

# Additive Manufacturing of Metallic Alloys: Process Feasibility, Microstructure and Mechanical Properties

Carlo Alberto Biffi

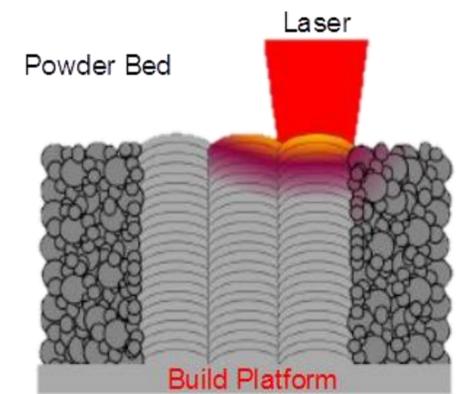
Istituto di Chimica della Materia Condensata e di Tecnologie per l'Energia (ICMATE), Unità Secondaria di Lecco

## Introduzione

L'Additive Manufacturing (AM) è probabilmente la più grande ed importante novità a livello del manifatturiero avanzato. Tra queste tecnologie di AM, la principale è quella chiamata Selective Laser Melting (SLM). Nel processo SLM viene depositato uno strato di polvere, e la scansione rapida di un fascio laser di potenza porta alla fusione di una porzione di polvere, che coincide ad una zona del componente che deve essere realizzato. Una volta terminato il consolidamento della polvere su uno strato, si procede con la deposizione di uno strato di polvere successivo e si ripete il processo di fusione laser fino a quando è stata conclusa la fase di stampa 3D del componente.

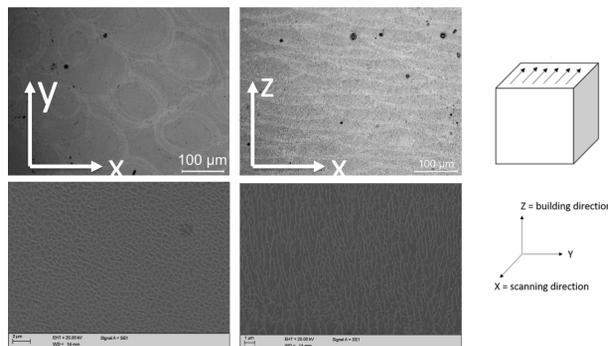
Il materiale prodotto mediante tale tecnologia mostra delle peculiarità, quali una struttura anisotropa ed una microstruttura molto fine, dovuta alla rapida solidificazione.

Per questo motivo, è di notevole interesse lo studio di leghe metalliche prodotte per SLM, confrontandone le microstrutture con quelle ottenibili con processo fusori classici. Inoltre, a livello applicativo diventa necessario la definizione di trattamenti termici ad hoc, specifici per materiali con microstrutture più fini, che comportano proprietà meccaniche superiori.



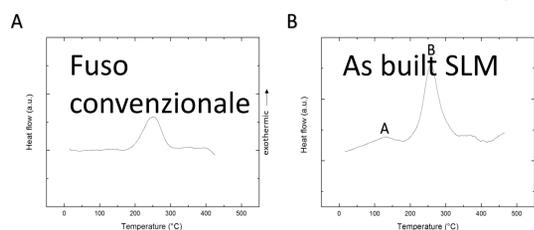
## Articoli selezionati n.1-2

**Obiettivo:** il lavoro ha previsto lo studio della microstruttura di una lega AlSi10Mg, prodotta per processo SLM, e la definizione in modo analitico di un trattamento termico ad hoc per tale materiale. Successivamente, è stato valutato l'effetto dei principali parametri del processo SLM sulle temperature ed entalpie di trasformazione della medesima lega e sulla microstruttura ottenuta.



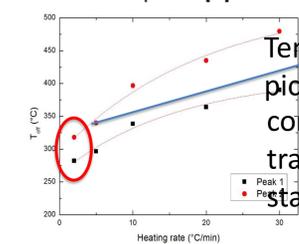
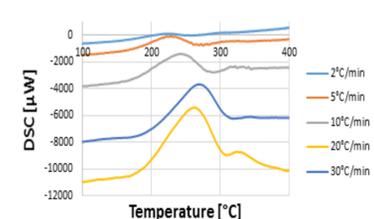
La microstruttura prodotta per processo SLM è molto fine, se confrontata con una di una lega prodotta per via convenzionale. Inoltre, tale microstruttura è fortemente anisotropa, a causa della costruzione strato su strato.

