

Dalle Aziende

PFAS nei sistemi antincendio: persistenza, criticità di bonifica e innovazioni tecnologiche per la rimozione definitiva

Tecnologie e limiti nella bonifica dei PFAS nei sistemi antincendio e un nuovo approccio che garantisce la rimozione definitiva, superando il problema della contaminazione di ritorno

A cura di **Elena Lamperti**, Amministratore Unico Vanity Fire

PFAS: caratteristiche e diffusione

Le sostanze poli- e perfluoroalchiliche (PFAS) costituiscono una vasta famiglia di migliaia di sostanze chimiche costituite da catene di carbonio di diversa lunghezza, in cui gli atomi di idrogeno sono sostituiti, totalmente o parzialmente, da atomi di fluoro. Questa struttura conferisce proprietà uniche di stabilità termica e chimica. Il legame carbonio-fluoro, tra i più forti in chimica organica, rende le sostanze PFAS estremamente resistenti alla degradazione naturale, determinandone una persistenza ambientale tale da essere definite "inquinanti eterni".

Proprio queste caratteristiche ne hanno favorito l'impiego in numerosi ambiti industriali e civili, inclusi tessuti tecnici, rivestimenti idrorepellenti, packaging alimentare e detergenti.

Nel settore antincendio, i PFAS sono stati per lungo tempo componenti fondamentali delle schiume di Classe

B, grazie alla loro capacità di formare film acquosi stabili e altamente performanti.

Tuttavia, la loro elevata mobilità nell'ambiente e la tendenza di alcuni singoli PFAS ad accumularsi in matrici naturali hanno portato a una contaminazione diffusa di suoli e acque, oltre che di impianti e infrastrutture antincendio.

Bonifica dei PFAS: tecnologie e limiti

La bonifica dei PFAS rappresenta una delle sfide ambientali più complesse proprio a causa della loro persistenza e della difficoltà di degradazione.

Le tecnologie attualmente disponibili derivano principalmente dal trattamento di suoli e falde acquifere e si basano su un approccio che separa il contaminante dalla matrice, senza eliminarlo definitivamente.

Tra le soluzioni più diffuse figurano il carbone attivo granulare, le resine a scambio ionico e l'osmosi inversa. Questi sistemi consentono

di rimuovere i PFAS dall'acqua, ma generano flussi secondari altamente concentrati che devono essere gestiti come rifiuti pericolosi. Il trattamento finale avviene mediante incenerimento termico a temperature superiori a 1100°C, unico metodo in grado di rompere il legame carbonio-fluoro. Questo comporta però elevati consumi energetici e costi significativi, oltre a criticità legate alla gestione delle emissioni. Come emerge dal confronto nella tabella seguente, le tecnologie disponibili risultano efficaci nel trasferire il contaminante, ma non nel risolvere definitivamente il problema, generando un evidente collo di bottiglia economico e gestionale.



Via Parini, 2
20836 Briosco (MB)

● E-MAIL
elena.lamperti@vanity-fire.com

● WEB
www.vanity-fire.com

● TELEFONO
392-3874171

Tecnologia	Tipo	Pro	Contro
Carbone attivo (GAC)	Separazione	Tecnologia matura	Meno efficaci con PFAS a catena corta poiché sono più idrofili e meno simili al carbonio; richiede lo smaltimento dei carboni usati con costi significativi CONTAMINAZIONE DI RITORNO
Resine a scambio ionico (AIX)	Separazione	Più veloce del GAC	Alto costo delle resine; sensibile alla presenza di altri ioni nell'acqua CONTAMINAZIONE DI RITORNO
Osmosi inversa (RO)	Separazione	Elimina quasi tutti i tipi di PFAS	Il 15-20% dell'acqua trattata è un rifiuto liquido ultra-contaminato che deve essere gestito ulteriormente con costi proibitivi CONTAMINAZIONE DI RITORNO
Trattamento termico/ Incenerimento	Distruttivo	Unico sistema per la distruzione completa (>1100°C)	Estremamente energivoro; rischio di emissioni tossiche se non monitorate

Confronto delle principali tecnologie

Il fenomeno della contaminazione di ritorno

Un aspetto particolarmente critico delle attuali tecnologie di bonifica è il cosiddetto "PFAS rebound" – definito contaminazione di ritorno – ovvero la ricomparsa della contaminazione dopo interventi di bonifica apparentemente efficaci.

I PFAS hanno infatti una forte capacità di adesione alle superfici e di penetrazione nei materiali. Si accumulano nelle porosità dei metalli, nelle guarnizioni in gomma e nelle incrostazioni interne di serbatoi e tubazioni. Le operazioni di lavaggio tradizionali non sono in grado di rimuovere completamente questi residui. Quando il sistema viene riempito con nuovi fluidi – acqua o schiumogeni fluorine free – questi agiscono come solventi, favorendo il rilascio dei PFAS precedentemente adsorbiti.

Il risultato è un progressivo aumento delle concentrazioni nel tempo, fino al superamento dei limiti normativi, rendendo inefficaci gli interventi eseguiti. Questo fenomeno evidenzia come la bonifica dei sistemi antincendio non possa essere affrontata con approcci derivati dal trattamento delle acque, ma richieda soluzioni specifiche.



