

# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



## CORSO DI DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo 32°

### Proposta di progetto di dottorato

Il sottoscritto Prof. Antonino Squillace

*Nome*

*Cognome*

Professore IF  Professore IIF  Ricercatore  Ricercatore a tempo determinato

affidente al Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale

chiede di essere inserito nell'elenco dei tutors per il 32° ciclo.

Tematica di ricerca proposta:

Studio, sviluppo e messa a punto di sistemi avanzati di produzione di elementi metallici a geometria complessa mediante processi produttivi basati sull'Additive Layer Manufacturing

Curriculum di riferimento:

Ingegneria dei Materiali e delle Strutture

Ingegneria Chimica

Tecnologie e Sistemi di Produzione

N° di dottorandi con borse ministeriali dei quali il proponente è stato tutor nell'ultimo triennio: 2

**Curriculum del proponente (Max 500 parole. Indicazione di pubblicazioni, brevetti, responsabilità di o coinvolgimento in progetti di ricerca, esperienze scientifiche) con riferimento alla tematica proposta**

Antonino Squillace, professore associato in Tecnologie e Sistemi di Produzione (ING-IND/16), abilitato alla I fascia dello stesso SSD.

È autore di oltre 100 pubblicazioni a partire dal 2000.

Fonte SCOPUS: autore di 97 pubblicazioni di cui 60 articoli su riviste internazionali con revisione fra pari, 1219 citazioni e  $H_{index}$  pari a 19. Senza autocitazioni: 951 citazioni e  $H_{index}$  pari a 17.

Responsabile scientifico di 2 PON nazionali; responsabile scientifico di 2 progetti Regione Campania; partecipante a molti altri progetti Europei, Nazionali e Regionali a valere su bandi competitivi; Responsabile scientifico di oltre 20 attività di ricerca in Convenzione finanziate da aziende. Responsabile di attività di trasferimento tecnologico a favore di aziende per l'introduzione di processi avanzati di saldatura allo stato solido per materiali metallici.

Guida da oltre 12 anni un gruppo di ricerca che si occupa di processi avanzati di produzione di elementi metallici mediante utilizzo di tecnologie near-net-shape al fine di comprendere in che modo i complessi meccanismi termomeccanici governano la microstruttura dei prodotti e quindi le loro prestazioni, anche al fine di minimizzare l'utilizzo delle costose materie prime.

Le attività di ricerca si sono incentrate su due filoni principali: tecnologie avanzate di formatura per deformazione plastica e tecniche avanzate di saldatura, sia allo stato solido (Friction Stir Welding e Linear Friction Welding) sia per fusione (Laser Beam Welding).

I materiali sui quali si sono prevalentemente focalizzate le attenzioni sono le leghe leggere (a base di alluminio e magnesio) ad elevate prestazioni e le leghe di titanio, per tutti i settori dell'ingegneria industriale, con particolare riferimento al settore dei trasporti veloci, primi fra tutti l'aeronautica e l'aerospazio.

Negli ultimi anni notevole attenzione e sforzi sono stati concentrati sui processi di Additive Layer Manufacturing per mezzo di fascio Laser (SLM) e elettronico (EBM).

Tali attività sono state tutte svolte in collaborazione con Università straniere (Manchester e Birmingham in UK, Coimbra e Aveiro in Portogallo, Missouri-Rolla in USA, Cracovia in Polonia, etc.) e nazionali (Genova, Palermo, Padova, Brescia, Lecce, Firenze, Salerno, Politecnico di Milano, etc.) oltre che con enti di ricerca, sia internazionali (The Welding Institute e il Isis Facility STFC in UK, il Helmholtz-Zentrum Geesthacht GmbH in Germania, il Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares Ciência e Tecnologia a serviço da vida in Brasile) sia nazionali (Centro Sviluppo Materiali, Centro Italiano Ricerche Aerospaziali, Istituto Italiano della Saldatura, il CNR, l'ENEA, etc.). Svariate infine sono le aziende con le quali si sono avuti rapporto di collaborazione scientifica su progetti o attività di ricerca in convenzione, tutte riconducibili ai settori dei trasporti quali l'aeronautica, l'aerospazio, l'automotive.

