



Borsa di studio attivata ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del 10/08/2021

Titolo del progetto: Sviluppo di processi di trattamento in situ per la bonifica sostenibile di falde acquifere contaminate da PFAS

La borsa sarà attivata sul seguente corso di dottorato accreditato per il XXXVII ciclo:

PROCESSI CHIMICI PER L'INDUSTRIA E PER L'AMBIENTE

Responsabile scientifico: Marco Petrangeli Papini

Area per la quale si presenta la richiesta: GREEN

Numero di mensilità da svolgere in azienda: 6

Numero di mensilità da svolgere all'estero: 6 presso Cranfield University - School of Water, Energy and Environment - UK

Azienda: Golder Associates Srl

Progetto di ricerca:

Le sostanze perfluoroalchiliche e polifluoroalchiliche (PFAS) sono contaminanti ecologicamente persistenti utilizzati in molti prodotti industriali per rendere resistenti ai grassi e all'acqua tessuti, carta, rivestimenti per contenitori di alimenti ma anche per la produzione di pellicole fotografiche, schiume antincendio, detersivi per la casa, articoli militari, rivestimenti non statici e prodotti elettronici.

Molti studi dimostrano che i PFAS hanno effetti sulla riproduzione, ritardano lo sviluppo, possono dare disturbi endocrini, si bioaccumulano e sono possibili agenti cancerogeni. Ci sono diverse linee guida internazionali basate sugli effetti sanitari per i PFAS nelle acque potabili che indicano valori di riferimento per le acque sotterranee da utilizzarsi per uso potabile. Queste linee guida indicano valori che vanno da 70 ng/litro per l'acido perfluoro-ottanoico (PFOA) e le concentrazioni di acido perfluorooctansolfonico (PFOS) e 300-7000 ng/L per i PFAS con atomi di carbonio fra 4 e 7.

La rimozione dei PFAS dall'ambiente al di sotto di queste concentrazioni è particolarmente difficile soprattutto utilizzando i classici metodi di trattamento. Gli impianti di trattamento delle acque reflue e di acqua potabile non rimuovono efficacemente i PFAS a meno che non venga utilizzata l'osmosi inversa, la nanofiltrazione o il carbone attivo, ma i reagenti devono essere spesso sostituiti. Altri metodi di rimozione utilizzano condizioni quali alta temperatura e alta pressione, condizioni che se prolungate nel tempo, risultano estremamente costose. La struttura e le proprietà fisico-chimiche di molti PFAS sono ancora incerte (ad es. le costanti di ripartizione e la solubilità) e rappresentano caratteristiche importanti da valutare per garantire l'efficacia del trattamento. Attualmente, molti studi si concentrano sulla rimozione dei due PFAS più studiati nell'ambiente, PFOS e PFOA. Tuttavia, la maggior parte di questi metodi produce PFAS a catena corta che hanno tossicità sconosciuta.

Tenendo conto che nella maggior parte dei casi di inquinamento da PFAS ci troviamo di fronte a contaminazioni diffuse (vedi contaminazione estesa negli acquiferi in Veneto), che si tratti di acque sotterranee o del suolo, la possibilità di affidarsi a processi accoppiati chimico-fisici e di biodegradazione per l'abbattimento in situ di tali contaminanti appare come un obiettivo particolarmente interessante. Ad oggi, comunque, lo stato di avanzamento nella identificazione di trattamenti in situ di PFOA e PFOS realmente percorribili è relativamente basso e pochi sono i processi già dimostrati ad una scala piena o quantomeno pilota.

Lo scopo della presente ricerca è quindi lo sviluppo di processi accoppiati chimico-fisici e biologici per la bonifica, possibilmente in situ, di falde contaminate da PFAS e PFOS. Verranno in particolare investigate le potenzialità offerte dall'accoppiamento di processi di adsorbimento su materiali adsorbenti di varia natura (da carboni attivi a biochars di

diversa provenienza) e la degradazione biologica assistita. Per le peculiari caratteristiche dei composti in esame la disponibilità di strumentazione analitica avanzata presente al Dipartimento di Chimica (HPLC accoppiato alla rivelazione di massa) risulta un elemento fondamentale per lo svolgimento della ricerca, che trova poi la sua potenziale scalabilità alle situazioni reali nella expertise specifica offerta dal contesto disciplinare del Dottorato in Processi Chimici per l'Industria e per l'Ambiente.

