



PROGETTI UE / EU PROJECTS

LIFE FOUNTAIN, Bonifica dei PFAS nelle acque sotterranee e reflue tramite la tecnologia delle spugne magnetiche / LIFE FOUNTAIN: Remediation of PFAS in groundwater and wastewater via magnetic sponge technology

A cura di A.I.F.M., partner del progetto LIFE FOUNTAIN – www.fountain-project.eu /
Edited by A.I.F.M., partner of the LIFE FOUNTAIN project – www.fountain-project.eu



PER AND POLYFLUORINATED ALKYL SUBSTANCES (PFAS) IN GROUNDWATER: WATER TREATMENT FOR INDUSTRIAL USE IN THE SURFACE FINISHING INDUSTRY



Co-funded by the European Union

This project is co-funded by the EU LIFE Programme under GA No. 101074321. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

INTRODUZIONE

Il progetto **LIFE FOUNTAIN**, co-finanziato dall'Unione Europea nell'ambito del Programma LIFE con il GA n. 101074321, è focalizzato specificamente sulla rimozione dei **PFAS, Sostanze Per - e Polifluoroalchiliche**, sia dalle acque sotterranee, sia dai reflui dell'industria dei trattamenti superficiali, un comparto dove queste sostanze sono state storicamente impiegate per le loro proprietà uniche.

I PFAS sono stati a lungo utilizzati nell'industria galvanica come antinebbia e agenti bagnanti e nel trattamento delle superfici per la produzione di rivestimenti antiaderenti.

Se la loro eccellente stabilità chimica, da un lato, li rende sostanze utili e performanti, dall'altro li rende impossibili da degradare per via naturale, provocando così un continuo e severo accumulo nelle matrici acquose e alimentari, fino ad arrivare all'uomo. Il progetto LIFE FOUNTAIN interviene esattamente in questo punto critico. Poiché la natura non è in grado di "smaltire" autonomamente queste molecole, è necessaria una tecnologia ingegneristica d'avanguardia.

Il cuore della strategia di LIFE FOUNTAIN risiede in un processo combinato che punta alla totale eliminazione del problema, superando i limiti dei sistemi di filtrazione tradizionali. L'utilizzo di **Spugne Magnetiche Funzionalizzate** rende possibile la cattura selettiva dei PFAS, mentre un sistema di ossidazione elettrochimica porterà alla decomposizione completa delle molecole di PFAS, trasformandole in sottoprodotti innocui.

Il progetto, il cui consorzio è interamente composto da realtà italiane - comprese **A.I.F.M., Gruppo Gaser (Associato A.I.F.M.)** e il Politecnico di Milano - è iniziato nell'Agosto del 2022 si concluderà a Gennaio 2027. Interessanti risultati sono già stati raggiunti, in questo articolo riportiamo alcuni aggiornamenti.

INTRODUCTION

The **LIFE FOUNTAIN** project, co-funded by the European Union under the LIFE Program (GA No. 101074321), specifically focuses on the removal of PFAS (**Per- and Polyfluoroalkyl Substances**) from both groundwater and wastewater within the surface treatment industry - a sector where these substances have historically been employed for their unique properties.

PFAS have long been used in the electroplating industry as mist suppressants and wetting agents, as well as in surface treatments for the production of non-stick coatings. While their excellent chemical stability makes them highly useful and high-performing substances, it also renders them impossible to degrade naturally. This leads to a continuous and severe accumulation in water and food matrices, eventually reaching humans.

The LIFE FOUNTAIN project intervenes precisely at this critical juncture. Since nature is unable to "dispose of" these molecules autonomously, cutting-edge engineering technology is required.

The core of the LIFE FOUNTAIN strategy lies in a combined process aimed at the total elimination of the problem, overcoming the limitations of traditional filtration systems. The use of **Functionalized Magnetic Sponges** enables the selective capture of PFAS, while an electrochemical oxidation system leads to the complete decomposition of the PFAS molecules, transforming them into harmless by-products.

The project, whose consortium is entirely composed of Italian organizations - including **A.I.F.M., Gruppo Gaser (an A.I.F.M. Member)**, and **Politecnico di Milano** - began in August 2022 and is set to conclude in January 2027. Significant results have already been achieved; in this article, we provide the latest updates.

RIMOZIONE DEI PFAS DALL'ACQUA TRAMITE STRUTTURE METALLO-ORGANICHE MAGNETICHE (MOFs)

Le sostanze Per- e Polifluoroalchiliche (PFAS) sono una classe di composti pericolosi e bioaccumulabili che colpiscono sia l'ambiente sia la salute umana. La minaccia alla sicurezza posta dagli acidi perfluoroalchilici nell'acqua potabile e nel cibo è una preoccupazione crescente, in particolare per quanto riguarda l'acido perfluorooctanoico (PFOA) e l'acido perfluorooctansulfonico (PFOS).