## Sintesi del Progetto di Ricerca (Max 500 parole. Stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi)

La proposta si impernia sulle tecnologie di produzione di manufatti metallici per mezzo di tecniche Additive Layer Manufacturing.

Tali tecniche si basano sulla realizzazione di oggetti, a geometria estremamente complessa, attraverso la fusione o la sinterizzazione di polveri metalliche per mezzo di una sorgente energetica, un fascio laser o un fascio elettronico.

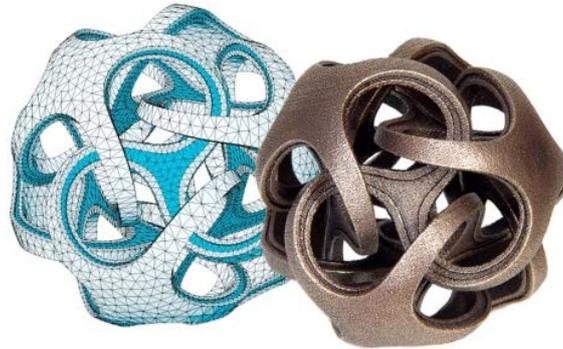


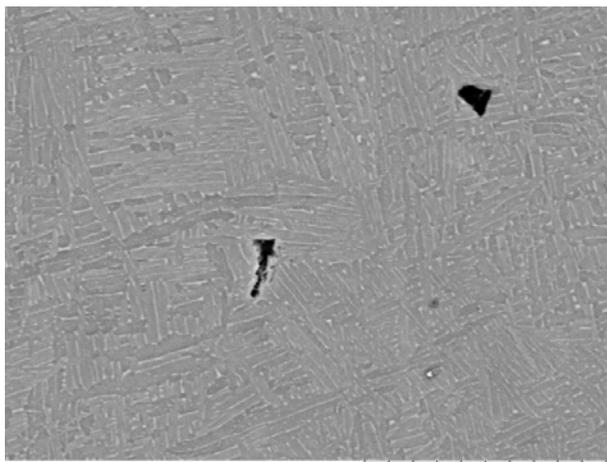
Figura 1 – Esempio di manufatto realizzato per ALM

La realizzazione procede per interessamento progressivo di sottili strati di materiale distesi su un piano mobile di lavoro in forma di polveri di dimensioni micrometriche.

Il principio alla base della metallurgia delle polveri è quello per cui un insieme di microparticelle, opportunamente ordinate nello spazio per occupare il volume a loro disposizione con la massima efficienza possibile, tende a densificare, quando gli si fornisca energia, in modo da diminuire l'elevata superficie esposta minimizzando l'energia libera.

Un prodotto siffatto presenta spesso una indesiderata ed inaccettabile porosità legata a 2 aspetti:

- 1) Porosità intrinseca delle polveri di partenza;
- 2) Porosità legata ad imperfetta disposizione delle polveri sul piano di lavoro.



a)



b)

Figura 2 – Porosità da imperfetta compattazione (a) e in un granello di polvere (b).

Il progetto di ricerca si propone di affrontare e risolvere questi aspetti al fine di consentire la realizzazione di manufatti a piena compattazione.

Per quanto riguarda la porosità intrinseca nelle polveri si studieranno i processi di fabbricazione delle stesse, si selezionerà quello più promettente e se ne studieranno sperimentalmente le condizioni al fine di realizzare polveri non porose.

Per quanto riguarda il secondo aspetto, la difficoltà sta nel fatto che polveri micrometriche (di massa praticamente trascurabile) tendono a formare cluster di granelli per via di forze coesive di tipo chimico. Occorre pertanto prevedere trattamenti delle stesse al fine di vincere tali cluster ed aumentare la “colabilità” delle polveri e distenderle omogeneamente sul piano di lavoro, sì da minimizzare i vuoti.

