POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

"Caratterizzazione fisica-chimico di tailings invecchiati artificialmente"

Original
"Caratterizzazione fisica-chimico di tailings invecchiati artificialmente" / Bella, Gianluca; Barbero, Monica; Barpi, Fabrizio; Esposito, Terezinha; Lameiras, Fernando Soares. - STAMPA. - (2016). (Intervento presentato al convegno 6° IAGIG Incontro Annuale dei Giovani Ingegneri Geotecnici tenutosi a Verona (IT) nel 20-21 maggio 2016).

Availability:
This version is available at: 11583/2644165 since: 2016-06-21T12:56:16Z

Publisher:

Published
DOI:

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

16 April 2024

CARATTERIZZAZIONE FISICO-CHIMICA DI TAILINGS INVECCHIATI ARTIFICIALMENTE

Gianluca Bella[1], Monica Barbero[1], Fabrizio Barpi[1], Terezinha Esposito[2] e Fernando Soares Lameiras[3]

(1) Politecnico di Torino, Torino, Italia

(2) Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasile

(3) Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear, Belo Horizonte, Brasile

VI Incontro Annuale Giovani Ingegneri Geotecnici (I.A.G.I.G.)

VI Incontro Annuale Giovani Ingegneri Geotecnici (I.A.G.I.G.) – Verona, 20-21 maggio 2016

Abstract

La presente ricerca presenta i risultati di un'indagine sperimentale di caratterizzazione chimica e fisica condotta sui materiali di risulta di coltivazioni minerarie (tailings), fuoriusciti dai bacini di decantazione di Stava (Trentino Alto Adige, Italia) in seguito al loro collasso avvenuto nel luglio 1985. Viene proposto il metodo dell'irradiazione con raggi gamma come tecnica di invecchiamento accelerato al fine di simulare sperimentalmente uno dei processi di invecchiamento naturali agenti sui tailings deposti nel bacino una volta terminate le attività estrattive: l'esposizione nel lungo termine alle radiazioni solari ultraviolette. L'invecchiamento è stato quindi simulato mediante bombardamento con raggi gamma su campioni umidi e secchi al fine di studiare, prima e dopo il trattamento, eventuali modificazioni chimiche e fisiche del terreno che a loro volta possono influenzare le proprietà meccaniche e idrauliche dei tailings deposti.

La sperimentazione è stata condotta presso il Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear di Belo Horizonte (Brasile). La caratterizzazione fisica è stata effettuata mediante la tecnica laser, l'ultrapicnometro ad elio, la tecnica di adsorbimento di gas e la microscopia a scansione elettronica che hanno permesso, rispettivamente, la determinazione della curva granulometrica, della densità reale, della superficie specifica e della porosità interna prima e dopo il trattamento. La caratterizzazione chimica del materiale è stata effettuata mediante la fluorescenza a raggi X, la diffrattometria a raggi X, la tecnica della spettroscopia di raggi X a dispersione e la spettroscopia a raggi infrarossi. Mentre è stata rilevata una certa stabilità nella composizione chimica, sono stati osservati lievi cambiamenti in alcune proprietà fisiche prima e dopo il trattamento in termini di granulometria, porosità interna e superficie specifica.

Materiale

Il materiale originale, consistente negli scarti dell'estrazione di fluorite dei bacini minerari della Val di Stava, è costituito da una frazione grossolana (sabbiosa) ed una più fine (limosa) le cui caratteristiche geotecniche sono riportate nella **Tabella 1**.

E' stato analizzato un campione (1) di 1kg costituito dalla frazione limosa passante il setaccio ASTM n° 200. Prima del trattamento, il materiale è stato essiccato 24 ore a 120° C e quindi sottoposto ai test di caratterizzazione. Dal campione (1) è stato ottenuto un secondo campione (2) di 500g, che è stato poi sottoposto al trattamento in forma di materiale sciolto e secco ed un terzo campione (3) di 500g che è stato invecchiato in forma umida, con un contenuto d'acqua pari al limite liquido.