Serbatoio schiuma prima del trattamento con Fluoraway



Serbatoio dopo ciclo di 3 lavaggi con Fluoraway

entrata in vigore nell'ottobre 2025 la progressiva eliminazione delle schiume contenenti PFAS, stabilisce che la concentrazione complessiva di PFAS nelle schiume prive di fluoro provenienti dalle apparecchiature sottoposte a pulizia, escluso gli estintori portatili, non debba superare i 50 mg/L (50 ppm). Si tratta di un limite particolarmente sfidante se si considera la contaminazione stratificata accumulata negli anni all'interno di serbatoi, tubazioni e componenti.



Fluoraway: un sistema rivoluzionario

Il processo Fluoraway rappresenta una soluzione sviluppata specificamente per la rimozione totale e definitiva dei PFAS da impianti e attrezzature antincendio, che presentano caratteristiche che rendono la bonifica particolarmente complessa a causa di geometrie irregolari e talvolta difficilmente accessibili, presenza di materiali molto permeabili ai PFAS e stratificazione pluridecennale di

Nuovi requisiti normativi

Il quadro normativo europeo si sta rapidamente evolvendo verso una progressiva eliminazione dei PFAS, con restrizioni sempre più stringenti. In particolare, il Regolamento UE 1988/2025, che prevede dalla sua

schiume fluorurate. A differenza delle tecnologie convenzionali, progettate per matrici ambientali, Fluoraway non agisce separando i PFAS dalla matrice, ma garantisce la loro rimozione completa attraverso una reazione chimica che ne azzerava anche il rischio della contaminazione di ritorno.

Vantaggi operativi e prestazionali

Il sistema consente la bonifica direttamente in sito, permettendo agli operatori di intervenire autonomamente senza necessità di trasferire mezzi o componenti presso centri specializzati o di dipendere da interventi di terzi. Questo comporta una significativa riduzione dei tempi di fermo e dei costi logistici. Dal punto di vista dell'efficacia, Fluoraway garantisce livelli di decontaminazione inferiori alla soglia di rilevabilità analitica, misurabili in ppt e certificati da laboratori accreditati. L'elemento distintivo è la stabilità del risultato nel tempo: l'assenza di fenomeni di contaminazione di ritorno rappresenta un superamento concreto dei limiti delle tecnologie tradizionali. Il trattamento risulta inoltre efficace anche nella rimozione di altri contaminanti tipici delle schiume antincendio, come composti organici volatili e tensioattivi.

Sostenibilità e gestione dei reflui

Il processo si articola in due fasi distinte e complementari: una fase di lavaggio agevole, seguita dallo smaltimento dei reflui (ideale per i mezzi antincendio), e un sistema avanzato di filtrazione più adatto a impianti antincendio, soprattutto di grandi dimensioni.

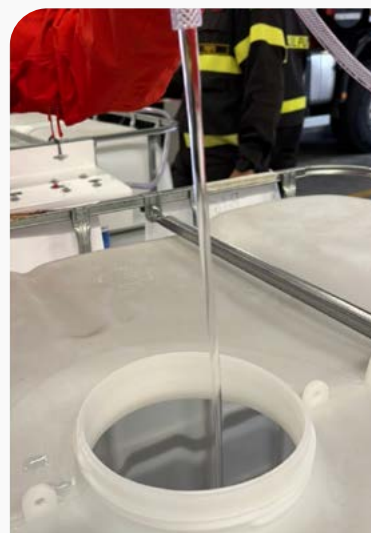


Acqua di lavaggio serbatoio dopo trattamento con Fluoraway

Grazie all'elevato grado di purezza ottenuto, le acque filtrate possono essere immesse direttamente nei bacini di raccolta superficiali nel rispetto dei limiti imposti per le acque destinate al consumo umano. Questo approccio contribuisce a migliorare la sostenibilità complessiva delle operazioni di bonifica, sia dal punto di vista ambientale che economico.

Conclusioni

La gestione dei PFAS nei sistemi antincendio rappresenta una sfida tecnica e normativa in rapida evoluzione. Le tecnologie tradizionali mostrano limiti strutturali, in particolare per quanto riguarda la capacità di garantire risultati duraturi nel tempo. L'introduzione di soluzioni specifiche per il settore, orientate alla rimozione definitiva dei contaminanti e alla prevenzione della contaminazione



Acqua di lavaggio serbatoio dopo filtrazione con Fluoraway

di ritorno, rappresenta un passaggio fondamentale per assicurare la conformità normativa e la sostenibilità degli interventi. Fluoraway rappresenta oggi la soluzione leader per efficacia, rapidità e convenienza economica. ♦



PR ADVANCED TECHNOLOGIES

Fluoraway

Nuova tecnologia
di rimozione delle **PFAS**
per attrezzature antincendio

Un processo chimico d'avanguardia
che garantisce l'abbattimento totale
delle PFAS al di sotto dei limiti di
rilevabilità, azzerando il rischio della
contaminazione di ritorno*

*(PFAS rebound)

Le chiamano *forever chemicals*,
ma noi le eliminiamo.

PER SEMPRE

Per info:
VANITY FIRE
ph. +39-392-3874171
elena.lamperti@vanity-fire.com