

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Geotecnica ed Ambientale

**TESI DI LAUREA SPECIALISTICA IN INGEGNERIA PER L'AMBIENTE
E IL TERRITORIO**

**RIQUALIFICAZIONE MORFOLOGICA E RICOPRIMENTO FINALE
DELLA DISCARICA DI PAENZANO**

Relatore

Ch.mo Prof. Ing. Massimiliano Fabbicino

Correlatore

Ch.mo Prof. Ing. Giovanni Perillo

Candidato

Gori Lombardi
Matr. 324/240

Anno Accademico 2010 – 2011

ABSTRACT

La tesi ha come oggetto la ricomposizione morfologica, la copertura finale (capping) e gli interventi di ingegneria naturalistica della discarica esaurita Paenzano 2. Tali interventi sono di fondamentale importanza in quanto permettono sia di ottemperare le vigenti prescrizioni normative sia di ottimizzare la gestione della discarica stessa (fase di gestione post – operativa). La tesi risulta così strutturata.

Nel primo capitolo sono stati fatti degli accenni circa la normativa vigente sulle discariche controllate sia a livello europeo (Direttiva 1999/31/CE), che nazionale (d.lgs n. 31 del 13 Gennaio 2003) e regionale (PRGRU), cercando di focalizzare l'attenzione sulle parti riguardanti la copertura finale delle discariche. È stato fatto riferimento, inoltre, al Decreto legge n. 196 del 26 Novembre 2010, convertito con modificazione dalla legge n.1 del 24 Gennaio 2011; tale legge è di particolare interesse in quanto autorizza l'utilizzo della FOS (frazione organica stabilizzata) in uscita dagli impianti STIR della Campania, quale materiale per la riqualificazione ambientale di cave o discariche esaurite. Nel secondo capitolo si è descritto il processo di stabilizzazione aerobica del rifiuto; in tali tecniche si sfrutta l'azione da parte di alcune famiglie di microrganismi presenti naturalmente all'interno del rifiuto, che, per svolgere le loro attività vitali, tendono a degradare il substrato organico presente all'interno del rifiuto stesso, andando sia a raggiungere lo scopo della stabilizzazione del rifiuto trattato sia lo scopo igienico sanitario (si raggiungono temperature durante il processo superiori ai 60 °C e ciò permette di abbattere la maggior parte dei microrganismi patogeni presenti all'interno del rifiuto). Nel terzo capitolo si è passati allo STIR di Tufino, in quanto è da tale impianto di trattamento che preleveremo la frazione organica stabilizzata da utilizzare come materiale di ricoprimento. Il processo cui è sottoposto il rifiuto all'interno dell'impianto mira al recupero delle seguenti frazioni merceologiche:

- un secco da utilizzare per la produzione energetica;
- una frazione organica stabilizzata ottenuta aerobicamente che potrà essere eventualmente raffinata per recuperare parte della frazione combustibile ancora presente e, successivamente, utilizzata per bonifica ambientale di cave e discariche;
- metalli ferrosi da immettere nel circuito delle materie prime secondarie;
- scarti solidi di processo da smaltire in discarica.

Il rifiuto in ingresso subisce un processo fisico – meccanico grazie al quale si divide il flusso in ingresso in due sotto – flussi: una frazione secca che viene inviata ad Acerra per la