Nell'ultimo decennio sono state sviluppate molte tecniche di degradazione per affrontare questo problema; sfortunatamente, esse presentano lo svantaggio di rilasciare ulteriori molecole tossiche per l'ambiente o PFAS a catena corta (short-PFAS). Sono stati studiati alcuni metodi di adsorbimento, come i filtri a carboni attivi o le resine a scambio ionico, che tuttavia non sono selettivi, si saturano rapidamente o sono costosi.

Le particelle magnetiche funzionalizzate con un rivestimento di **strutture metallo-organiche (MOF)** rappresentano una soluzione innovativa in grado di adsorbire selettivamente i PFAS.

All'interno del Progetto LIFE FOUNTAIN, sono stati sintetizzati MOF a base di zirconio (UiO-66), rame (HKUST) e alluminio (MIL-53), utilizzati per funzionalizzare particelle magnetiche. I MOF magnetici ottenuti sono stati testati per l'adsorbimento di quattro tra i PFAS più diffusi (PFOA, PFOS, PFBA e PFBuS) e hanno mostrato un'elevata capacità di adsorbimento, catturando fino al 99% del PFOA disciolto in acqua, offrendo una soluzione sostenibile ed efficiente alla contaminazione da PFAS.

Gli studi hanno confermato che le polveri magnetiche mostrano elevate efficienze di adsorbimento sia per i PFAS "legacy" (storici) sia per i più insidiosi PFAS a catena corta. L'efficienza rimane elevata anche per adsorbimenti consecutivi. Le polveri magnetiche sono recuperabili con un semplice magnete, senza l'uso di filtri, e la rigenerazione avviene attraverso l'uso di un solvente organico.

Questi significativi risultati iniziali aprono la strada a diverse future direzioni chiave:

- Dimostrazione su scala pilota presso il sito industriale di **Eredi di Bonacina Mario**.
- Depurazione delle acque reflue per raggiungere concentrazioni di PFAS inferiori ai limiti consentiti.

Al momento è in corso l'ampliamento dello spettro dei PFAS oggetto di indagine: le analisi e i test, inizialmente condotti su 13 PFAS, copriranno tutti i 24 PFAS inclusi nell'elenco della "somma di PFAS".

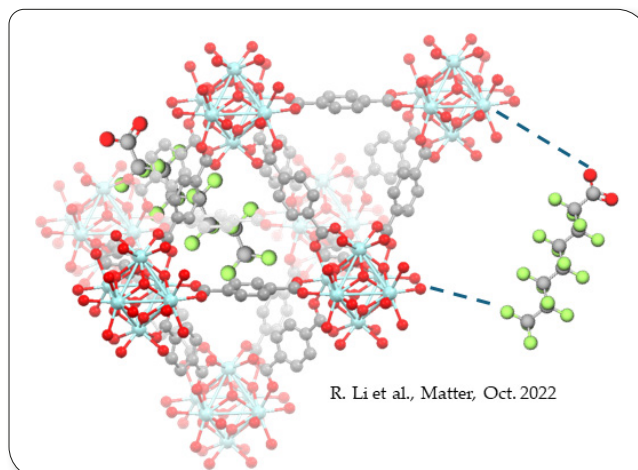
DUE "DELIVERABLE" DI LIFE FOUNTAIN SONO STATI PUBBLICATI ONLINE

I deliverable pubblici dei progetti del Programma LIFE sono report ufficiali che vengono messi a disposizione della collettività per informare il pubblico sulle attività e sui traguardi raggiunti nei vari pacchetti di lavoro (work packages).

I documenti pubblici di LIFE FOUNTAIN saranno resi disponibili nell'area "Documentation" del sito web del progetto. Ad oggi, è possibile scaricare i seguenti documenti.

DELIVERABLE D.1.1 - "Primo report pubblico sui risultati del progetto"

Questo documento rappresenta il primo rapporto ufficiale sui traguardi raggiunti dal progetto LIFE FOUNTAIN.



Struttura molecolare di un Metal-Organic Framework (MOF) basato sullo zirconio, noto come UiO-66, e meccanismo di adsorbimento dei PFAS / Molecular structure of a zirconium-based Metal-Organic Framework (MOF), known as UiO-66, and PFAS adsorption mechanism

PFAS REMOVAL FROM WATER WITH MAGNETIC METALORGANIC FRAMEWORKS (MOFs)

Per- and Polyfluoroalkyl substances (PFAS) are a class of hazardous and bioaccumulative compounds that affect both the environment and human health. The safety threat posed by Perfluoroalkyl acids in drinking water and food is a growing concern, in particular perfluorooctanoic acid (PFOA) and perfluorooctansulfonic acid (PFOS).