Calorimetria differenziale a scansione (DSC):

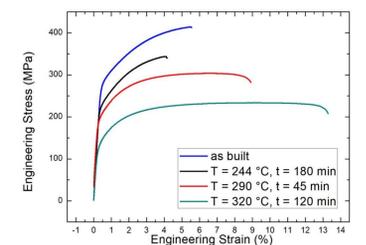


Nel materiale as built SLM **2 picchi di trasformazione**, indice di una microstruttura differente rispetto a materiale prodotto in modo convenzionale. Come conseguenza, devono essere definiti **trattamenti termici ad hoc** per la specifica microstruttura.

Determinazione delle temperature per esecuzione trattamenti termici isotermitici:



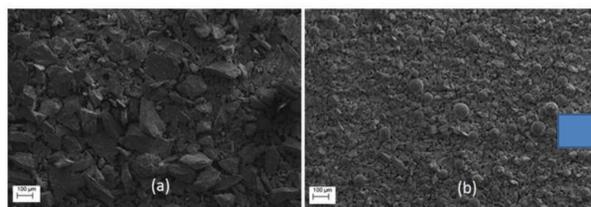
Temperature dei picchi: 263°C e 294°C. confronto con trattamento termico standard: 320°C per 2h.



La resistenza meccanica può essere migliorata con un trattamento termico ad hoc per la lega prodotta per SLM, offrendo caratteristiche più performanti.

## Articolo selezionato n.3

**Obiettivo:** il lavoro ha previsto uno studio di fattibilità del processo SLM di una lega metallica innovativa per applicazioni nel campo delle energie rinnovabili. Il materiale scelto è stato la lega TiCr1.78; è stato valutato l'effetto della tipologia di polvere (miscelata oppure prealligata) sulla formazione di fasi di Laves, necessarie per garantire l'assorbimento di idrogeno. L'attività è stata svolta in collaborazione con il laboratorio Sitec del Politecnico di Milano.

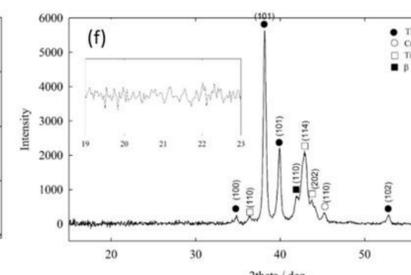
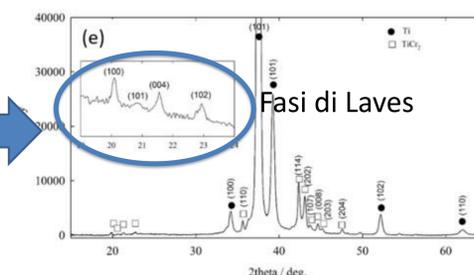


Polvere macinata da lingotto (prealligata)

Polvere miscelata



Processo SLM con sistema prototipale  
SITEC  
Laboratorio per le Applicazioni Laser



La polvere prealligata porta alla formazione di fasi di Laves. Al contrario, polveri miscelate, provenienti dagli elementi puri, non consentono l'ottenimento della microstruttura adeguata.

## Riferimenti Selezionati

- [1] J. Fiocchi, A. Tuissi, P. Bassani, C.A. Biffi, Low temperature annealing dedicated to AlSi10Mg selective laser melting products, J. Alloys Compd. 695 (2017) 3402–3409.
- [2] C.A. Biffi, J. Fiocchi, A. Tuissi, Selective laser melting of AlSi10 Mg: Influence of process parameters on Mg2Si precipitation and Si spheroidization, J. Alloys Compd. 755 (2018) 100-107.
- [3] CA Biffi, AG Demir, M Coduri, B Previtali, A Tuissi, Laves phases in selective laser melted TiCr1.78 alloys for hydrogen storage, Materials Letters 226 (2018) 71-74.

## Gruppo di Lavoro

Il gruppo di lavoro con cui sono stati sviluppati tali temi è costituito dal dott. Ausonio Tuissi, dall'Ing. Jacopo Fiocchi e dall'Ing. Paola Bassani.

Contatto:

[carloalberto.biffi@cnr.it](mailto:carloalberto.biffi@cnr.it)