termovalorizzazione ed una parte fine, la quale viene inviata all'interno di capannoni in cui si procede al trattamento biologico di tipo aerobico che porta alla produzione di FUTs. Il movimento dei rifiuti all'interno dello STIR è garantito grazie all'utilizzo di nastri trasportatori. Il quarto capitolo è stato dedicato all'intervento di upgrading del processo di stabilizzazione dello STIR, risultato necessario a seguito dell'emergenza rifiuti che ha colpito la nostra Regione. In tale fase emergenziale, infatti, lo STIR presentava l'aia di stabilizzazione completamente riempita da frazione umida trito – vagliata. È stato quindi necessario procedere alla realizzazione di un impianto di stabilizzazione fisso, in modo da riuscire a trattare la frazione umida fresca prodotta dal processo meccanico dell'impianto STIR. La zona che è stata interessata dall'intervento è quella del capannone MVS, poiché risultava essere l'unico capannone vuoto da frazione umida tritovagliata. Il progetto di rifunzionalizzazione ha previsto un forte rinnovamento del processo biologico di trattamento; infatti si è passati da un trattamento dinamico, con rivoltamenti continui dei cumuli, ad un processo statico. Il processo di stabilizzazione dura circa 21 gg, durante i quali, a mezzo di un processo di insufflazione d'aria a temperatura, umidità e ossigeno mantenuti costantemente sotto controllo tramite un sistema di sonde, avviene la digestione aerobica della sostanza organica.

Il principio su cui si basa l'adozione di sistemi statici è quello di non disturbare lo "status quo" all'interno del cumulo evitando anche lo "shock termico" temporaneo dei microrganismi dovuto alla perdita di calore per diffusione massiva determinata dalle operazioni di movimentazione. Nel quinto capitolo, infine, si è proceduto ad illustrare il progetto di ricomposizione morfologica e di ricoprimento finale della discarica Paenzano 2. L'intervento da realizzare prevede un ripristino ambientale della zona attraverso la rimodellazione della superficie della discarica mediante l'utilizzo di inerti miscelati alla Frazione Umida Trito - Vagliata stabilizzata (FUTs) in uscita dall'adiacente impianto STIR di Tufino, la realizzazione della copertura finale in ottemperanza alle prescrizioni del D.Lgs n.36 del 2003 e la realizzazione degli interventi di rivegetazione e di ingegneria naturalistica.

Per quanto concerne la ricomposizione morfologica sono state formulate due ipotesi ovvero un' ipotesi di massima e di minima della risagomatura, e quindi dei volumi di riporto individuati, e due alternative, A e B, di possibile miscelatura del materiale di riporto, costituito da materiale inerte + Frazione Umida Trito - Vagliata. Nell'ipotesi 1 di massima lo strato di risagomatura è di ca. 10 m, riproponendo la quota del progetto originario, in quanto si è avuto un assestamento della discarica nel corso del tempo di circa 10 m, come è stato

possibile verificare mediante rilievo topografico; inoltre le scarpate non superano i 15° di pendenza. Nell'ipotesi 2 di minima, invece, lo strato di risagomatura è di circa 4 m, con scarpate la cui inclinazione è circa pari a 13°. L'alternativa A prevede una miscelazione tale da avere un materiale di ricoprimento costituito dal 50% di materiale inerte e dal 50% di FUTs; l'alternativa B, invece, prevede una miscelazione tale da avere un materiale di ricoprimento costituito dal 75% di materiale inerte e dal 25% di FUTs.

Al fine di individuare l'inerte da miscelare alla FUTs e la miscela ottimale per realizzare la ricomposizione morfologica sono state effettuate delle prove geotecniche su quattro campioni:

- campione 1: terreno vegetale (50%) e FUTs (50%);
- campione 2: terreno vegetale (75%) e FUTs (25%);
- campione 3: sabbia (50%) e FUTs (50%);
- campione 4: sabbia (75%) e FUTs (25%).

Le prove effettuate sono state delle prove edometriche, al fine di valutare le caratteristiche di compressibilità dei campioni, e prove di taglio diretto, per stimare le loro caratteristiche resistenti.

