

Scheda di Programma

Per l'attivazione nell'ambito del Corso di Dottorato di ricerca in [Advanced Catalytic Processes for Using Renewable Energy Sources \(ACCESS\)](#) del seguente Programma di ricerca, a valere sulle risorse di cui al DM n. 351/2022, relativamente alla seguente Misura:

M4C1- Inv. 3.4 "Didattica e competenze universitarie avanzate" → **Dottorati dedicati alle transizioni digitali e ambientali.**

M4C1- Inv. 4.1 "Estensione del numero di dottorati di ricerca e dottorati innovativi per la pubblica amministrazione e il patrimonio culturale". In particolare:

Dottorati PNRR

Dottorati per la Pubblica Amministrazione

(selezionare l'area/le aree CUN di riferimento del programma tra quelle di seguito indicate)

- Area 09 – Ingegneria industriale e dell'informazione
- Area 11 – Scienze storiche, filosofiche, pedagogiche e psicologiche
- Area 12 – Scienze giuridiche
- Area 13 – Scienze economiche e statistiche
- Area 14 – Scienze politiche e sociali

Dottorati per il patrimonio culturale

(selezionare l'area/le aree disciplinare/i e la tematica del programma tra quelle di seguito indicate)

- culturali
- Area 01 – Scienze matematiche e informatiche **Tematica** – Informatica, patrimonio e beni culturali
 - Area 02 – Scienze Fisiche **Tematica** – Fisica applicata al patrimonio culturale e ai beni culturali
 - Area 03 – Scienze chimiche **Tematica** – Chimica, ambiente, patrimonio e beni culturali
 - Area 04 Scienze della Terra **Tematica** – Georisorse minerarie per l'ambiente, il patrimonio e i beni culturali
 - Area 05 Scienze Biologiche **Tematica** - Ecologia, patrimonio e beni culturali
 - Area 08 – Ingegneria civile e Architettura **Tematiche** 1) Architettura, ambiente antropizzato, patrimonio e beni culturali 2) Architettura e paesaggio 3) storia dell'architettura; 4) Restauro; 5) Pianificazione e progettazione dell'ambiente antropizzato; 6) Design e progettazione tecnologica dell'architettura
 - Area 10 Scienze dell'antichità, filologico-letterarie e storico -artistiche **Tematiche** 1) Archeologia; 2) Storia dell'arte; 3) Media, patrimonio e beni culturali
 - Area 11 – Scienze storiche, filosofiche, pedagogiche, psicologiche **Tematiche** 1) Biblioteconomia; 2) Archivistica; 3) Storia del patrimonio e dei beni culturali 4) Paleografia; 5) Estetica; 6) Didattica dell'arte; 7) pedagogia dell'Arte
 - Area 12 - Scienze giuridiche **Tematica** Diritto del patrimonio culturale
 - Area 13 - Scienze Economiche e statistiche **Tematiche** 1) Economia della cultura e dell'arte 2) Economia e gestione delle imprese artistiche e culturali; 3) Statistica e Data Analytics per i beni culturali
 - Area 14 Scienze Politiche e sociali **Tematiche** 1) Sociologia dei beni culturali 2) sociologia dell'ambiente e del territorio



❖ **Titolo del Programma di ricerca:** Sviluppo di dispositivi ed elettrodi per lo stoccaggio diretto di energia solare in vettori energetici

❖ **Descrizione** (MAX 5000 CARATTERI SPAZI ESCLUSI):

L'obiettivo del Dottorato è lo sviluppo delle basi scientifico-tecnologiche per una tecnologia innovativa per la conversione diretta (in un unico stadio senza produzione intermedia di H₂) di energia rinnovabile in energia chimica. I vettori energetici, definiti anche efuels o combustibili solari, sono un elemento necessario nella filiera di sviluppo dell'energia rinnovabile e la sostituzione dei combustibili fossili per arrivare all'obiettivo di emissioni nette zero (NZE) di gas ad effetto serra, in quanto sono necessari per i) mitigare la dipendenza dalle fluttuazioni temporali nella produzione di energia rinnovabile, ii) permettere un bilanciamento geografico tra domanda e produzione, iii) ridurre le emissioni di CO₂ nei settori industriali intensivi dal punto di vista energetico, ove l'utilizzo diretto di energia rinnovabile non risulta possibile. Lo sviluppo di tecnologie efficienti per la produzione di questi vettori energetici è quindi necessario per realizzare la transizione verso NZE nel 2050 come fissato a livello europeo.

I processi attuali per la produzione di questi vettori energetici (indicati con il termine power-to-X, PtX) sono multistadio e non efficienti. Inoltre i costi, anche considerando i possibili sviluppi fino al 2050, risultano troppo elevati. Risulta quindi necessario lo sviluppo della nuova generazione di processi che superino i limiti intrinseci della tecnologia PtX. L'obiettivo dello studio è lo sviluppo di un dispositivo integrato, e degli elettrodi necessari, per la conversione efficiente diretta elettrocatalitica della CO₂ da emissioni (eliminando la necessità di una sua cattura e separazione che aumenta drasticamente i costi) in vettori energetici quali CH₄ o CH₃OH.

