

**PERSULF**

Catalyzed Persulfate



# Istruzioni per l'applicazione

## Tabella riassuntiva applicazione PersulfOx

La tabella seguente è una guida di riferimento rapido che fornisce solo le informazioni più rilevanti. Si prega di esaminare attentamente l'intero documento, oltre alle schede di dati di sicurezza del prodotto prima di qualsiasi applicazione. Si prega di contattare il supporto tecnico di REGENESIS per ulteriore assistenza.

<b>Metodi di applicazione possibili</b>	Direct push; In pozzo; In postazioni fisse valvolate; In scavo
<b>Materiali compatibili</b>	I composti a base di persolfato sono corrosivi. Esaminare attentamente la compatibilità del PersulfOx con attrezzatura di applicazione, postazioni di iniezione e infrastrutture sotterranee presenti nell'area di iniezione o nel suo intorno. Esempi di materiali compatibili: acciaio inossidabile, PVC, polietilene. Esempi di materiali non compatibili: alluminio, acciaio al carbonio, ferro, cemento
<b>Numero di campagne di iniezione</b>	Tipicamente sono necessarie più campagne. Distanza tipica tra le campagne: da 1 a 2 mesi. Struttura delle campagne da discutere con REGENESIS
<b>Fattore di diluizione tipico</b>	15% (esatto fattore di diluizione da discutere con REGENESIS) 15 kg di PersulfOx in 85 litri di acqua
<b>Attività di miscelazione</b>	Aggiungere PersulfOx in polvere alla vasca già piena di acqua Miscelare accuratamente fino a completa soluzione Mantenere la miscelazione durante il processo di iniezione
<b>Pompa di iniezione raccomandata</b>	Pompa a membrana
<b>Pressione di iniezione raccomandata</b>	Iniezione a pressione bassa o media. Tipicamente 1-5 bar Regolare la pressione utilizzando il regolatore di pressione Prendere nota della pressione e della portata per ogni step
<b>Iniezione direct push</b>	Punta retrattile raccomandata; punta attivata a pressione in alternativa Tipici step di iniezione ogni 30 cm Definire in campo se utilizzare sequenza top-down o bottom-up
<b>Applicazione in pozzo</b>	Iniezione in pressione; NON alimentare per gravità Utilizzare packer singolo o doppio Lavare bene con acqua pulita dopo l'applicazione Occorre attendersi una riduzione dell'efficienza del pozzo, a causa dei residui solidi
<b>Applicazione in postazioni fisse valvolate</b>	Attendere la maturazione del cemento delle postazioni prima di effettuare iniezioni Utilizzare un doppio packer gonfiabile per isolare singoli gruppi di valvole
<b>Applicazione in scavo</b>	Miscelare con acqua prima dell'applicazione Posizionare sul fondo dello scavo Miscelare accuratamente con il suolo di fondo scavo con un escavatore, per favorire il contatto
<b>Ulteriori raccomandazioni</b>	Lavare e pulire sempre attrezzatura con acqua pulita Sigillare i punti di iniezione direct-push dopo l'iniezione Non utilizzare P&T o altre attività che potrebbero disturbare le acque sotterranee nell'area circostante durante e dopo l'iniezione (se non programmato per recupero contaminanti desorbiti)
<b>Monitoraggio raccomandato</b>	Frequenza di monitoraggio tipicamente mensile a partire dall'ultima campagna di iniezione. Durata tipicamente da 3 a 6 mesi Raccomandato monitoraggio anche tra le campagne di iniezione (frequenza più elevata, anche in base alla realizzazione o meno di emungimento per recupero contaminante desorbito) Parametri: contaminanti di interesse. Parametri addizionali a supporto: O <sub>2</sub> , redox, pH, conducibilità elettrica, eventuali sottoprodotti di degradazione

## Istruzioni per l'applicazione

L'applicazione nel sottosuolo di PersulfOx® tramite iniezioni in pressione viene comunemente eseguita utilizzando la tecnologia di iniezione diretta (direct-push), tramite pozzi di iniezione, postazioni fisse valvolate o sul fondo di uno scavo. PersulfOx è un prodotto monocomponente per ossidazione chimica in situ a base di persolfato di sodio con attivazione incorporata. È una polvere bianca secca classificata come Ossidante di Classe 5.1 e confezionata in sacchi da 25 kg. La Scheda di Sicurezza (SDS) è fornita in concomitanza con ogni spedizione di materiale; questa deve essere letta attentamente e compresa dall'utente, in modo da assicurare che il PersulfOx sia maneggiato e conservato in modo appropriato, e siano utilizzati DPI appropriati.

