

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

Il sottoscritto Giulia Costa, qualifica associato, afferente al Dipartimento di Ingegneria Civile e Ingegneria Informatica, Interno 7007, email [costa@ing.uniroma2.it](mailto:costa@ing.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: Ingegneria Civile 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: A2A Ambiente

Persona di Riferimento: dott.ssa Claudia Mensi, Telefono: 0382 9221

Email: [claudia.mensi@a2a.eu](mailto:claudia.mensi@a2a.eu)

- Fondi di ricerca dipartimentali

**Progetto di Ricerca:** Emissioni di anidride carbonica da impianti di termovalorizzazione di rifiuti: valutazione e applicazione di metodologie per la quantificazione della frazione biogenica e di trattamenti di cattura, stoccaggio e/o utilizzo

Descrizione del Progetto:

La termovalorizzazione è una tecnologia consolidata per la gestione dei rifiuti urbani residui dalla raccolta differenziata in Europa, con circa 500 impianti attualmente in funzione, che trattano oltre 100 milioni di tonnellate di rifiuti all'anno. L'utilizzo di questa tecnologia permette di igienizzare rifiuti non riciclabili e di recuperare parte del loro contenuto energetico per produrre energia elettrica e calore da distribuire mediante teleriscaldamento. Le attuali tecnologie di trattamento dei fumi di combustione consentono di ottenere al camino concentrazioni di potenziali inquinanti quali particolato, gas acidi, NOx, metalli pesanti e diossine ben inferiori ai limiti stringenti imposti. Tali impianti forniscono tuttavia un contributo alle emissioni di gas ad effetto serra legato al contenuto di carbonio di origine fossile presente in alcune frazioni dei rifiuti trattati, quali in particolare plastiche e fibre sintetiche, che viene rilasciato in atmosfera come anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) dopo il processo di combustione. Bisogna considerare però che il recupero energetico dell'impianto comporta delle emissioni evitate di gas serra legate alla parziale sostituzione di fonti fossili, sebbene l'incremento della quota di energia rinnovabile nel mix energetico comporterà una riduzione indiretta delle emissioni di CO<sub>2</sub> legate al processo di termovalorizzazione.

Appare quindi di grande interesse, in considerazione dell'esigenza sempre più pressante di ridurre le emissioni di gas serra in atmosfera come azione di mitigazione dei cambiamenti climatici, l'adozione di tecnologie di cattura, stoccaggio e/o utilizzo che permettono di separare la CO<sub>2</sub> dai fumi di combustione per stoccarla in formazioni geologiche o sotto forma di prodotto solido, oppure per utilizzare il carbonio recuperato per la produzione di composti chimici e combustibili quali ad esempio metano e metanolo, o per altre applicazioni. Dato il contenuto significativo di carbonio di origine biogenica dei rifiuti trattati negli impianti di incenerimento, l'applicazione di processi di cattura e stoccaggio per trattare i fumi di questi impianti potrebbero portare una riduzione della concentrazione di CO<sub>2</sub> in atmosfera (emissioni negative), trattando un flusso molto più concentrato di anidride carbonica (fumi) rispetto all'atmosfera. Va però considerato che l'applicazione di queste tecnologie presenta significative richieste energetiche in funzione del tipo di processo impiegato e del prodotto generato e quindi può ridurre l'entità del recupero energetico ottenuto nell'impianto di incenerimento rifiuti. L'applicazione di queste tecnologie in impianti di incenerimento è ancora molto limitata. In Giappone in un impianto di incenerimento è stato inserito un impianto di cattura per coltivare alghe da utilizzare nell'industria cosmetica, mentre in Olanda un altro impianto effettua la cattura della CO<sub>2</sub> per produrre carbonati da utilizzare nei processi di trattamento fumi.

Il progetto di ricerca proposto ha per oggetto lo studio e l'applicazione di processi di cattura, stoccaggio e/o utilizzo della CO<sub>2</sub> in impianti di incenerimento rifiuti, facendo specifico riferimento ad alcuni dei principali impianti operanti attualmente in Italia e alle caratteristiche dei rifiuti che trattano. Gli aspetti indagati includeranno la valutazione dei vantaggi conseguibili in termini delle riduzioni nette delle emissioni di gas serra, e la sostenibilità dei processi proposti, anche in termini del recupero energetico conseguibile dall'impianto. Saranno condotte quindi sia analisi di tipo sperimentale per testare i processi proposti a scala di laboratorio, sia valutazioni modellistiche per stimare i requisiti energetici dei processi analizzati e le emissioni risultanti di CO<sub>2</sub> e di altri potenziali contaminanti, oltre ad un'analisi economica di alcune delle configurazioni individuate. Al fine di poter correttamente valutare l'entità delle riduzioni nette delle emissioni di CO<sub>2</sub> conseguibili, risulta necessario effettuare anche uno studio relativamente alla metodologia da adottare per l'analisi e la stima della frazione biogenica delle emissioni di CO<sub>2</sub> che dipendono dalla composizione merceologica del rifiuto che varia sia stagionalmente, che in funzione delle strategie di raccolta differenziata attuate nelle aree di produzione dei rifiuti. Anche in questo caso saranno effettuate sia attività sperimentali per testare metodiche selezionate, che analisi modellistiche per ricavare indici di emissione relativi a specifiche frazioni merceologiche sulla base di bilanci di massa.