Many degradation techniques have been developed in the last decade to address this problem; unfortunately, they have the disadvantage of releasing further environmentally toxic molecules or short-PFAS. Some adsorption methods have been investigated, such as activated carbon or ion exchange resin filters, however they are not selective, saturate quickly or are expensive.

*Magnetic particles functionalized with **metal-organic frameworks (MOF)** coating represent an innovative solution that could selectively adsorb PFAS.*

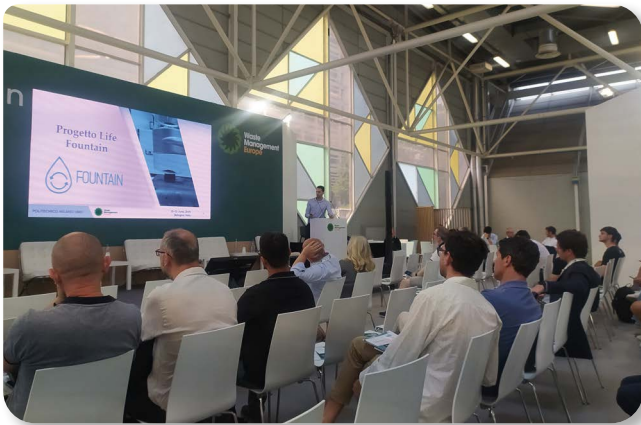
Within the LIFE FOUNTAIN Project, zirconium- (UiO-66), copper- (HKUST) and aluminum- (MIL-53) metal-organic frameworks (MOFs) were synthesized and employed to functionalize magnetic particles. The obtained magnetic MOFs were tested for the adsorption of four among the most diffuse PFAS (PFOA, PFOS, PFBA and PFBuS) and showed a high adsorption capacity, capturing up to 99% of the PFOA dissolved in water, offering a sustainable and efficient solution for PFAS contamination.

The studies confirmed that the magnetic powders show high adsorption efficiencies for both "legacy" PFAS and the more insidious Short-PFAS.

The efficiency is high also for consecutive adsorptions.

The magnetic powders are recoverable with a simple magnet, without the use of filters and the regeneration occurs through the use of an organic solvent.

These strong initial results pave the way for several key future directions:



Il progetto LIFE FOUNTAIN è stato presentato con successo all'edizione 2025 dell'evento WME – Waste Management Europe, la mostra-convegno dedicata alla gestione dei rifiuti e all'economia circolare / The LIFE FOUNTAIN project was successfully presented at the 2025 edition of WME – Waste Management Europe, the exhibition and conference dedicated to waste management and the circular economy

Il report si apre con una panoramica delle problematiche connesse alla contaminazione ambientale da PFAS, con particolare riferimento alle questioni sanitarie e normative.

Il documento descrive inoltre i metodi di purificazione attualmente disponibili, riportandone sia i vantaggi, sia gli svantaggi. Dopo l'analisi degli aspetti generali, il report si focalizza sulla tecnologia innovativa e multidisciplinare proposta dal progetto LIFE FOUNTAIN per eliminare l'impatto negativo dei PFAS riscontrati nelle acque sotterranee e nei cicli di processo dell'industria delle finiture. Vengono specificate le tre fasi dell'approccio LIFE FOUNTAIN (Monitoraggio in situ – Cattura e Decomposizione dei PFAS – Attività dimostrative in siti industriali) e illustrati i risultati finora ottenuti su scala di laboratorio.

DELIVERABLE D.5.6 - "Piano di comunicazione e disseminazione"

Il rapporto delinea il Piano per la Comunicazione e la Disseminazione (C&D) del progetto FOUNTAIN.

Lo scopo di questo documento è presentare la strategia C&D ideata per raggiungere il pubblico più ampio possibile e informare gli stakeholder europei sugli obiettivi e i risultati di LIFE FOUNTAIN. Sintetizza la strategia del consorzio e le azioni concrete intraprese per diffondere e valorizzare il bagaglio di conoscenze generato dal progetto.

Il documento definisce gli obiettivi del piano C&D, la strategia adottata, i destinatari target, i canali e gli strumenti utilizzati per promuovere i risultati e le attività svolte finora.

Il piano sarà aggiornato durante l'intero corso del progetto in collaborazione con tutti i partner, seguendo i requisiti della Commissione Europea (CE).

Nell'ambito di queste attività, il progetto è stato promosso in occasione di numerose fiere commerciali dedicate alla lavorazione dei metalli e alla gestione dei rifiuti. Queste occasioni hanno generato una forte curiosità, catturando l'attenzione di numerosi potenziali partner e garantendo a LIFE FOUNTAIN una visibilità strategica. Questo successo sta aprendo la strada a future collaborazioni con stakeholder internazionali e partner industriali, tutti uniti dall'impegno verso un futuro libero dai PFAS.

