

## ALLEGATO C)



### Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

---

#### PROGETTO 1

**TITOLO:** Modellizzazione per l'ottimizzazione di processo e lo scale-up di processi assistiti da plasma ad accoppiamento induttivo per la sintesi di rame nanometrico per sistemi di stampa

**TITLE:** Design oriented modelling for process optimization and scale-up of inductively coupled plasma assisted synthesis of nanocopper for printed devices

**DESCRIZIONE:** Il ricercatore condurrà attività di sviluppo e applicazione di strumenti per la simulazione di sistemi al plasma ad accoppiamento induttivo per la sintesi di nanomateriali, con particolare attenzione per la produzione di nanoparticelle di rame. Le attività includeranno: definizione stato dell'arte relativamente ai requisiti dei nanomateriali di interesse, i relativi processi di produzione, della modellazione della sintesi di nanomateriali; sviluppo di modelli multiscala per l'accoppiamento di simulazioni termo-fluido-dinamiche con modelli mesoscopici per la sintesi di nanoparticelle; modellazione di sistemi plasma in scala pilota per la produzione di nanoparticelle di rame al fine di aumentare l'efficienza del processo e migliorare il controllo delle proprietà delle nanoparticelle; attività di modellazione a supporto dello scale-up del processo; tutela della proprietà intellettuale e disseminazione dei risultati; supporto nella pianificazione delle attività scientifiche e tecniche.

**DESCRIPTION:** The researcher will lead activities related to the development and application of new modeling tools for the simulation of nanomaterial synthesis in inductively coupled plasma (ICP) systems, with specific focus on nanocopper for printing applications. The activities will include: literature surveys to gather information on latest developments regarding material requirements, production processes and nanoparticle synthesis modeling; development of a multi-scale model coupling the simulation of plasma thermo-fluid-dynamics at continuum scale with a mesoscopic model for nanoparticle synthesis; optimization of the nanocopper synthesis process, in terms of process yield and precise control of the nanoparticle properties, through design-oriented modeling of pilot scale ICP systems; design-oriented modeling for the scale up of the process; protection of intellectual property and foregrounds and dissemination activities; development of action plans for scientific and technical project tasks.

**OBBIETTIVI DI PRODUTTIVITÀ SCIENTIFICA:** Il ricercatore si occuperà della pubblicazione dei risultati ottenuti su riviste e conferenze internazionali intersecanti le tematiche delle applicazioni industriali dei plasmi, della modellazione dei processi di sintesi e dei processi di produzione di nanomateriali. Il ricercatore svilupperà modelli computazionali oltre lo stato dell'arte per supportare ottimizzazione e scale-up di sistemi ICP per la sintesi di nanoparticelle, che contribuiranno a rafforzare il ruolo del gruppo di ricerca per le Applicazioni Industriali dei Plasmi del Dipartimento di Ingegneria Industriale nel settore. Il ricercatore supporterà la produzione di piani scientifici e tecnici per massimizzare l'efficienza del programma delle attività e lo sviluppo di strategie per la tutela della proprietà intellettuale. Infine, il ricercatore parteciperà attivamente alle attività di formazione e supervisione di studenti relativamente agli aspetti teorici e pratici della sintesi di nanomateriali mediante plasmi termici.

**OBJETIVES:** The researcher will publish relevant results of the project in peer-reviewed journals and international conferences in the field of industrial applications of plasmas, modeling of nanomaterial synthesis, nanomaterial production processes. The researcher will develop computational models beyond the state-of-the-art to support the optimisation and scale-up of ICP systems for nanoparticle synthesis, strengthening the leading role of the research group for Industrial Application of Plasmas of the Department of Industrial Engineering in this field. The researcher will also support the development of scientific/technical plans to maximize the effectiveness of the work programme delivery and of strategies for the protection of intellectual property and foregrounds. Finally, the researcher is expected to actively participate in training and supervision of graduate and undergraduate students on theoretical and practical aspects of thermal plasma synthesis of nanomaterials.

## PROGETTO 2

**TITOLO:** Comprensione dei fenomeni fondamentali nella sintesi di rame nanometrico per sistemi di stampa attraverso simulazioni orientate alla ottimizzazione del processo assistito da plasma ad accoppiamento induttivo

**TITLE:** Fundamental understanding of the synthesis of nanocopper for printed devices through design oriented modelling of inductively coupled plasma processes

**DESCRIZIONE:** Le attività riguarderanno la comprensione e la previsione, mediante design oriented modelling, del ruolo e dell'effetto dei parametri operativi più significativi per la sintesi di nanoparticelle di rame mediante plasma ad accoppiamento induttivo, al fine di aumentare la conoscenza della fisica del processo e supportarne lo scale-up. Le attività comprenderanno: continue indagini di letteratura per raccogliere informazioni sui requisiti dei materiali, processi di produzione e modelli per la sintesi di nanoparticelle; sviluppo di un modello multi-scala che accoppi la termo-fluido-dinamica del plasma sulla scala del continuo con un modello mesoscopico per la sintesi di nanoparticelle; identificazione e comprensione dei parametri operativi che influenzano i meccanismi di nucleazione e crescita delle nanoparticelle; protezione della proprietà intellettuale e disseminazione dei risultati generati durante il progetto; supporto nella pianificazione delle attività scientifiche e tecniche.

**DESCRIPTION:** The activities will be focused on the understanding and prediction, by means of design oriented modelling, of the role and effect of the most important operating parameters in the Inductively Coupled Plasma (ICP) synthesis of copper nanoparticles, in order to increase the comprehension of the process physics and provide useful insights to support process scale-up. The activities will include: literature surveys to gather information on latest developments regarding material requirements, production processes and nanoparticle synthesis modeling; development of a multi-scale model coupling plasma thermo-fluid-dynamics at continuum scale with a mesoscopic model for nanoparticle synthesis; identification and understanding of operating parameters affecting nucleation and growth mechanisms, as a fundamental step to control nanoparticle properties in ICP synthesis; protection of intellectual property and dissemination activities; development of action plans for scientific and technical tasks.

**OBBIETTIVI DI PRODUTTIVITÀ SCIENTIFICA:** Il ricercatore si occuperà della pubblicazione dei risultati ottenuti su riviste e conferenze internazionali intersecanti le tematiche delle applicazioni industriali dei plasmi, della modellazione dei processi di sintesi e dei processi di produzione di nanomateriali. Sono attesi significativi avanzamenti rispetto allo stato dell'arte nella modellazione

fisico-matematica e computazionale dei processi di sintesi di nanoparticelle, che contribuiranno a rafforzare il ruolo del gruppo di ricerca per le Applicazioni Industriali dei Plasmi del Dipartimento di Ingegneria Industriale nel settore. Il ricercatore supporterà la produzione di piani scientifici e tecnici per massimizzare l'efficienza del programma delle attività e lo sviluppo di strategie per la tutela della proprietà intellettuale. Infine, il ricercatore parteciperà attivamente alle attività di formazione e supervisione di studenti relativamente agli aspetti teorici e pratici della sintesi di nanomateriali mediante plasmi termici.

**OBJETIVES:** The researcher will publish relevant results of the project in peer-reviewed journals and international conferences in the field of industrial applications of plasmas, modeling of nanomaterial synthesis, nanomaterial production processes. A significant progress beyond the state-of-the-art is expected in terms of physical-mathematical and computational modeling of inductively coupled plasma synthesis processes, which will strengthen the leading role of the research group for Industrial Application of Plasmas of the Department of Industrial Engineering in this field. The researcher will also support the development of scientific/technical plans to maximize the effectiveness of the work programme delivery and of strategies for the protection of intellectual property and foregrounds. Finally, the researcher is expected to actively participate in training and supervision of graduate and undergraduate students on theoretical and practical aspects of thermal plasma synthesis of nanomaterials.