



**Richiesta per borsa di studio da attivare ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del  
10/08/2021**

La sottoscritta Veso Silvia, qualifica Ricercatore RTDb, afferente al Dipartimento di Ingegneria dell'Impresa "Mario Lucertini" Interno 7168 email [silvia.vesco@uniroma2.it](mailto:silvia.vesco@uniroma2.it)

**CHIEDE**

l'attivazione di una borsa di studio di dottorato ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del 10/08/2021. A tal fine comunica quanto segue:

La borsa sarà attivata sul seguente corso di dottorato accreditato per il XXXVII ciclo: Dottorato di Ricerca in Ingegneria per la Progettazione e Produzione Industriale

Area per la quale si presenta la richiesta (selezionare solo una delle due):

Innovazione

Green

Tipologia di cofinanziamento (pari ad euro 8000 una tantum):

Nome dell'Ente finanziatore pubblico o privato: ELESIA SpA

Persona di Riferimento: Ing. Claudio Marchesini

Telefono: 335 7516910

Email: [claudio.marchesini@elesia.it](mailto:claudio.marchesini@elesia.it)

Fondi di ricerca dipartimentali

Progetto di Ricerca (massimo 10.000 battute complessive spazi inclusi) che comprenda

Descrizione del Progetto:

La dissipazione del calore rappresenta in tutti gli ambiti industriali un fattore estremamente critico che negli ultimi anni ha suscitato un sempre maggiore interesse in relazione al crescente aumento dei livelli di potenza termica specifica da dissipare. Nel corso degli anni si sono proposte soluzioni progettuali che hanno portato allo sviluppo di nuove geometrie, finalizzate principalmente all'aumento della superficie di scambio e all'impiego di materiali caratterizzati da conducibilità termica più elevata. Allo stato attuale, le prestazioni richieste sono di tale livello che risulta difficile incrementare ulteriormente le capacità di



scambio termico di questi sistemi facendo leva esclusivamente su approcci di natura progettuale. Bisogna pertanto intervenire proponendo una nuova generazione di materiali specifici per lo scambio termico.

L'obiettivo del progetto è studiare e sviluppare una nuova tipologia di scambiatori ad elevata efficienza; questi saranno costituiti da un supporto di tipo 'a celle aperte' e da un rivestimento ad elevate performance termiche. Sarà quindi studiato, ottimizzato e implementato un metodo innovativo di elettrodeposizione, che consentirà la crescita di un sottile strato di grafene sulla superficie della struttura cellulare. Il rivestimento, oltre a conferire maggiori performance termiche, migliorerà la resistenza a corrosione, la conducibilità elettrica, le proprietà lubrificanti e la resistenza all'usura del materiale di base. Le tecnologie di produzione della struttura di supporto saranno: la fusione sotto vuoto e la manifattura additiva.

Ad oggi non sono presenti soluzioni innovative come quella proposta con il presente progetto. Ovvero non è disponibile una ricerca sistematica sull'impiego delle strutture cellulari a celle aperte per lo scambio termico integrate con depositi metallo-grafene sui rami delle celle. Le strutture cellulari hanno dimostrato un ottimo comportamento ai fini dello scambio termico convettivo ma i limiti nelle loro prestazioni sono dovute alla capacità di scambio conduttivo dei rami, ovvero alla geometria e alle proprietà termiche del materiale.

#### Obiettivi formativi:

L'obiettivo di questo progetto è studiare e sviluppare una nuova tipologia di scambiatori ad elevata efficienza. Gli studi condotti da alcune unità di ricerca hanno dimostrato i vantaggi realizzabili con rivestimenti al grafene, ma hanno messo in evidenza anche le criticità scientifiche e tecniche ancora da affrontare. Queste riguardano gli aspetti descritti nel seguito:

- la geometria della struttura cellulare deve garantire contemporaneamente innesco della turbolenza a bassa velocità, basse perdite di carico e condizioni adeguate alla deposizione del grafene;
- i materiali di cui è costituita la struttura cellulare devono presentare temperature di funzionamento adatte alle applicazioni e le condizioni superficiali devono essere adatte alla deposizione del grafene;
- il deposito di grafene deve essere caratterizzato dalla minimizzazione delle condizioni di clusterizzazione delle nanoparticelle, da una elevata adesione sui rami, dalla posizione ottimale delle particelle di grafene in relazione alla massimizzazione dei flussi termici;
- le tecnologie di produzione delle strutture cellulari devono consentire una elevata flessibilità e producibilità, e ottime condizioni superficiali di deposizione del grafene;
- le tecnologie di deposizione del grafene devono essere in grado di minimizzare le condizioni di clusterizzazione delle nanoparticelle; controllare la posizione ottimale delle nano particelle in relazione alla massimizzazione dei flussi termici, essere di ampia diffusione, devono consentire il deposito su strutture cellulari.

