

Combinazione di ISCR e adsorbimento in situ per un plume di PCE in un'area urbana nel Nord Italia



CASO DI STUDIO

Carbone attivo colloidale e ferro zero-valente solfurato co-applicati per un trattamento efficace e la minimizzazione dei sottoprodotti



Introduzione

Uno stabilimento manifatturiero attivo situato all'interno di una grande città italiana ha creato un plume esteso di tetracloroetilene (PCE) nell'acquifero sottostante. La falda fortemente aerobica ha inibito l'attenuazione naturale, comportando l'assenza di sottoprodotti di degradazione anche a distanza di molti anni. La società ambientale TAUW, incaricata della gestione del sito, ha implementato un contenimento idraulico all'interno dello stabilimento, come previsto dalla normativa vigente; permaneva tuttavia la necessità di gestire il plume anche oltre i confini del sito. Tale plume esterno ha richiesto un approccio ponderato, in quanto è diffuso su una vasta area residenziale urbana con accessibilità solo in corrispondenza di parchi pubblici, strade, proprietà comunali e un'area su cui insiste una scuola.

TAUW ha configurato una soluzione con una serie di barriere in situ, che rendono più facile l'implementazione all'interno delle aree con difficoltà di accesso e comportano un disturbo minimo alle attività soprasuolo. Le barriere forniscono un trattamento per più anni attraverso una singola applicazione e sono completamente passive, non richiedendo alcuna attività di manutenzione. Per la composizione della barriera è stata selezionata una combinazione di **riduzione chimica in situ (ISCR)** e **adsorbimento in situ**, con i prodotti **REGENESIS S-MicroZVI®** e **PlumeStop®** da iniettare in sei diverse barriere. L'uso simultaneo di queste tecnologie fornisce una rapida rimozione dei contaminanti dalle acque di falda, una degradazione completa e una minimizzazione dei sottoprodotti. È stato concordato con gli Enti locali un Master Plan, con l'intenzione di realizzare una serie di barriere in tutta l'area urbana e ridurre in tal modo le concentrazioni all'interno del plume.



TIPOLOGIA SITO

Giardini di una scuola pubblica in area urbana residenziale



OBIETTIVO DELL'INTERVENTO

Gestione del plume esterno alla proprietà per riduzione rischio



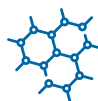
TRATTAMENTO

Riduzione chimica in situ, Adsorbimento in situ



GEOLOGIA

Ghiaia sabbiosa parzialmente cementata



CONTAMINANTI

Tetracloroetilene (PCE)



TECNOLOGIE

PlumeStop®, S-MicroZVI®

Strategia di bonifica e pianificazione

La prima barriera è stata dimensionata con l'utilizzo del carbone attivo colloidale **PlumeStop** e del ferro zerovalente solfurato colloidale **S-MicroZVI**.



Fig. 1

PLUME STOP
Liquid Activated Carbon

Entrambe le tecnologie sono **liquidi colloidali a bassa viscosità**, caratteristiche che consentono loro di essere **co-applicati a bassa pressione** nell'acquifero. Ciò garantisce che i substrati si distribuiscano all'interno delle zone di flusso attraverso le quali si trasporta la contaminazione. I prodotti hanno proprietà di distribuzione insuperabili e formano un ampio raggio di influenza attorno ad ogni punto di iniezione. Ciò significa che il numero di punti di iniezione può essere minimizzato, **riducendo costi, tempi e interferenze** delle attività di applicazione.

Il PlumeStop riveste l'acquifero con uno strato di **1-2 µm di carbone attivo**, trasformando l'acquifero stesso in un filtro adsorbente purificatore. Ciò fornisce una rimozione rapida e a lungo termine della contaminazione dalle acque sotterranee. Una volta adsorbita, la contaminazione viene degradata tramite ISCR; la riduzione chimica attraverso il percorso di β -eliminazione porta alla minimizzazione dei sottoprodotti di degradazione.

