



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

La sottoscritta Manuela Scarselli qualifica associato di Fisica Sperimentale della Materia afferente al Dipartimento di FISICA Corridoio C0- Interno 4532, email: manuela.scarselli@roma2.infn.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: FISICA

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: \_\_\_\_\_

Persona di Riferimento: \_\_\_\_\_ Telefono \_\_\_\_\_

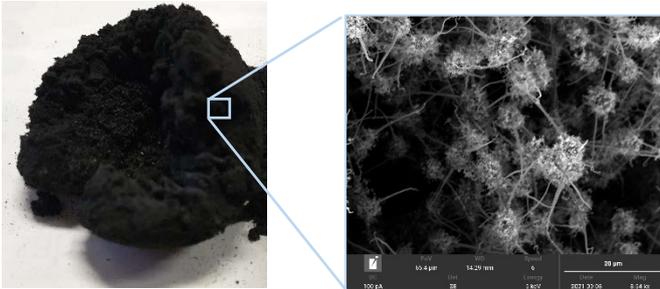
Email \_\_\_\_\_

**Fondi di ricerca dipartimentali**

**Progetto di Ricerca**

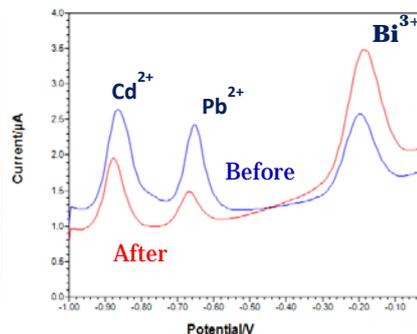
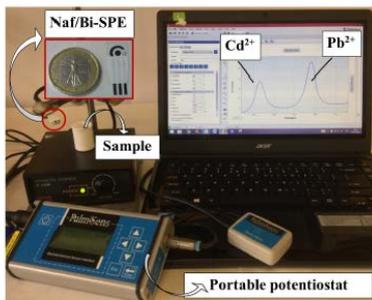
Descrizione: Negli ultimi decenni, la quantità di inquinanti nelle acque superficiali è aumentata drasticamente, causando effetti dannosi sulla salute umana e sull' ambientale. Tra gli inquinanti emergenti, i metalli pesanti (HM), inclusi Hg, Cd, o anche altri metalli pesanti quali Pb e As hanno un enorme impatto sull'ecosistema acquatico a causa della loro tossicità e della loro elevata persistenza [1]. Per affrontare e sconfiggere il problema dell'inquinamento è necessaria una combinazione di approcci per il monitoraggio e il trattamento delle acque dolci superficiali, per aumentare l'accesso a "clean water" in accordo con il 6° obiettivo della nuova Agenda per lo sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite (Agenda 2030). La Fisica della Materia ha contribuito in questo ambito di ricerca producendo molti materiali artificiali a base di Carbonio utilizzati come adsorbenti di inquinanti delle acque. Questi includono carbone attivo, materiali polimerici e nanotubi di carbonio (CNT) [2]. Questi ultimi mostrano una capacità di adsorbimento superiore per applicazioni di bonifica rispetto agli altri, grazie a: i) le loro superiori proprietà fisico-chimiche, ii) l'ampia superficie, iii) la possibilità di modificare la superficie con un ampio spettro di gruppi funzionali per scopi mirati. Il gruppo di ricerca del dipartimento di fisica (unità di Fisica) produce un materiale tridimensionale complesso costituito da CNT seguendo un particolare processo di sintesi da fase vapore (CVD) in cui la disposizione dei CNT è completamente casuale e il materiale finale altamente poroso e superleggero, come mostrato nella figura di seguito [3]. Per tali proprietà viene definito spugna

CNT (SC). Il materiale è stato sperimentato come elemento filtrante per acque contaminate [4] e risulta avere notevoli proprietà elastiche ed elettriche [5]. Il costo di produzione è ridotto e i materiali precursori utilizzati per la sintesi sono tutti a basso impatto ambientale.



Sinistra: Foto di un campione di spugne-CNT. Destra: immagine al microscopio elettronico SEM della struttura interna costituita da nanotubi di carbonio (CNT).

Studi preliminari condotti in collaborazione con il gruppo di ricerca diretto dalla prof.ssa Fabiana Arduini del Dipartimento di Scienze e Tecnologie Chimiche (unità di Chimica) di questa università hanno suggerito la capacità di bonifica da parte delle spugne-CNT di acqua potabile addizionata con Cd e Pb. In particolare, sono stati analizzati campioni di acqua e la quantità di Cd e Pb riscontrata è risultata inferiore al limite di rilevabilità del metodo analitico utilizzato (inferiore a 10 ppb). L'acqua è stata quindi addizionata con concentrazioni note di Pb e Cd (60 ppb) ed è stata filtrata con SC, osservando una diminuzione di Pb e Cd rispettivamente del 48% e del 42% dopo 10 minuti di tempo di contatto tra spugna e acqua inquinata. [Dati non pubblicati]



Sinistra: Set-up di misura sviluppato dal gruppo Chimica. Destra: Spettro di misura per tre elementi contaminanti (Cd e Pb) prima e dopo la filtrazione con SC.

Per valutare l'efficacia della capacità verso un contaminante dell'acqua, la tecnica analitica e cioè la spettrometria di massa al plasma accoppiato induttivamente (ICP-MS) è la più utilizzata. Tuttavia, richiede strumentazione costosa e personale qualificato, mentre l'analisi di stripping elettrochimico è stata ampiamente riconosciuta come una tecnica potente per la determinazione dell'inquinante a livelli di tracce e ultra-tracce [6]. Recentemente il gruppo di ricerca dell'unità di Chimica ha sviluppato sensori stampati per la misura di metalli pesanti anche per valutare le capacità filtranti di acque dolci utilizzando come sistema filtrante la Lemna Minor, dimostrando la loro idoneità non solo per la misura come sistema di allarme ma anche per valutare le capacità filtranti [8]. Gli incoraggianti risultati preliminari ottenuti sono alla base dell'ideazione di un progetto di tesi di dottorato che ho scopo di proseguire in modo approfondito tali studi, al fine di sviluppare un sistema sostenibile di trattamento acqua contaminata da metalli pesanti integrato con un sistema in continuo di analisi in grado di valutare l'efficienza e l'esaurimento del filtro.

**Attività previste:** Il piano di lavoro di fortemente interdisciplinare coinvolgerà i gruppi di ricerca dei dipartimenti di Fisica e Scienze e Tecnologie Chimiche.

*Fase 1- Crescita e caratterizzazione di campioni di spugne-CNT (SC) (unità di Fisica). Durata prevista (10 mesi)*

*Fase 1.1- Crescita mediante deposizione da fase vapore (CVD) di campioni di spugne-cnt (SC). La crescita dei campioni di SC mediante CVD avverrà utilizzando un processo di crescita in cui una soluzione*



contenente un catalizzatore (ferro) e un difettante (cloro) viene nebulizzata all'interno di una zona ad alta temperatura (750°C) con l'aiuto di argon (gas trasportatore) e acetilene (precursore di carbonio). Verranno studiati i parametri di crescita al fine di ottenere campioni di SC di caratteristiche differenti. (Mesi 6)

*Fase 1.2- Caratterizzazione strutturale e morfologica dei campioni (unità Fisica).*

Le SC verranno analizzate strutturalmente mediante microscopia AFM e SEM e verrà anche fatta un'analisi composizionale mediante spettroscopia XPS e Raman (Mesi 4)

*Fase 2- Sviluppo del sistema analitico per valutare la capacità di filtrazione delle spugne-CNT (Mesi 1-24)*

*Fase 2.1 Sviluppo di un sistema di analisi con continuo per la misura di Hg, Cd, As, e Pb e (Mesi 15)*

Produzione degli elettrodi stampato modificati con materiali *environmentally friendly* come il bismuto e le nanoparticelle di oro, evitando l'impiego del mercurio solitamente utilizzato per le misure elettrochimiche. Integrazioni dei sensori in un sistema in flusso e valutazione delle loro prestazioni analitiche in soluzione standard e acqua di superficie.

*Fase 2.2 Sviluppo di un filtro stampato in 3D al fine di allocare le spugne-CNT ed inserirlo nel sistema in flusso per valutare la capacità filtrante (Mesi 15-24) Unità di Chimica*

Sarà prodotto un filtro utilizzando la stampante 3D Form Lab dell'Unità di Chimica per allocare le spugne-CNT e valutare la loro capacità di filtrazione testato i metalli selezionati (Hg, Cd, As, e Pb) singolarmente a diversi livelli e come miscele degli stessi mediante uno studio sistematico

*Fase 3. Scalabilità del sistema di trattamento acqua in collaborazione con l'azienda Etratron DS (Mesi 18-36) Tutte le unità.* Studio della quantità di spugne-CNT e forma del filtro per sviluppare un filtro scalabile industrialmente in collaborazione con Etratron DS. Studio del sistema in flusso per la misura dei metalli pesanti integrato con il filtro sviluppato con Etratron DS.

**Obiettivi formativi:** Lo studente durante la prima fase del lavoro di dottorato avrà l'opportunità di interagire con esperti del mondo accademico e di quello industriale. Utilizzerà tecniche sperimentali di caratterizzazione dei materiali a cui seguirà una fase di attività presso i laboratori del gruppo di ricerca di Chimica in cui eseguirà le prove di validazione della capacità delle SC a filtrare le acque contaminate. Le conoscenze acquisite contribuiranno ad stabilire una diretta connessione fra Educazione, Ricerca e Innovazione. L'attività presso l'impresa interessata al progetto consentirà al dottorando di avere un primo contatto con l'ambiente di lavoro esterno a quello universitario. Non è esclusa una ricaduta diretta nel mondo del lavoro.

**Attinenza del progetto all'area indicata:** Il nostro pianeta possiede sufficiente acqua potabile sicura ed economica per tutti. Entro il 2050 è probabile che almeno una persona su quattro sia colpita da carenza duratura o ricorrente di acqua potabile. La carenza e la scarsa qualità dell'acqua hanno un impatto negativo sulla popolazione e sugli ecosistemi. Il presente progetto di dottorato aderisce alle richieste dell'agenda 2030 dell'ONU e si prefigge di sviluppare un prototipo di filtro per ridurre l'inquinamento e il rilascio di prodotti chimici e scorie pericolose nelle acque superficiali.

**Risultati attesi:** Se il progetto raggiungerà gli obiettivi al termine dei tre anni avremo un sistema per il trattamento di acque dolci contaminate da metalli pesanti integrato con un sistema analitico che verifichi l'efficienza di filtrazione e controlli la vita del filtro evitando di dismettere filtri che hanno ancora capacità filtrante.

**Azienda in cui si prevede di far svolgere il periodo obbligatorio previsto dal Decreto Ministeriale:** Etratron DS - S.p.A. (www.etratronds.com) Sede: Via Dei Ranuncoli, 53 - 00134 Roma- Italia. La Etratron DS è un'azienda internazionale con sedi sparse nel mondo. Il suo campo di attività riguarda il trattamento delle acque, i sistemi di correzione del pH e della disinfezione nelle acque in piscina, nella depurazione, nei processi chimici, nella fertirrigazione, nella detergenza industriale e in moltissimi altri campi.



#### Bibliografia

1. <https://unric.org/it/obiettivo-6-garantire-a-tutti-la-disponibilita-e-la-gestione-sostenibile-dellacqua-e-delle-strutture-igienico-sanitarie/>
2. R. Kumar et al., Application of Carbon Nanotubes in Heavy Metals Remediation, Crit. Rev. Env. Sci. Technol. 44 (2014) 1000.
3. M. Scarselli, et al., Applications of three-dimensional carbon nanotube networks, Beilstein J. Nanotechnol. 6 (20 15) 792.
4. L. Camilli, M. Scarselli, et al., A three-dimensional carbon nanotube network for water treatment, Nanotechnol. 25 (2014) 065701.
5. L. Camilli, M. Scarselli, et al., Pressure-dependent electrical conductivity of freestanding three-dimensional carbon nanotube network. App. Phys. Lett. 102 (2013) 183117.
6. F. Arduini, et al., Bismuth-modified electrodes for lead detection. Trends in Analytical Chemistry, 29 (2010) 1295.
7. D. Neagu, F. Arduini, J. Calvo Quintana, P. Di Cori, C. Forni, D. Moscone. Disposable Electrochemical Sensor to Evaluate the Phytoremediation of the Aquatic Plant Lemna minor L. toward Pb<sup>2+</sup> and/or Cd<sup>2+</sup> Env. Science & Technology 48 (2014) 7477.

**Firma**