		Limo	Sabbia
G_S	[-]	2,828	2,721
w_L	[%]	27,4	
w_P	[%]	18,0	
IP	[-]	9,4	

***Tab. 1**. Sinistra: proprietà geotecniche (Carrera, 2008).*
***Fig. 1**. Destra: campione (2) prima del trattamento gamma.*

Caratterizzazione Fisica

Granulometria con tecnica laser

Prima e dopo il trattamento sia a secco che per via umida, si osserva una variazione di granulometria, ottenuta con tecnica laser, che comporta una diminuzione del 3% in volume delle particelle con diametro 19÷100μm e un corrispondente aumento di quelle comprese tra 0,5μm e 10μm

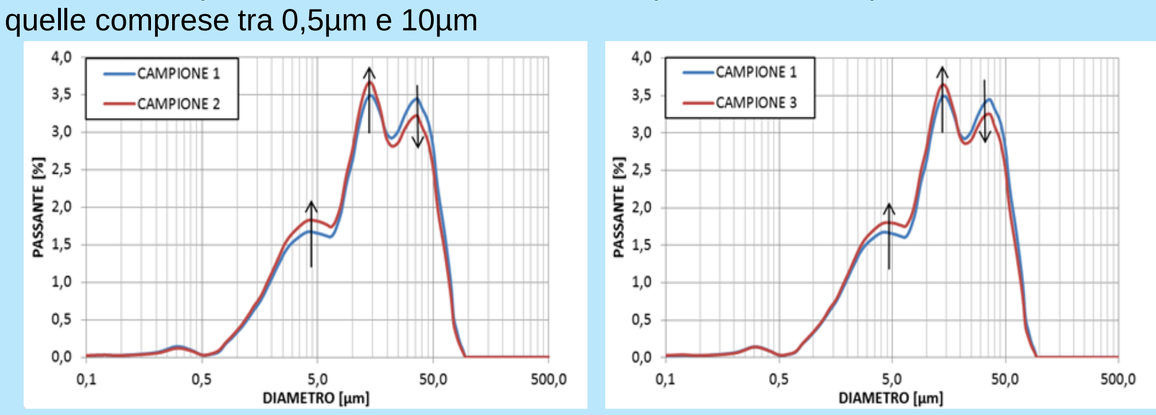

***Fig. 3**. Distribuzioni granulometriche non cumulate per i campioni (1), (2) e (3).*

Microscopia a scansione SEM

I grani, prima e dopo il trattamento, hanno lo stesso fattore di circolarità di circa 0,7, ma si differenziano in termini di area e diametro medi. Valori maggiori sia di superficie che di diametro si hanno nel materiale non invecchiato, a conferma di quanto ottenuto mediante la precedente granulometria laser.

Ultrapicnometria ad elio e tecnica dell'adsorbimento

Mentre la densità reale si mantiene su valori costanti pari a 2,9 g/cm^3, per i campioni (2) e (3) si rileva un incremento del 13% e 16% della porosità interna rispetto al materiale non invecchiato. Analogamente, aumenti della superficie specifica di circa il 6% e il 10% si hanno i campioni (2) e (3), rispetto al campione (1).

Irraggiamento gamma

Il naturale invecchiamento sul materiale deposto in sito, sottoposto alla radiazione ultravioletta (frequenza, $f_\gamma=3\cdot10^{20}$Hz), è stato simulato mediante l'esposizione accelerata dei campioni (2) e (3) al bombardamento con raggi gamma (frequenza, $f_{UV}=10^{16}$Hz).

		Campione (2)	Campione (3)
Tempo di esposizione, t_γ	[giorni]	7	7
Energia fotonica, E_γ	[MeV]	1,17÷1,33	1,17÷1,33
Dose energetica assorbita	[kGy]	1000	1000
Distanza dalla sorgente, d	[m]	0,0	0,0
Sorgente radioattiva		Cobalto-60	Cobalto-60

***Tab. 2**. Caratteristiche della radiazione gamma sui campioni (2) e (3).*
***Fig. 2**. Destra: campione (2) dopo il trattamento gamma.*

L'energia fotonica imposta E_γ, l'attività A_γ della sorgente radioattiva utilizzata e il suo volume ($V_{S.R.}$) hanno permesso il calcolo dell'intensità I_γ della radiazione gamma che risulta 136 volte superiore all'intensità della radiazione ultravioletta:

$$I_\gamma = \frac{P_\gamma}{V_{S.R.}} = \frac{A_\gamma\ E_\gamma}{\pi\ \Phi\ h} = \frac{30000\ \ 3{,}7\ \ 10^{10}\ \ 1{,}2\ \ 10^{6}}{\pi\ \ 20\ \ 100} = 3{,}39\ \ 10^{-2}\,\frac{W}{cm^2}$$

Il tempo d'esposizione t_γ ha permesso il calcolo della densità energetica ρ_γ. Il tempo d'esposizione solare t_{sun}^{UV} corrispondente alla stessa densità energetica ρ_{sun}^{UV} di raggi UV ($\rho_\gamma = \rho_{sun}^{UV}$) è stato quindi ricavato come:

$$t_{sun}^{UV} = \frac{\rho_{sun}^{UV}}{I_{sun}^{UV}} = \frac{5{,}7}{250\ \ 10^{-6}} = 22400h \cong 2{,}6anni$$

L'attività ionizzante della radiazione gamma nella materia è pari a 50÷500ioni/cm: cautelativamente, si assume un valore di circa 50ioni/cm. Poiché l'attività ionizzante della radiazione ultravioletta è di 1÷2ioni/cm, il tempo t_{sun}^{UV} deve essere ancora moltiplicato per un fattore correttivo almeno pari a 25, fornendo un tempo equivalente di invecchiamento di 70 anni circa. La profondità d'efficacia L è stata calcolata invertendo la relazione esponenziale di Lambert-Beer che la lega all'intensità della radiazione incidente I_0, all'intensità trasmessa I ed allla composizione chimica del materiale assorbente. Si è ottenuta una profondità di penetrazione pari a 1m. Tale valore indica lo spessore di terreno interessato dagli effetti da una radiazione gamma equivalente e dunque la profondità entro la quale eventuali variazioni chimico-fisiche possono avere luogo.

Caratterizzazione Chimica

I campioni (1), (2) e (3) sono stati sottoposti a prove diffrattometriche (XRD) e di fluorescenza ai raggi X (XRF) per valutare la presenza di strutture cristalline e la composizione mineralogica. Le principali strutture cristalline sono riconducibili a fluorite, quarzo, calcite, muscovite, rutile e dolomite in concentrazioni pressoché inalterate prima e dopo l'invecchiamento.

Un'ulteriore analisi mediante la tecnica della spettroscopia a infrarossi (FTIR) è stata condotta su tutti i campioni. Oltre a confermare la presenza dei medesimi elementi osservati in precedenza, gli spettri dei campioni (2) e (3) evidenziano nuovi picchi legati alla creazione di legami chimici del tipo C-H o C-H_3 e Si-Al-O.

Conclusioni

Si sono eseguite delle prove di invecchiamento accelerato su campioni di tailings, utilizzando la tecnica del bombardamento con raggi gamma con l'obiettivo di simulare l'eventuale degrado naturale dovuto all'esposizione ai raggi solari UV. Variazioni nel tempo delle caratteristiche fisiche e chimiche quali la superficie specifica e la granulometria dei materiali, potranno influenzare le proprietà meccaniche e idrauliche del materiale, fornendo utili informazioni in merito al suo comportamento a lungo termine già in fase di progettazione.

Un'esposizione dei tailings equivalente a circa settanta anni di irraggiamento UV è stata simulata mediante il bombardamento ininterrotto con raggi gamma. Le analisi fisiche hanno permesso di osservare cambiamenti in termini di distribuzione granulometrica dopo l'irradiazione del campione sia secco che umido, una riduzione di superficie e diametro medio dei grani dopo il trattamento, un aumento della superficie specifica ed un aumento del valore di porosità interna ai grani. Dal punto di vista chimico, le analisi diffrattometriche, fluorescenza e SEM hanno evidenziato modesti cambiamenti di concentrazione degli elementi costituenti prima e dopo i trattamenti. Dopo l'invecchiamento, la spettroscopia a infrarossi ha evidenziato picchi dovuti alla presenza di nuovi legami chimici.

Bibliografia

1. Carrera A. (2008). Mechanical behaviour of Stava tailings. Ph.D. thesis, Politecnico di Torino.
2. Laxman C. and Dayanand R. (2012). Attenuation Coefficient Measurements of Soil Samples by Gamma ray Energy. Research J. of Chemical Sciences, Vol. 1(9): 41-48.
3. Pinto L.C.M. (1996). Quantikov: Um Analisador Microestrutural Para o Ambiente Windows, Ph.D. Thesis, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), São Paulo.