Obiettivi formativi: il dottore di ricerca acquisirà competenze nello sviluppo di un progetto di ricerca con importanti ricadute applicative nel campo della gestione dei rifiuti solidi, ma anche del controllo e della riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra. Nello specifico, saranno acquisite conoscenze tecnico-specialistiche e professionalità inerenti l'analisi e la modellazione delle emissioni di anidride carbonica da processi di incenerimento di rifiuti e la loro speciazione in frazione biogenica e fossile, oltreché la progettazione e implementazione di processi di cattura, sequestro e utilizzo della CO<sub>2</sub>, sia da un punto di vista sperimentale che modellistico.

Più in generale, il percorso formativo proposto permetterà al dottore di ricerca di acquisire una preparazione specialistica e culturale adeguata per poter contribuire efficacemente allo sviluppo dell'ingegneria ambientale, con l'assunzione di incarichi di alta professionalità. Per conseguire questi

obiettivi, al dottorando sarà data la possibilità effettuare periodi di attività di ricerca presso istituzioni di ricerca estere altamente qualificate, oltre al periodo di studio e ricerca che sarà svolto presso impianti di incenerimento rifiuti e/o i laboratori di A2A Ambiente.

Attività previste: Il progetto di ricerca proposto si articola in una serie di fasi sequenziali. In particolare, durante la prima fase verrà condotta un'analisi bibliografica concernente sia le metodologie applicabili per l'analisi e la stima della frazione biogenica delle emissioni di CO<sub>2</sub> generate dagli impianti di incenerimento rifiuti, che l'applicazione tecniche di cattura, stoccaggio e/o utilizzo della CO<sub>2</sub> in questa tipologia di impianto.

Durante la seconda fase saranno condotte sia attività sperimentali che modellistiche relativamente alla stima della frazione biogenica delle emissioni di CO<sub>2</sub> da impianti di incenerimento rifiuti, testando e confrontando tecniche basate sull'analisi merceologica, dissoluzione preferenziale, analisi del carbonio 14 e metodi basati sul bilancio di massa, applicati nei primi due casi ai rifiuti alimentati all'impianto e negli altri due direttamente ai fumi di combustione. Tali valutazioni saranno effettuate utilizzando dati di impianto forniti o raccolti in collaborazione con A2A Ambiente.

Durante la terza fase saranno selezionati alcune specifiche tecnologie di cattura, stoccaggio e/o utilizzo della CO<sub>2</sub> da testare a scala di laboratorio. Nell'ottica di favorire lo sviluppo di processi circolari, saranno selezionati in particolare processi che permettono di utilizzare e/o valorizzare residui presenti negli impianti di incenerimento o che possono dar luogo ad un prodotto che può essere reimpiegato nell'impianto stesso. I risultati ottenuti dalla fase sperimentale saranno impiegati per effettuare un'analisi di fattibilità preliminare dell'applicabilità tecnico-economica della sua implementazione in un impianto di incenerimento rifiuti. Sarà inoltre analizzata la sostenibilità complessiva di un tale progetto e le sue ricadute in vari ambiti, oltre alla valutazione delle riduzioni nette delle emissioni di CO<sub>2</sub> conseguibili, mediante l'utilizzo di strumenti di valutazione quale l'analisi di ciclo di vita. Anche durante questa fase è prevista una stretta collaborazione con A2A relativamente ai parametri di processo, consumi energetici e altre ipotesi da assumere nell'analisi di fattibilità e sostenibilità.

Attinenza del progetto all'area indicata: Le conoscenze e competenze acquisite durante il progetto permetteranno di migliorare la quantificazione e la gestione delle emissioni di gas serra da impianti di incenerimento rifiuti, contribuendo potenzialmente alla mitigazione dei cambiamenti climatici. Il progetto di ricerca proposto ha rilevanti ricadute scientifiche e applicative, ma anche sociali ed economiche, considerando il possibile miglioramento conseguibile in termini di sostenibilità dei processi di gestione e trattamento dei rifiuti, e anche relativamente ai prodotti che possono essere fabbricati a partire dalla CO<sub>2</sub> catturata dai fumi degli impianti di incenerimento rifiuti.

Risultati attesi: Per quanto concerne la prima fase del progetto, il principale risultato atteso è uno studio bibliografico relativo alle principali metodologie di stima ed analisi della frazione biogenica delle emissioni di CO<sub>2</sub> da impianti di incenerimento rifiuti, e all'applicazione di tecniche di cattura, stoccaggio e/o utilizzo in tali impianti. Durante la seconda fase del progetto, i risultati delle attività sperimentali e modellistiche condotte con dati di impianto permetteranno di individuare e sviluppare la metodologia di



stima della frazione biogenica delle emissioni di CO<sub>2</sub> più idonea da impiegare negli impianti di incenerimento rifiuti. Il principale risultato atteso durante la seconda fase del progetto è l'individuazione di tecnologie di cattura, stoccaggio e/o utilizzo della CO<sub>2</sub> applicabili in un impianto di incenerimento rifiuti sulla base delle analisi sperimentali, di fattibilità tecnico-economica e di sostenibilità condotte. I risultati delle attività di ricerca effettuate durante il progetto saranno presentati e discussi in articoli scientifici che verranno sottomessi alle principali riviste scientifiche di settore.

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: A2A Ambiente

**Firma**