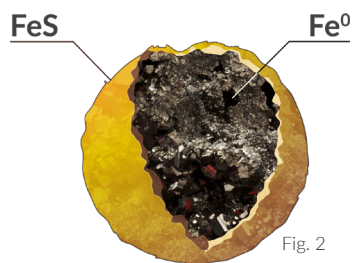


Fig. 2

S-MicroZVI
Sulfidated Zero-Valent Iron

La riduzione chimica dei contaminanti adsorbiti rigenera gli spazi di adsorbimento sul filtro a carboni attivi, consentendo che ulteriore contaminazione venga adsorbita e successivamente distrutta, in un ciclo continuo. Questa autorigenerazione consente che la barriera continui ad essere efficace per tempi estremamente lunghi, senza alcuna necessità di ulteriori iniezioni.

L'applicazione è stata completata in una singola mobilitazione utilizzando la tecnologia di iniezione diretta (direct push). Per raggiungere le porzioni più profonde dello spessore di interesse, è stato effettuato un pre-carotaggio delle postazioni di iniezione prima dell'iniezione direct push.

Fig. 1 Distribuzione del PlumeStop

Fig. 2 Rappresentazione di una particella di ferro zerovalente solfurato

Applicazione Direct Push

Una **barriera in situ lunga 50 m** è stata applicata ai margini di un giardino all'interno del cortile di una scuola pubblica, con una minima interferenza con le attività scolastiche. Sono stati completati **20 punti di iniezione direct push** con **spaziatura di 2,5 m**, in un periodo di 5 settimane (inclusi i pre-carotaggi). PlumeStop e S-MicroZVI sono progettati per essere completamente compatibili tra loro, consentendo una co-iniezione semplice ed efficiente. Il dosaggio per ogni punto è stato valutato in base alle concentrazioni di baseline lungo la barriera, che vanno da pochi $\mu\text{g/L}$ a oltre $1000 \mu\text{g/L}$ di PCE. Attività di **Design Verification Testing** sono state utilizzate per determinare le pressioni e portate ottimali da utilizzare. È stata quindi eseguita un'**iniezione a bassa pressione (<2 bar)** in tutti i punti, nonostante la difficile geologia, a conferma dell'accettazione dei substrati colloidali da parte della formazione all'interno delle zone di flusso. Durante l'applicazione, sono stati eseguiti test di verifica delle iniezioni per confermare la sovrapposizione dei raggi di influenza lungo la barriera.



Caratteristiche dimensionali dell'intervento:

Punti di iniezione: 20

Spaziatura: 2,5 m

Spessore di intervento: 20-25 m da p.c.

Lunghezza barriera: 50 m



Fig. 3 Punti di iniezione e flusso della falda

Risultati

L'efficacia dell'intervento è monitorata attraverso 4 piezometri di monitoraggio (di cui 3 ubicati 2 metri a valle idrogeologico e 1 ubicato 5 m a valle della barriera). Il monitoraggio è in corso, con dati disponibili a 5 mesi dall'iniezione. I risultati mostrano una **diminuzione significativa e rapida delle concentrazioni di PCE** in tutti e 3 i piezometri immediatamente a valle. La riduzione del PCE è stata osservata immediatamente dalla prima campagna di monitoraggio e le concentrazioni rimangono basse nel tempo, osservando in alcuni casi una riduzione di oltre 2 ordini di grandezza. I sottoprodotti della dechlorurazione riduttiva sono assenti o osservati in concentrazioni estremamente basse, a conferma dell'effetto sinergico dell'adsorbimento e della riduzione chimica.