Il programma si articolerà in:

#### FASE 1

Studio e caratterizzazione delle polveri commercialmente disponibili e dei relativi processi di fabbricazione (Durata stimata 6 mesi).

#### FASE 2 (in collaborazione con enti esterni, p.e. CSM, CNR)

Studio e sviluppo di tecniche di produzione innovative di polveri metalliche e loro caratterizzazione (Durata stimata 12 mesi).

#### FASE 3 (in collaborazione con enti esterni, p.e. CNR)

Studio e sviluppo di processi di trattamento polveri per aumentare la colabilità delle stesse (Durata stimata 12 mesi).

#### FASE 4 (in collaborazione con enti esterni, p.e. CIRA, MBDA).

Studio, sviluppo e messa a punto di processi di fabbricazione di manufatti con tecnologia ALM (durata Stimata 18 mesi).

#### FASE 5 (in collaborazione con l'Università di Coimbra).

Caratterizzazione microstrutturale, micro e macro meccanica ed elettrochimica di manufatti realizzati in ALM (durata stimata 15 mesi).

#### FASE 6 (in collaborazione con l'Università di Cracovia).

Messa a punto di un modello numerico per la modellazione dell'interazione fra la sorgente energetica e le polveri per prevedere la microstruttura del manufatto finale (durata stimata 18 mesi).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
FASE 1																																						
FASE 2																																						
FASE 3																																						
FASE 4																																						
FASE 5																																						
FASE 6																																						

Figura 3 – Gantt delle attività

Elenco degli enti esterni coinvolti:

- CNR-IRC;
- Centro Sviluppo Materiali;
- CIRA;
- Università di Coimbra;
- Università di Cracovia;
- MBDA.

**Informazioni sintetiche relative a: attrezzature/software disponibili, disponibilità finanziaria, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani e ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti con riferimento specifico alla tematica proposta.**

Presso i laboratori del Dipartimento sono già disponibili tutte le attrezzature per la piena caratterizzazione dei materiali di base e dei manufatti, nonché una macchina per la realizzazione di manufatti in ALM con possibilità di operare liberamente sui parametri di processo e su svariati materiali.

Presso i laboratori degli enti esterni indicati sono disponibili attrezzature per la realizzazione di polveri con differenti tecniche e per il loro trattamento e caratterizzazione. Il software per la simulazione dei processi coinvolti sono già disponibili presso i laboratori interni e degli enti e Università esterne interessate.

Sono disponibili ampiamente risorse finanziarie a valere su progetti e convenzioni di ricerca che trattano argomenti inerenti la metallurgia delle polveri.

Si conta inoltre di presentare ulteriori progetti di ricerca a valere su bandi competitivi, regionali, nazionali ed europei.

**Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....)**

I periodi di ricerca esterni al dipartimento potranno svolgersi sia presso aziende ed enti di ricerca nazionali (CIRA, MBDA, CSM) sia presso Università straniere: Coimbra in Portogallo e Cracovia in Polonia.

Con tutti i suddetti enti e centri di ricerca sono attivi e consolidate da anni proficui scambi e relazioni che hanno portato già a numerose e documentate attività di ricerca comuni, sia nell'ambito di progetti di ricerca finanziati sia nell'ambito di libere attività di ricerca e didattica.

In particolare, il candidato potrebbe svolgere presso l'università di Coimbra parte delle sue attività di ricerca sperimentale finalizzate alla caratterizzazione micro e macro meccanica dei manufatti e/o presso l'Università di Cracovia parte delle sue attività di simulazione numerica dell'interazione fra la sorgente energetica e le polveri.

Il sottoscritto garantisce, sotto la propria responsabilità, di poter accedere a risorse tecniche e finanziarie adeguate a supportare le attività necessarie al corretto sviluppo del progetto di ricerca proposto.

Napoli, li 11 luglio 2016

Firma del richiedente:

