

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
EDILE E AMBIENTALE

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE
IN
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE ED IL TERRITORIO

TESI DI LAUREA

**Analisi sperimentale dei processi di stabilizzazione/solidificazione di un suolo
contaminato da cromo trivalente**

RELATORE
CH.MO PROF. MASSIMILIANO FABBRICINO

CORRELATORE
DOTT. ING. MARCO RACE

CANDIDATA
RAFFAELA DI MARTINO
M67/252

ANNO ACCADEMICO 2015-2016

Abstract

Il presente lavoro di tesi ha per oggetto la sperimentazione a scala di laboratorio di processi di stabilizzazione/solidificazione per la bonifica di terreni contaminati da Cromo Trivalente, considerati tra i più vantaggiosi per il trattamento dei composti inorganici secondo la matrice di screening relativa alle tecnologie di bonifiche per i diversi contaminanti redatta dall'ISPRA.

In particolare il lavoro si è proposto di verificare l'efficienza del processo e la sua fattibilità, analizzando altresì la possibilità di riutilizzo del suolo trattato come materia primaria secondaria (MPS).

Nel processo di stabilizzazione/solidificazione il trattamento con cemento è il più utilizzato per rifiuti contenenti metalli pesanti, a causa delle caratteristiche fisiche di questo legante che, abbinato a diversi additivi, permette la formazione di processi che garantiscono l'immobilizzazione, a costi relativamente contenuti e senza particolari complessità impiantistiche (Rodríguez and Irabien, 1999).

Nella prima parte dello studio è stata effettuata un'approfondita ricerca in letteratura riguardo i fattori che maggiormente incidono sulla mobilità del Cr(III), i quali sono risultati essere: alcalinità, affinità con i minerali argillosi, tessitura e capacità di scambio cationico CSC (Sposito, 1989; Adriano, 1992).

E' stato quindi sperimentato l'uso di cemento con diverse percentuali di additivi, aventi le caratteristiche sopracitate.

Nella fattispecie sono stati impiegati:

- i. cemento Portland 52.5R (CEM I) ;
- ii. ceneri volati (flyash) provenienti dal camino di una centrale elettrica a carbone;
- iii. pozzolana naturale.

È noto dalla letteratura che questi materiali hanno elevate capacità adsorbenti nei confronti dei metalli pesanti e contribuiscono alla formazione di C-S-H e C-A-H, ovvero i componenti principali risultanti dalla reazione di idratazione del cemento che costituiscono la matrice solida dell'impasto, nonché i composti fondamentali che intervengono nei meccanismi di immobilizzazione dei metalli pesanti.

L'uso combinato di cemento Portland, Flyash e Pozzolana, consente di convertire il Cr, in forme altamente stabili e poco solubili.

Lo stato di conoscenza attuale sui meccanismi di immobilizzazione nei processi di stabilizzazione/solidificazione conferma la dipendenza della lisciviabilità dei contaminanti dal tipo e dal quantitativo di additivo utilizzato nel processo e la dipendenza dei meccanismi di rilascio dal pH del sistema.

Le analisi effettuate sul suolo e sui campioni pre- e post-trattamento di stabilizzazione/solidificazione ci portano a considerare tale tecnica molto efficace.

I test di cessione hanno mostrato una riduzione del rilascio di Cr rispetto al suolo (fig.1), pari a: 60% per il campione A (60% suolo e 40% CEM I), 78% per B (60% suolo, 20% CEM I, 20% pozzolana) 99% per C (60% suolo, 20% CEM I, 10% pozzolana, 10% flash); 92% per D (60% suolo, 20% CEM I, 20% flash).

Il mix design che ha fornito i dati più interessanti in termini di percentuale di Cr trattenuto è la miscela C costituita dal 60% suolo, 20% cemento, 10% pozzolana, 10% flyash.

L'aggiunta di flyash e pozzolana hanno consentito un abbassamento dell'pH, un'aumento della porosità e fornito una maggior superficie disponibile per l'adsorbimento dei metalli, confermando la predominanza dei meccanismi chimici, rispetto all'incapsulamento fisico.