Prima dell'applicazione, è necessario identificare eventuali sottoservizi all'interno o in prossimità dell'area di trattamento e valutare l'idoneità dell'applicazione di PersulfOx.

Si presume che l'utente sia adeguatamente formato e competente in materia e che abbia effettuato una valutazione completa e specifica sui rischi per la salute, la sicurezza e l'ambiente per i lavori che si intendono realizzare. Ciò deve includere una revisione approfondita dei dispositivi di protezione individuale (DPI) richiesti e del loro uso corretto.

## Attività pre-applicazione

Prima dell'applicazione di PersulfOx, REGENESIS raccomanda di completare un test di iniezione preliminare nella zona di iniezione utilizzando acqua pulita. Questa procedura è utile per determinare la quantità di liquido che la zona di trattamento è in grado di accettare e fornirà preziose informazioni sulla portata e sulla pressione da utilizzare durante l'applicazione del prodotto. REGENESIS raccomanda che il volume del test di iniezione dell'acqua sia compreso tra il 15 e il 20% in più del volume di progetto relativo al punto singolo di iniezione, ad es. se il progetto specifica un volume di PersulfOx di 1000 litri per punto, l'iniezione di prova dell'acqua dovrebbe mirare ad iniettare 1150-1200 litri. La prova di iniezione con acqua dovrà essere realizzata utilizzando le medesime modalità di iniezione previste per il reagente.

## Procedure per la miscelazione

Prima dell'applicazione, il PersulfOx (solitamente confezionato in sacchi da 25 kg) deve essere miscelato con acqua per creare una soluzione iniettabile. Il PersulfOx può essere miscelato in acqua con concentrazione compresa tra il 5% e il 20% di PersulfOx. Per la maggior parte delle applicazioni REGENESIS raccomanda una soluzione al 15-20%. La Tabella 1 mostra i quantitativi di acqua di diluizione e i volumi finali di iniezione utilizzando i fattori di diluizione raccomandati.

Soluzione da preparare (%)	Quantità di PersulfOx (kg)	Volume di acqua di miscelazione (L)	Volume finale approssimativo (L)
5%	25	475	500*
10%	25	225	250*
15%	25	142	167*
20%	25	100	125*

Tabella 1: Quantitativi per miscelazione PersulfOx

\* Il volume totale aumenta come risultato del PersulfOx aggiunto

Se il prodotto viene fornito in confezioni di dimensioni diverse, è necessario mantenere la stessa proporzione di miscelazione, come da tabella soprastante. La soluzione PersulfOx deve essere miscelata in vasche di dimensioni adeguate. Idealmente la vasca deve essere conica o a fondo piatto per consentire una miscelazione completa e non avere deposito di solidi non disciolti. **La soluzione PersulfOx è corrosiva acida**, pertanto le vasche, le apparecchiature di miscelazione, le pompe, le tubazioni, le aste di iniezione e tutte le connessioni devono essere realizzati con materiali chimicamente resistenti quali acciaio inossidabile, PVC, polietilene. Materiali come alluminio, acciaio al carbonio, ferro non devono essere utilizzati per le applicazioni di PersulfOx.

Si raccomanda di aggiungere lentamente la polvere di PersulfOx al quantitativo di acqua previsto e di miscelare utilizzando attrezzatura di dimensioni adeguate, per assicurare una miscelazione completa in tutta la vasca. REGENESIS sconsiglia di fare affidamento solo sul ricircolo per miscelare il PersulfOx, sebbene questo metodo possa coadiuvare il processo di miscelazione. PersulfOx si miscela rapidamente in acqua quando dosato nel range di soluzione raccomandato. Una volta miscelato, PersulfOx si dissolve e rimane in soluzione; tuttavia, come per tutte le miscele chimiche, si raccomanda di verificare periodicamente la soluzione PersulfOx durante la giornata lavorativa. La soluzione PersulfOx ha tipicamente un aspetto bianco torbido associato alla formazione di una piccola quantità di flocculato (<1%).