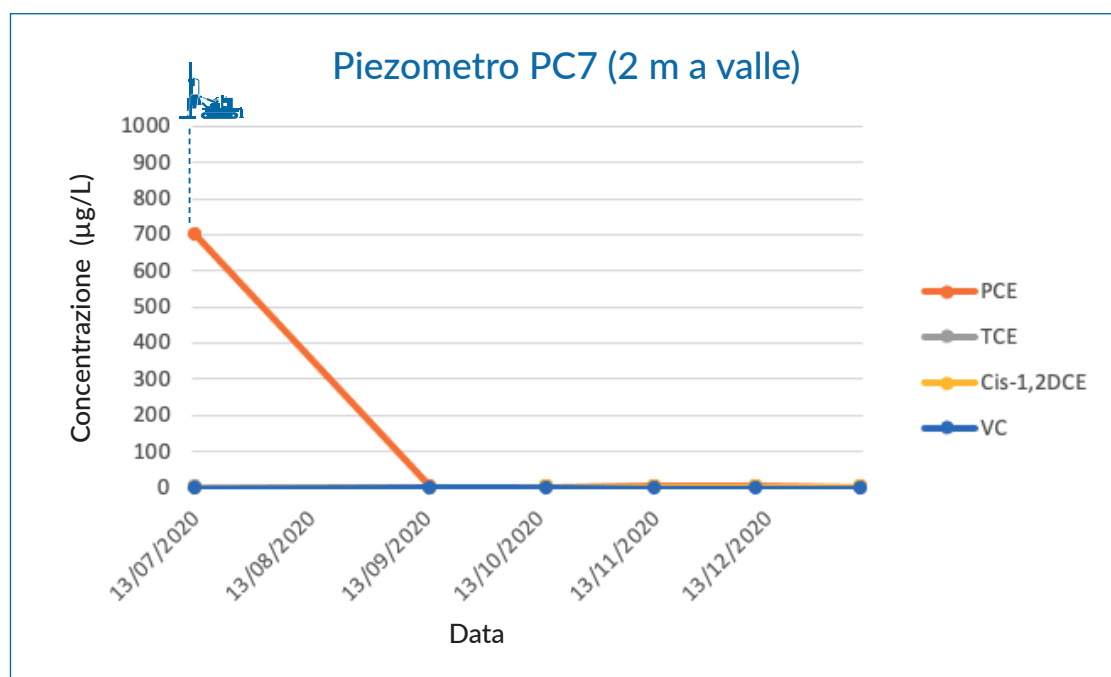


Fig. 4
Trend solventi clorurati dopo l'iniezione, porzione centrale della barriera



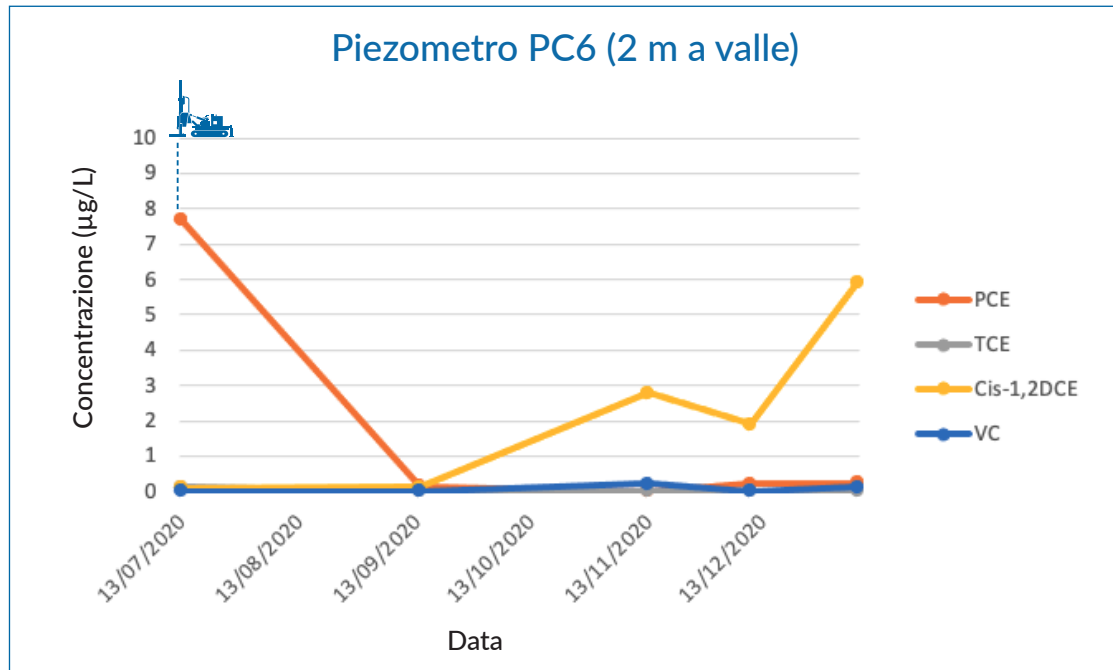


Fig. 5
Trend solventi clorurati dopo l'iniezione, porzione sinistra della barriera