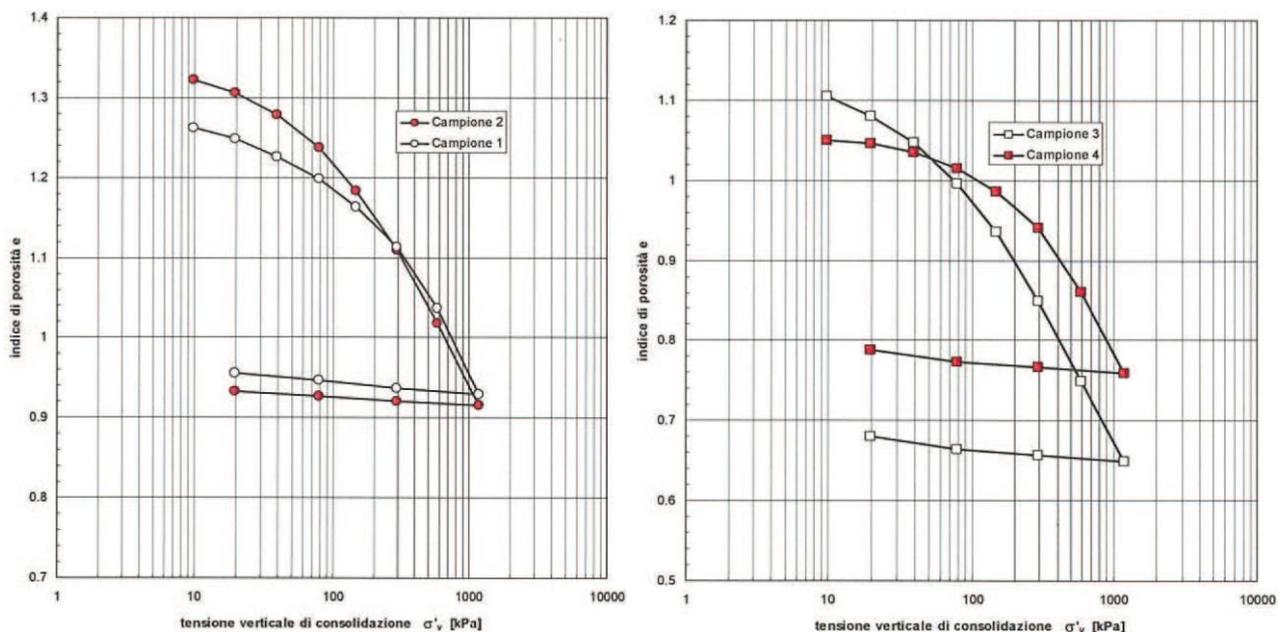


Figura 1. Confronto curve edometriche

Dal punto di vista della compressibilità, si nota un apporto benefico della FUTs quando si utilizza come inerte il terreno vegetale, nel senso che si osserva un aumento del modulo edometrico all'aumentare della percentuale di FUTs utilizzata. Tale tendenza è opposta quando si utilizza come inerte la sabbia

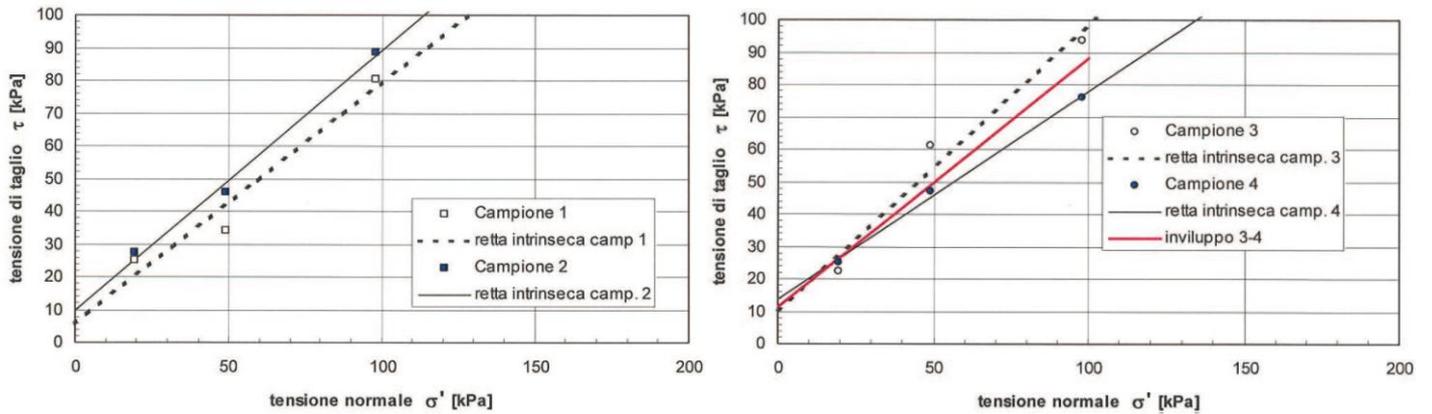


Figura 2. Curve di rottura

Invece, dal punto di vista della resistenza a rottura, si nota che i valori di coesione e dell'angolo di attrito dei campioni 3 e 4 non si discostano molto dai valori dei campioni 1 e 2.

I risultati di tali analisi geotecniche hanno portato alla scelta di terreno vegetale quale materiale inerte da miscelare al 50% con la FUTs; per tale materiale di ricoprimento è stato stimato un angolo di attrito pari a circa 35° . Inoltre è stata adottata l'ipotesi 2 di minima con risagomatura di 4 metri (oltre a 1 metro di copertura finale).

Successivamente all'intervento di ricomposizione morfologica, sul materiale di riporto e regolarizzazione, viene realizzato l'intervento di copertura finale della discarica.

La sezione tipo di copertura proposta è caratterizzata dai seguenti elementi costitutivi (figura 3) dal basso verso l'alto:

- geocomposito per il drenaggio biogas;
- geomembrana in HDPE;
- tricomposito di aggrappo, rinforzo e drenaggio;
- terreno di copertura (1 m).

SOLUZIONE ADOTTATA	cubatura stimata	Riporto inerte+ FUT			angolo massimo scarpata
		Alternativa	Riporto terreno vegetale	Riporto FUT	
Ipotesi 2 di Minima	mc 115.000	Alt. A	50%	50%	13°
			mc 57.500	mc 57.500	

Figura 3. Soluzione di progetto adottata e rispettivi volumi di riporto e percentuali di costituzione individuati

Infine, gli interventi di ingegneria naturalistica vanno attuati in quanto hanno funzioni antierosive e stabilizzanti relativamente allo strato superficiale di 1 m di copertura. Tali interventi consistono in:

- stuoie di juta su tutte le superfici con funzione antierosiva;
- viminate vive con canaletta disposte ogni 15 m sulle scarpate alternate a viminate morte con canaletta disposte ogni 15 m sulle scarpate con funzione di interruzione del ruscellamento superficiale;
- canale al piede rivestito con geostuoia tridimensionale sintetica intasata di ghiaino, bitumata ed inerbita;
- idrosemina su tutte le superfici, per la crescita del cotico erboso;
- messa a dimora di arbusti a macchia (in ragione di 1 ogni 5 m²);
- messa a dimora di alberi con funzione di mascheramento nella parte bassa di ingresso alla discarica (in ragione di 1 ogni 20 m²).

È stato altresì effettuato un calcolo sommario della spesa, per stimare i costi per la realizzazione dell'intervento progettuale (pari a 4.654.000 €). In più si sono valutati i costi

potenziali di smaltimento della FUTs che, al momento, viene smaltita fuori Regione con un prezzo medio di circa 150 € /ton e, pertanto, considerato la quantità da impiegare per la riqualificazione morfologica della discarica, pari a circa 57.500 m³, equivalenti a 46.000 tonnellate, si avrebbe un costo potenziale complessivo per lo smaltimento pari ad € 6.900.000 = (ton 46.000 x € 150,00), superiore alla spesa totale per gli interventi previsti sia di riqualificazione ambientale sia per la messa in sicurezza della stessa discarica. Dai calcoli effettuati si evince, a dimostrazione di quanto abbiamo appena detto, che c'è un risparmio da parte dell'amministrazione di circa 2.250.000,00 euro. In conclusione l'intervento progettuale è stato fondamentale in quanto permette:

- di rispettare la normativa vigente;
- di ottimizzare la gestione della discarica nella sua fase post – operativa;
- un risparmio da parte dell'amministrazione di circa 2.250.000 €.