Fig. 1 PersulfOx nella vasca di miscelazione. L'attrezzatura utilizzata è realizzata con materiali chimicamente resistenti.

Questo flocculato è associato ai minerali presenti nella maggior parte delle acque utilizzate per la miscelazione.

Una volta svuotata la vasca di miscelazione, si consiglia di utilizzare acqua pulita per lavare/pulire la vasca per evitare che vi siano accumuli nel tempo di solidi non disciolti. Ciò aiuterà anche a lavare la pompa di iniezione e le tubazioni. REGENESIS consiglia inoltre di lavare tutta l'attrezzatura con abbondante acqua pulita alla fine di ogni giornata lavorativa e al termine dei lavori di iniezione.

## Applicazione direct-push

REGENESIS consiglia l'uso di punte retrattili forate o punte forate per iniezione top-down piuttosto che punte attivate a pressione, in quanto queste permettono una maggiore facilità di iniezione e una migliore distribuzione del reagente.



Fig. 1: Punta retrattile forata (sinistra) e punta forata per iniezione top-down (destra)  
© esp-shop.com

Le aste di iniezione devono essere spinte fino alla profondità di iniezione dello specifico step ed in seguito va iniettato il PersulfOx; sarà necessario tenere nota delle portate e pressioni utilizzate in ogni singolo step di iniezione. Al termine dell'iniezione nello step, occorre spostare le aste di iniezione e quindi proseguire con le iniezioni nello step successivo, fino al termine delle iniezioni previste per il singolo punto. Una volta applicato il volume previsto, è necessario utilizzare acqua pulita per lavare la pompa, le tubazioni e la punta di iniezione e far sì che tutto il PersulfOx sia applicato nello strato di interesse.

Una volta completato il punto, il foro di iniezione deve essere adeguatamente sigillato con bentonite o cemento. Lo scopo di questa attività è di isolare i potenziali percorsi verso la superficie che possano causare fuoriuscita di PersulfOx iniettato e/o di acque di falda. Se l'applicazione si basa su una configurazione a griglia di punti, l'applicazione dovrebbe essere eseguita lavorando sistematicamente dall'esterno verso il centro dell'area di iniezione per ridurre al minimo la sovrappressione locale delle acque di falda e lo spiazzamento della contaminazione. Ove possibile, dovrebbe essere mantenuta una distanza adeguata tra le postazioni di iniezione consecutive per evitare di sovraccaricare la formazione con il prodotto iniettato (ad es. iniettare in un punto ogni 3 punti della barriera o saltare almeno 1-2 punti in una configurazione a griglia). Si raccomanda un lavaggio frequente e abbondante con acqua delle aste e delle punte di iniezione, che comunemente non sono costituite di acciaio inox, al fine di ridurre i fenomeni di corrosione.

## Applicazione in pozzo

REGENESIS raccomanda che in linea generale i pozzi di iniezione siano in HDPE con diametro  $\geq 50$  mm, fenestrati esclusivamente in corrispondenza del layer di trattamento e con una larghezza delle fenestrature compresa tra 1 e 0,5 mm. Ove possibile, la sigillatura del pozzo lungo il tratto cieco dovrebbe essere costituita da minimo 300-600 mm di bentonite in pellet, sopra la quale applicare cemento per sigillare fino alla superficie. Prima dell'iniezione di qualsiasi reagente, REGENESIS raccomanda che i pozzi di iniezione siano spurgati dalle particelle fini presenti.

Il PersulfOx può essere iniettato esclusivamente in pressione. Si raccomanda l'utilizzo di packer singoli o doppi al fine di mettere in pressione la postazione.

Dopo ogni attività di iniezione di PersulfOx, ogni pozzo di iniezione deve essere lavato con acqua pulita. Il volume di acqua di lavaggio dovrebbe essere equivalente ad almeno 2-3 volumi del pozzo. Quando si inietta PersulfOx in pozzo, i pozzi di iniezione e i piezometri di monitoraggio limitrofi devono essere chiusi ermeticamente o, in alternativa, dotati di un misuratore di pressione e di una valvola di sicurezza. Ciò riduce il potenziale di cortocircuitare il prodotto in superficie.