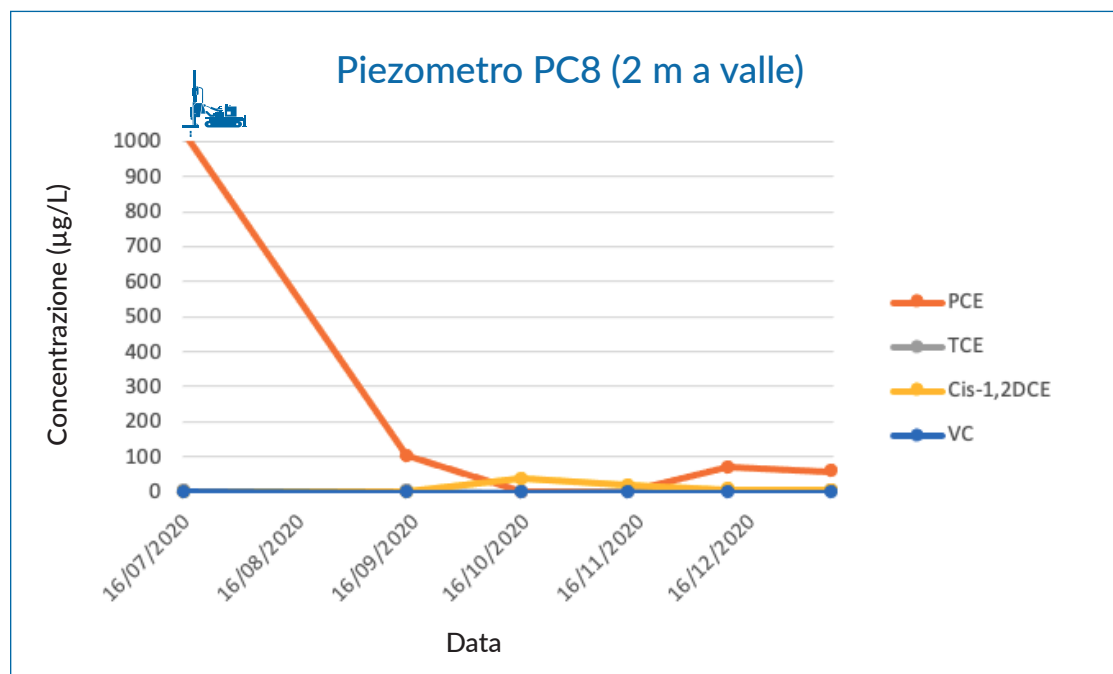


Fig. 6
Trend solventi clorurati dopo l'iniezione, porzione destra della barriera

Il monitoraggio più a valle mostra come atteso un ritardo nella riduzione delle concentrazioni. Si forma del cis1,2-DCE, ma senza alcuna evidenza di TCE né di VC. La biodegradazione può risultare in tale area maggiormente pronunciata a seguito delle condizioni riducenti create da S-MicroZVI. Man mano che il composto originario del trattamento viene rimosso, ci si attende che i livelli dei sottoprodotti diminuiscano in linea con quanto osservato dagli altri piezometri di monitoraggio.