La ricerca verrà fortemente indirizzata allo sviluppo di tecnologie di bonifica applicabili alla scala piena e trarrà un grande supporto dalla collaborazione offerta dalla società Golder Associate Srl, Gruppo internazionale attivo da oltre 50 anni nell'assistenza e consulenza tecnica nel campo delle scienze ambientali e dell'ingegneria geotecnica, leader nel campo della bonifica dei siti inquinati e che ha offerto la disponibilità ad ospitare il dottorando per un periodo di 6 mesi e comunque supportare la ricerca durante tutto il corso del ciclo di dottorato.

Titolo del progetto (inglese): Development of in situ treatment processes for the sustainable remediation of aquifers contaminated by PFAS

Progetto di ricerca (inglese):

Perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances (PFAS) are ecologically persistent contaminants used in many industrial products to make fabrics, paper, coatings for food containers, but also for the production of photographic films, fire-fighting foams, detergents for the home, military items, non-static coatings and electronic products.

Many studies show that PFAS have adverse effects on reproduction, can cause endocrine disorders, bioaccumulate and are possible carcinogens. There are several international guidelines based on health effects for PFAS in drinking water which indicate reference values for groundwater to be used for drinking use. These guidelines indicate values ranging from 70 ng / liter for perfluoro-octanoic acid (PFOA) and perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) concentrations and 300-7000 ng / L for PFAS with carbon atoms between 4 and 7.

The removal of PFAS from the environment below these concentrations is particularly difficult, especially using classical treatment methods. Wastewater and drinking water treatment plants do not effectively remove PFAS unless reverse osmosis, nanofiltration or activated carbon is used, but the reagents often need to be replaced. Other removal methods use conditions, such as high temperature and high pressure, conditions which, if prolonged over time, are extremely expensive. The structure and physicochemical properties of many PFAS are still uncertain (eg the distribution constants and solubility) and represent important characteristics to be evaluated to ensure the effectiveness of the treatment. Currently, many studies focus on removing the two most studied PFAS in the environment, PFOS and PFOA. However, most of these methods produce short-chain PFAS that have unknown toxicity.

Taking into account that in most cases of PFAS pollution we are dealing with widespread contamination (see extensive contamination in the aquifers in Veneto), whether it is groundwater or soil, the possibility of relying on coupled chemical-physical processes and of biodegradation for the in situ abatement of such contaminants appears to be a particularly interesting objective. To date, however, the progress in identifying truly viable PFOA and PFOS in situ treatments is relatively low and few processes have already been demonstrated on a full or at least pilot scale.

The aim of this research is therefore the development of chemical-physical and biological coupled processes for the remediation, possibly in situ, of groundwater contaminated by PFAS and PFOS. In particular, the potential offered by the coupling of adsorption processes on adsorbent materials of various kinds (from activated carbon to biochars of different origins) and assisted biological degradation will be investigated. Due to the peculiar characteristics of the compounds under examination, the availability of advanced analytical instrumentation at the Chemistry Department (HPLC coupled to mass detection) is a fundamental element for carrying out the research, which then finds its potential scalability to real situations in the specific expertise offered by the disciplinary context of the Doctorate in Chemical Processes for Industry and the Environment.

The research will be strongly directed to the development of remediation technologies applicable to the full scale and will get a great support from the collaboration offered by the company Golder Associate Srl, an international group

active for over 50 years in technical assistance and consultancy in the field of environmental sciences and geotechnical engineering, leader in the field of remediation of polluted sites and who offered the availability to host the doctoral student for a period of 6 months and in any case to support research throughout the course of the doctoral cycle.