Se l'applicazione si basa su una configurazione a griglia di punti, l'applicazione dovrebbe essere eseguita lavorando sistematicamente dall'esterno verso il centro dell'area di iniezione per ridurre al minimo la sovrappressione locale delle acque di falda e lo spiazzamento della contaminazione.

## Applicazione in postazioni fisse valvolate

Le iniezioni di PersulfOx possono essere realizzate anche mediante postazioni di iniezione multi-livello realizzate ad hoc che permettano di iniettare nel sottosuolo mediante valvole di iniezione e non fenestrature. Esse sono costituite da tubi ciechi attrezzati con specifiche valvole per iniezione posizionate lungo il tratto di interesse; l'intercapedine tra la tubazione e il diametro esterno di perforazione viene riempita mediante miscele sigillanti in modo tale da non creare vie di migrazione preferenziale dei prodotti durante le fasi di iniezione.

Preparata la miscela, le iniezioni vengono eseguite ad intervalli regolari di profondità isolati mediante packer gonfiabili doppi. Al termine delle operazioni la postazione di iniezione deve essere accuratamente pulita mediante iniezione di acqua pulita al fine di eliminare qualsiasi residuo di miscela che potrebbe incrostare la tubazione e rendere difficoltose future eventuali iniezioni successive.

## Ulteriori considerazioni e accorgimenti

È conoscenza diffusa che qualsiasi tecnologia in situ basata sull'ossidazione chimica ha la potenzialità di modificare temporaneamente le condizioni redox delle acque di falda in cui viene applicata, e pertanto possono essere attese alterazioni temporanee delle concentrazioni di metalli e metalloidi redox-sensibili (ad esempio Fe, Mn, Cr, As).

Inoltre, in caso di applicazione del prodotto in pozzo (esistente o di nuova realizzazione), oppure in caso di applicazione in posizione prossima ad un piezometro di monitoraggio, può verificarsi un accumulo indesiderato di prodotto all'interno della tubazione e/o nel dreno del pozzo. Ciò è correlabile a una non completa solubilizzazione di parte del prodotto durante le attività di iniezione, e il fenomeno può accentuarsi con l'esecuzione di più campagne di iniezione in uno stesso punto.

In tal caso è opportuno tenere in considerazione che all'interno del pozzo la presenza di un ambiente artificiale (non tamponato) e di una massa significativa di reagente accumulata potrebbe far alterare localmente le condizioni fisico chimiche, DO, pH e ORP in particolare, in misura differente da quanto avviene all'interno dell'acquifero, e in modo non controllato dal sistema. Ciò può quindi portare a reazioni redox all'interno del pozzo (es. variazione delle concentrazioni di metalli sensibili all'equilibrio pH/ORP). In tale situazione, l'effetto è limitato al solo interno dei pozzi (sistemi non tamponati) e non avviene nell'acquifero oggetto di trattamento (sistema tamponato). Ne segue che piezometri/pozzi che subiscono un accumulo di prodotto durante l'iniezione possono diventare non più pienamente rappresentativi dello stato dell'acquifero relativamente ad alcuni parametri e composti e pertanto non dovrebbero essere più considerati come possibili postazioni di monitoraggio.

È da tenere in considerazione che in ogni modo la perdita di rappresentatività dei pozzi/piezometri è da considerarsi di carattere momentaneo e legata al profilo di rilascio del prodotto (e pertanto dell'ordine di grandezza di alcuni mesi); al termine del rilascio è possibile tornare a considerare le postazioni compromesse rappresentative dell'acquifero (nel caso in cui non si sia verificata un'occlusione totale o importante del tratto fenestrato).

A tale scopo si raccomanda sempre, in caso di applicazione in pozzo, di pulire adeguatamente e accuratamente la postazione al termine di ogni attività di iniezione applicando acqua pulita in pressione oppure operando un'estrazione forzata del prodotto in eccesso; tale accorgimento può ridurre la presenza di residui all'interno del pozzo, anche se plausibilmente non si otterrà una rimozione totale.