di particolare importanza sull'adesione del coating.

As-built AlSi7Mg: ~ 120HV0.5
Networked microstructure



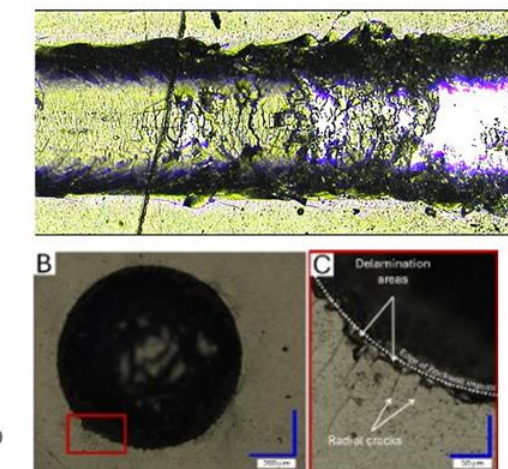
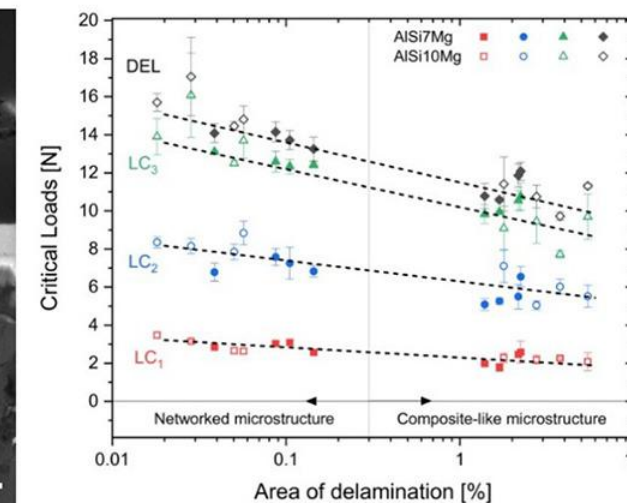
Solutionized AlSi10Mg: ~ 100HV0.5
Composite-like microstructure



Loss of networked microstructure through heat treatment
⇒ *Increasing contact damage to the WC/C interlayer*

Scratch & Rockwell indentation tests

Correlation between critical delamination load in scratch tests and delamination area in Rockwell indentation tests



Critical load and % delamination area scale with substrate hardness

Cosa serve per portarlo in azienda

- Adattamenti necessari (customizzazione, scaling, integrazione)
- Partner coinvolgibili: produttori di componenti metallici in L-PBF (aziende automotive e aeronautiche) e di coating su leghe metalliche in funzione dell'utilizzo del componente, enti di ricerca e/o Università per eventuali prove ad alta temperatura
- Tempi indicativi (siamo in fase di sperimentazione)
- Tipo di collaborazione possibile: testing / progetto pilota / licenza / co-sviluppo

A chi può interessare

3–5 settori target: Automotive, aerospace, manifattura meccanica

3 benefici concreti per l'impresa: sostenibilità, aumento efficienza, riduzione costi

Publications

E. Ghio, M. F. Bonilauri, G. Bolelli, A. Bertè, E. Cerri, 'Adhesion of DLC-based coatings on LPBF Al-Si-Mg alloys: influence of substrate hardness' [Surface&Coating Technology, 523 \(2026\) 133203](https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2026.133203)
doi.org/10.1016/j.surfcoat.2026.133203

E. Ghio, M.F. Bonilauri, G. Bolelli, P. Colombi, E. Cerri, '[A novel approach on Rockwell and Scratch adhesion tests for hard coatings deposited onto Ti6Al4V substrates](https://doi.org/10.3390/met15090994)', Metals (2025) 15, 994.
<https://doi.org/10.3390/met15090994>

E. Cerri, E. Ghio, G. Bolelli, A. Bertè, P. Colombi '[Characterization of AlCrN films deposited onto Selective Laser Melted Ti6Al4V substrates](#)', International Journal of the Italian Association for Metallurgy - La Metallurgia Italiana n. 4 (2024) pp. 32-37, ISSN 0026-0843

E. Ghio, G. Bolelli, A. Bertè, E. Cerri, '[Diamond-Like Carbon \(DLC\) and AlCrN films onto Ti-6Al-4V substrates by Laser-Powder Bed Fusion \(L-PBF\): effect of substrate heat treatment and surface finish](https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2023.130128)' Surface & Coatings Technology 475 (2023) 130128, <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2023.130128>

M.F. Bonilauri, E. Ghio, G. Bolelli, A. Bertè, E. Cerri, '[Adhesion of DLC-based coatings on LPBF Al-Si-Mg alloys: influence of substrate hardness](https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2026.133203)' Surface & Coatings Technology 523 (2026) 133203, <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2026.133203>



Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero dell'Università e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

in collaborazione con



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
DIPARTIMENTO DI FISICA E ASTRONOMIA
"AUGUSTO RIGHI"



Università degli Studi di Ferrara



UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MODENA E REGGIO EMILIA



UNIVERSITÀ DI PARMA



Consiglio Nazionale delle Ricerche



ENEA
Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



UNIVERSITÀ CATTOLICA del Sacro Cuore



POLITECNICO MILANO 1863



INFN
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare



ALMACUBE
Advanced Manufacturing Center of Excellence



bi-rex
Big Data Innovation & Research Excellence



CENTRO CERAMICO



certimac | INd.COR



CINECA



CRPA



DEMOCENTER



FONDAZIONE REI



LEAP
Laboratory for Energy and Advanced Production



MISTER
SMART INNOVATION



MUSP
Macchine Utensili e Sistemi di Produzione



PROAMBIENTE
Innovation & environment



romagnatech
INNOVATION VALUE



t3lab
TECHNOLOGY TRANSFER TEAM



TDM
TECNOLOGIA DI MODENA



TECNOPOLO REGGIO-EMILIA
EMILIA-ROMAGNA