Gli aspetti innovativi della tecnologia proposta riguardano i) la possibilità ad operare direttamente con soluzioni diluite di CO₂, attraverso lo sviluppo di membrane innovative integrate nel dispositivo elettrocatalitico, capaci di aumentare la concentrazione effettiva di CO₂ alla superficie dell'elettrocatalizzatore, ii) lo sviluppo di mediatori redox allo stato solido all'anodo che permettano di disaccoppiare le reazioni anodiche e catodiche, sostituendo il processo anodico di evoluzione di ossigeno con un ciclo di reazione che aumentino l'efficienza e la velocità del processo, iii) lo sviluppo di un dispositivo integrato che catturi CO₂ e la converta a vettori energetici quali CH₄ o CH₃OH usando energia solare ed acqua. L'obiettivo generale è lo sviluppo delle conoscenze per una tecnologia che converta CO₂ a vettori energetici con costi minori e minore carbon footprint rispetto ai processi attuali in sviluppo PtX. Questa tecnologia è adatta per una produzione distribuita e/o remota di questi vettori energetici.

Il Dottorato è perfettamente coerente con i Dottorati PNRR, in quanto la tematica della produzione di vettori energetici a basso costo e carbon footprint è tra quelle prioritarie presenti nel PNRR per il miglioramento della sostenibilità ambientale, la riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra e relativo impatto sui cambiamenti climatici, lo sviluppo di tecnologie sostenibili per un miglioramento dell'integrazione con le risorse del territorio che ne aumentino la resilienza.

Le attività previste per il Dottorando sono in relazione allo sviluppo delle conoscenze fondamentali per la dimostrazione della fattibilità (proof-of-the-concept - PoC) della tecnologia. Saranno quindi centrate sui seguenti aspetti: i) sintesi, caratterizzazione e valutazione dei elettrodi ed elettrocatalizzatori per la riduzione selettiva della CO₂, ii) sviluppo di anodi rigenerabili tipo Ni(OH)₂ supportato che agiscano da dispositivi di accumulo redox, e permettano il miglioramento nell'efficienza e velocità del processo di riduzione della CO₂, iii) sviluppo di membrane per poter operare i dispositivi in presenza di emissioni diluite di CO₂, iv) sviluppo di un dispositivo per il PoC della tecnologia e valutazione preliminare in termini di costo ed emissioni di CO₂ rispetto a produzione multistep tipo PtX.

L'attività principale del Dottorando sarà presso il Laboratorio CASPE (Catalysis for Sustainable Production and Energy) dell'Università di Messina, che sarà integrata da due periodi di formazione del Dottorando, uno all'estero (6 mesi) presso la IRCELYON (Francia) per un miglioramento delle conoscenze relative alle membrane per concentrazione di CO₂ sulla superficie dell'elettrocatalizzatore, ed uno presso il centro di ricerca CNR (specificatamente l'Istituto ITAE di Tecnologie Avanzate per l'Energia "N. Giordano"; 6 mesi) per lo sviluppo e scale-up dei dispositivi di stoccaggio elettrocatalitico.

L'attività di disseminazione e comunicazione dei risultati sarà nell'ottica di una valorizzazione dei risultati della ricerca e della tutela della proprietà intellettuale che assicuri accesso aperto al pubblico, ai risultati della ricerca e ai relativi dati nel minor tempo e con il minor numero di limitazioni possibile, secondo i principi "Open science" e "Fair data".

❖ **PERIODO IN IMPRESA – CENTRI DI RICERCA – P.A.:**

Il Programma di ricerca sarà svolto in collaborazione con il seguente soggetto:

Ragione sociale: Consiglio Nazionale Delle Ricerche

Sede legale: Roma, Piazzale Aldo Moro n. 7, cap. 00185

Rappresentante legale: Emilio Fortunato (Delegato del Presidente CNR)

L'ente sopra citato ospiterà il dottorando beneficiario della borsa finanziata sulle risorse del DM 351/2022 per n. 6 mesi (**min 6 max 12**) nel corso del dottorato.

❖ **PERIODO ALL'ESTERO:**

Il Programma di ricerca prevede un periodo all'estero di n. 6 mesi (**min 6 max 18**) presso la seguente istituzione:

IRCELYON (Institut de recherches sur la catalyse et l'environnement), Lione (Francia)

Si dichiara inoltre che il presente programma è conforme al principio "di non arrecare un danno significativo" (DHS) ai sensi dell'art. 17 del regolamento (UE) 2020/852 in coerenza con gli orientamenti tecnici predisposti dalla Commissione Europea (Comunicazione della Commissione Europea 2021/C58/01) e garantisce il rispetto dei principi orizzontali del PNRR (contributo all'obiettivo climatico e digitale c.d. tagging, il principio della parità di genere e l'obbligo di protezione e valorizzazione dei giovani).