- *Pilot-Scale Demonstration at the **Eredi di Bonacina Mario** industrial site.*
- *Wastewater purification to achieve PFAS concentrations lower than the allowed limits.*

At the moment the expansion of PFAS is under investigation: analysis and tests initially conducted with 13 PFAS, will cover all 24 PFAS included in the "sum PFAS list".

TWO LIFE FOUNTAIN DELIVERABLES HAVE BEEN PUBLISHED ONLINE

Public deliverables for LIFE Programme projects are project outcomes that are made publicly available to inform the public about the activities and achievements in the several work packages.

The public deliverables of LIFE FOUNTAIN will be made available in the "Documentation Area" of the project website.

To date, the following deliverables can be downloaded.

DELIVERABLE D.1.1 - "First public report on the accomplishments of the project"

This deliverable is the first accomplishment report for the LIFE FOUNTAIN project.

The report starts with an overview of the issues connected with the PFAS contamination of the environment with reference to health and regulatory concerns.

The document also describes the purification methods available nowadays, reporting both benefits and disadvantages.

After the general aspects, the report focuses on the innovative and multidisciplinary technology proposed by the LIFE FOUNTAIN project to eliminate the negative effect of PFAS found in groundwater streams and in the finishing industry process cycle.

The three phases of the LIFE FOUNTAIN approach (In-situ monitoring - Capture and decomposition of PFAS - Demonstration activities in industrial sites) are specified and the results achieved so far at the lab scale are illustrated.

DELIVERABLE D.5.6 - "Communication and dissemination plan"

The report outlines the Plan for the Communication and Dissemination of the FOUNTAIN project.

The purpose of this deliverable is to present the C&D Plan designed to reach the largest audience possible and to inform EU stakeholders about the LIFE FOUNTAIN project's objectives and results. It summarises the consortium's strategy and concrete actions performed to disseminate and exploit the foreground generated by the project.

The document defines the goals of the C&D plan, the adopted strategy, the target audiences, channels and tools used to disseminate and promote the results and the activities performed so far.

It will be updated during the whole course of the project in collaboration with all the partners and following the requirements of the European Union Commission (EC).

As part of these activities, the project has been promoted at numerous trade fairs dedicated to metalworking and waste management. These events generated significant interest, capturing the attention of many potential industrial partners, securing valuable visibility, and paving the way for future collaborations with international stakeholders and partners committed to a PFAS-free future.

CONCLUSIONE

I progressi di LIFE FOUNTAIN si inseriscono in un panorama normativo sempre più stringente, guidato dalla Direttiva UE 2020/2184 sulle acque potabili e dalla proposta di Restrizione Universale dei PFAS nell'ambito del regolamento REACH. L'obiettivo di LIFE FOUNTAIN non è solo la depurazione, ma la creazione di un modello di gestione idrica circolare. La sfida tecnica è complessa: rimuovere selettivamente i PFAS da matrici acquose, sotterranee, di falda o industriali, garantendo al contempo che l'acqua trattata possa essere reimpressa nell'ambiente o, idealmente, riutilizzata nei cicli produttivi.

La ricerca continua, e i futuri sforzi del consorzio di LIFE FOUNTAIN si focalizzeranno sull'applicazione in un reale caso industriale della tecnologia sviluppata in laboratorio. Questo passaggio dalla scala sperimentale a quella operativa — che vedrà protagonista il sito pilota di Eredi di Bonacina Mario — è fondamentale per dimostrare la scalabilità e l'efficienza delle Spugne Magnetiche e dei MOFs (Metal-Organic Frameworks) nella depurazione dei reflui e delle acque di falda.

Tutti gli aggiornamenti su LIFE FOUNTAIN sono disponibili sul sito del progetto www.fountain-project.eu.

CONCLUSION

The progress of LIFE FOUNTAIN is part of an increasingly stringent regulatory landscape, driven by the EU Directive 2020/2184 on drinking water and the proposal for a Universal PFAS Restriction under the REACH regulation. The objective of LIFE FOUNTAIN is not only purification but the creation of a circular water management model. The technical challenge is complex: selectively removing PFAS from aqueous, groundwater, or industrial matrices, while ensuring that the treated water can be returned to the environment or, ideally, reused within production cycles.

Research continues, and the efforts of the LIFE FOUNTAIN consortium will focus on the application of the laboratory-developed technology to a real industrial case. This transition from experimental to operational scale—featuring the Eredi di Bonacina Mario pilot site—is essential to demonstrate the scalability and efficiency of Magnetic Sponges and MOFs (Metal-Organic Frameworks) in the purification of wastewater and groundwater.

All the updates on LIFE FOUNTAIN are available on the project website: www.fountain-project.eu.