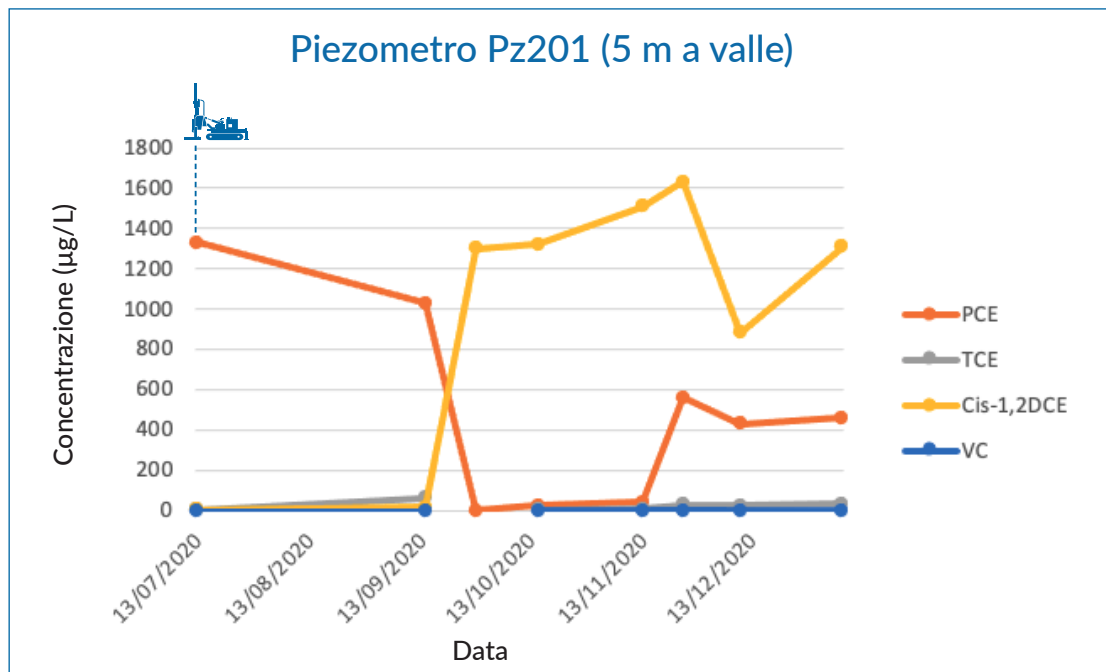


Fig. 7
Trend solventi clorurati dopo l'iniezione, 5 metri a valle della barriera

È previsto un monitoraggio a lungo termine del trattamento che consentirà la verifica della longevità della barriera e il mantenimento di ottime condizioni di trattamento.

Conclusioni

Una combinazione di PlumeStop e S-MicroZVI è stata co-iniettata in modo sicuro e semplice, con interferenze minime con le aree esterne della scuola e l'ambiente urbano circostante. Il trattamento effettuato da TAUW e REGENESIS è stato immediatamente efficace fornendo drastiche riduzioni delle concentrazioni dei contaminanti.

La barriera in situ non richiede alcuna alimentazione né manutenzione e grazie al processo di auto-rigenerazione ci si attende che continui a trattare il plume contaminante per molti anni a seguito di una singola applicazione. Le informazioni raccolte durante l'applicazione e il monitoraggio dell'intervento sono attualmente utilizzate per perfezionare la progettazione delle altre barriere in situ che saranno installate attraverso l'area urbana come parte del Master Plan.



A proposito di TAUW

TAUW è una tra le principali società di ingegneria e consulenza ambientale operanti in Europa, con più di 1200 dipendenti e 28 uffici presenti in Olanda, Belgio, Germania, Italia, Francia e Spagna.

TAUW Italia opera dal 1990 come punto di riferimento per clienti industriali, per gli operatori del settore real estate e per fondi di investimento. Con 2 sedi, a Milano e Pisa, TAUW Italia è specializzata nella progettazione e gestione operativa di attività di bonifica e riqualificazione dei siti, permitting, audit e compliance management.

Contatti di riferimento

Christian Nielsen
Senior Project Manager

c.nielsen@tauw.com
+39 335 5209504

TAUW Italia S.r.l

Piazza Leonardo da Vinci 7
20133 Milano - Italia

www.tauw.it
www.tauw.com