#### Attività previste:

Di seguito si riporta il cronoprogramma di massima delle attività di ricerca che si svolgeranno nell'arco temporale di tre anni:

- Il primo anno sarà focalizzato sullo studio dei materiali e delle tecnologie per l'elettrodeposizione dei rivestimenti metallo-grafene (Me-GNP). Nella prima fase verranno definiti i materiali sia per i depositi che per i substrati. Lo studio sarà focalizzato sul materiale e sulla correlazione tra le



proprietà termo-meccaniche di quest'ultimo ed i parametri di processo relativi ai diversi approcci produttivi individuati. Verrà studiato il setup ottimale per il sistema di elettrodeposizione, e per i processi di preparazione delle superfici del substrato. A tale scopo lo studio verrà svolto su campioni a geometria semplice al fine di far emergere i fenomeni fisici correlati ai processi di trasformazione cui i materiali sono sottoposti e alla loro interazione.

- Durante il II anno, verranno studiate le strutture cellulari metalliche. Nella fase iniziale verranno sviluppati dei modelli termici, meccanici e fluidodinamici utili per lo studio del comportamento atteso della struttura e per la definizione delle geometrie ottimali che massimizzano le performance termiche. Verranno successivamente progettati dei moduli di riferimento di strutture cellulari per lo scambio termico. La progettazione verrà effettuata con l'obiettivo di soddisfare i requisiti di funzionalità termica e strutturale, applicando le metodologie del Design for Manufacture and Assembly (DFMA). Verranno studiate tutte le tecnologie di fabbricazione per la produzione dei moduli. Si impiegherà la tecnologia di fusione e colata sottovuoto, definendo anche gli approcci produttivi per la realizzazione dei precursori attraverso tecniche additive. I moduli prodotti verranno sottoposti a test per la caratterizzazione termica e meccanica.
- Durante il III anno verranno applicate e ottimizzate le tecnologie di deposizione Me-GNP sulle strutture cellulari prodotte in WP2. I moduli prodotti e rivestiti GNP saranno sottoposti a caratterizzazione termo-fluidodinamica al fine di misurarne le prestazioni finali. Sarà definita, infine, la progettazione e la realizzazione di prototipi di interesse industriale e i relativi test di incremento delle performance.

Attinenza del progetto all'area indicata:

Lo sviluppo di una nuova tipologia di scambiatori ad elevata efficienza porta al miglioramento del trasferimento di calore, con le seguenti ricadute:

- riduzione della superficie di scambio;
- aumento della capacità di trasferimento di calore;
- riduzione della differenza di temperatura di avvicinamento dei flussi di processo;
- riduzione della potenza e conseguente risparmio energetico.

Uno scambiatore di calore più compatto, quindi, è più efficiente, ha minori costi di gestione ed è più facilmente installabile, incoraggiando i potenziali acquirenti per il loro elevato rendimento. La stessa riduzione degli ingombri potrebbe essere inoltre un elemento in grado di far rivedere molti aspetti del design degli scambiatori in commercio.

Risultati attesi:

Sulla base delle conoscenze già acquisite e su modelli predittivi, è possibile ipotizzare i seguenti risultati: migliore efficienza nello scambio termico compresa tra il 10% e il 20% (in relazione alle applicazioni specifiche); temperature di funzionamento tra i 100°C e i 300°C; riduzione dei pesi rispetto agli scambiatori tradizionali del 30%; una riduzione dei volumi rispetto alle soluzioni tradizionali del 25%.

Azienda pubblica o privata coinvolta nazionale o straniera in cui si prevede di far svolgere il periodo obbligatorio da 6 a 12 mesi previsto dal Decreto Ministeriale:



**TOR VERGATA**  
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ROMA

**Direzione II – Ricerca, Terza Missione, Procedure Elettorali**  
Divisione I – Ricerca Nazionale  
Ripartizione III – Scuola di Dottorato

ELESIA SpA

Via Montenero, n° 63/65

00012 Guidonia Montecelio (ROMA) Italy

Firma

*Silvio Vesco*