I test a pH statico hanno permesso di conoscere l'elevata capacità tampone del rifiuto inertizzato, fornendo indicazioni sulla capacità di resistere all'aggressione degli agenti naturali a cui la matrice può essere sottoposta nel tempo. In aggiunta, le curve di rilascio ottenute hanno permesso di identificare i meccanismi principali di rilascio che influenzano la solubilità dei vari metalli in un range di pH molto ampio, compreso tra 4 e 11, i metalli anfoteri Pb e Cr sono solubili a pH basici, lo Zn ed il Cu non seguono i meccanismi tipici dei metalli pesanti ma, a pH basico, lo Zn presenta una minore solubilità con conseguente riduzione del rilascio; il Cu mostra una diretta proporzionalità fra l'aumentare del pH ed il rilascio; questo comportamento potrebbe dipendere dalle possibili interazioni con la materia organica presente nel suolo.

Interessanti sono stati i risultati delle prove di stress termico, gli eluati analizzati presentano tutti concentrazioni superiori ai limiti normativi (D.M. 05/02/98) per Cr, Ni, Pb.

L'aumento di lisciviabilità potrebbe essere attribuibile ad un aumento della porosità a seguito dell'evaporazione dell'acqua interstiziale, ipotesi confermata dal fatto che i campioni hanno perso il 30% in peso; è da escludere che tale aliquota sia dovuta ad un degradazione della sostanza organica in quanto la prova è stata eseguita ad una temperatura costante di 200°.

Le prove di stress meccanico hanno mostrato minor rilascio di contaminanti negli eluati rispetto a quelle termiche, confermando la non dipendenza tra la lisciviabilità e l'aumento di superficie esposta, conseguenza della fessurazione dei campioni.

A seguito delle osservazioni effettuate possiamo concludere che la tecnica di bonifica utilizzata ha avuto un'ottima efficienza ed il prodotto finale ha concentrazioni di rilascio al di sotto dei limiti definiti dal D.M. 05/02/1998 per quasi tutti i parametri.

Questo risultato ha contribuito fortemente a rafforzare l'ipotesi di un possibile riutilizzo dell'inerte come MPS anche se il D.M. 05/02/1998 non prevede che il suolo contaminato sottoposto a pre-trattamento rientri nelle classi di materiali riciclabili.

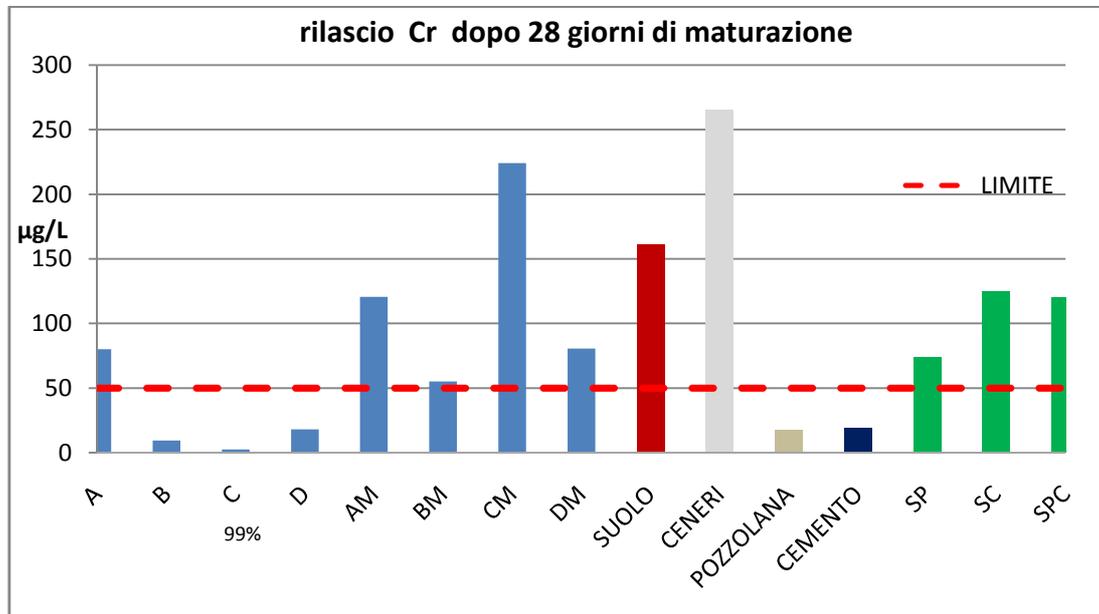


Fig.1 rilascio di Cr di tutte le miscele sottoposte a test di cessione