



L'impermeabilizzazione nella progettazione: concetto "chiave" per il rispetto della "sostenibilità ambientale", principio a cui la realizzazione deve sottostare

I GEOCOMPOSITI BENTONITICI

A BASE CALCICA NELL'IMPERMEABILIZZAZIONE DELLE DISCARICHE

Andrea Valente*
Alberto Simini*

Il problema dell'impermeabilizzazione nell'ambito della progettazione di una discarica è uno dei più delicati da risolvere. Rappresenta, infatti, uno dei concetti "chiave" da focalizzare nell'ottica del rispetto della cosiddetta "sostenibilità ambientale", principio a cui la realizzazione di una discarica deve sottostare.

Il Decreto Legislativo n° 36 del 2003 afferma che, per le discariche di qualsiasi tipo di rifiuto (inerte, pericoloso e non pericoloso), "L'ubicazione e le caratteristiche costruttive di una discarica devono soddisfare le condizioni necessarie per impedire l'inquinamento del terreno, delle acque sotterranee e delle acque superficiali e per assicurare un'efficiente raccolta del percolato".

Per quanto riguarda il fondo di una discarica, ciò può essere realizzato mediante la combinazione di una "barriera geologica naturale" e di un rivestimento impermeabile, in aggiunta a un sistema di drenaggio del percolato. Inoltre, una volta esaurita la capacità della discarica, devono essere minimizzate le infiltrazioni d'acqua meteorica mediante la realizzazione di una copertura (il cosiddetto "capping"). In pratica, cioè, bisogna evitare la possibilità che l'acqua (meteorica o di falda) penetri nel corpo della discarica (dalla copertura o dal fondo) e possa poi uscirne liberamente portando con sé delle sostanze inquinanti per i terreni e la falda nell'intorno del corpo della discarica.



Figura 1 - La posa del NaBento® per la realizzazione del "capping" di una discarica

La cosiddetta "barriera geologica naturale" consiste in una formazione geologica naturale avente un coefficiente di permeabilità "k" minore di 10^{-9} m/s per uno spessore che può variare da uno a cinque metri a seconda del tipo di discarica; lo stesso decreto citato in precedenza prevede che: "Qualora la barriera geologica non soddisfi naturalmente le condizioni di cui sopra, può essere completata artificialmente attraverso un sistema barriera di confinamento opportunamente realizzato che fornisca una protezione equivalente".

I geocompositi bentonitici

Negli ultimi vent'anni, i geocompositi bentonitici (GCL - Geosynthetic Clay Liner) sono stati utilizzati come strato artificiale di completamento del sistema barriera per il fondo, come elemento impermeabilizzante per il capping nel caso delle discariche, ma anche per l'impermeabilizzazione del fondo di laghetti artificiali e, più in generale, in ingegneria idraulica.

Tradizionalmente, l'integrazione di una barriera geologica in discarica consiste nella posa di più strati compattati di argilla di permeabilità adatta con spessori che, a seconda dei casi, possono arrivare anche a un paio di metri. Questo tipo di lavorazione implica il reperimento di notevoli quantità di materiale da cave, il trasporto a volte per molti chilometri mediante automezzi, tempi di posa abbastanza lunghi: tutto ciò

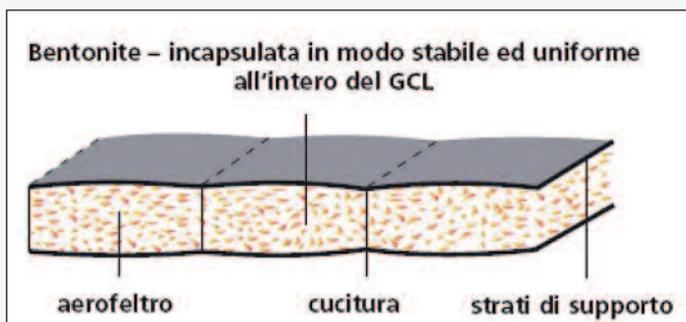


Figura 2 - Lo schema di un geocomposito bentonitico cucito



comporta il dispendio di grandi quantità di energia e, di conseguenza, un impatto ambientale di non poco conto.

L'utilizzo di uno strato di argilla più fine ma dotato di un coefficiente di permeabilità minore può ovviare a tutto ciò e risultare quindi la scelta più redditizia dal punto di vista economico e ambientale. Il vantaggio di un geocomposito bentonitico rispetto a uno strato di argilla tradizionale sta proprio nel fatto di avere un coefficiente di permeabilità dell'ordine di 10^{-11} m/s (a una pressione di confinamento di circa 30 kPa) con uno spessore ridotto (5-10 mm): da un lato quindi si risparmiano il reperimento e il trasporto di una notevole quantità di materiale, dall'altro si guadagnano metri cubi di volume utile di discarica. Un geocomposito bentonitico è costituito da due strati di geosintetico (del tipo tessuto e/o tessuto-non-tessuto) tra i quali è racchiuso uno strato di bentonite, con una quantità almeno pari a 4,5 kg/m².



Figura 3 - Alcune tipologie di geocompositi bentonitici



Figura 4 - Un esempio di sormonto realizzato con bentonite in pasta



Figura 5 - Un esempio di sormonto realizzato con bentonite in polvere

Il geocomposito è prodotto in rotoli e ha quindi tempi di posa molto ridotti; inoltre, non necessita di compattazione; invece, per quanto riguarda la sigillatura tra i teli, essa può essere ottenuta per semplice sormonto laterale con interposto uno strato di bentonite in polvere o in pasta. La bentonite è un'argilla naturale derivata dall'alterazione di rocce effusive vetrose e composta per il 70-90% da montmorillonite, minerale dotato di una particolare struttura cristallina lamellare a tre strati; i geocompositi bentonitici vengono comunemente realizzati con bentonite sodica, ossia il sodio è prevalente rispetto agli altri ioni presenti.

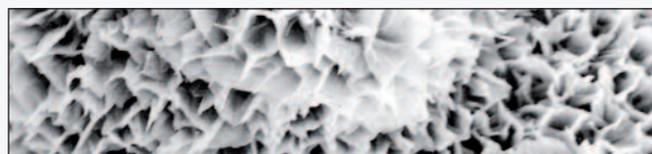


Figura 6 - Un dettaglio al microscopio della montmorillonite

La bentonite sodica ha la caratteristica di assorbire notevoli quantità d'acqua (400-700%), la quale a contatto con essa ne causa il suo rigonfiamento (volume in espansione libera di più di 25 ml/2 g); grazie però alla pressione di confinamento alla quale è soggetta in sito - dovuta ai carichi verticali - i pori al suo interno vengono completamente riempiti, garantendo così un basso valore di permeabilità al geocomposito. Queste proprietà assicurano al geocomposito bentonitico un efficace effetto impermeabilizzante, quando sottoposto a una corretta pressione di confinamento, anche in costante presenza d'acqua.

Lo "scambio ionico"

Una volta posato, il geocomposito bentonitico a base sodica è soggetto ad alcuni fattori di tipo fisico, chimico e biologico che causano un degrado delle sue caratteristiche. I fattori più importanti sono il suolo stesso (sia dal punto di vista della composizione chimica sia dal punto di vista dello spessore presente come ricoprimento del geocomposito) e le condizioni climatiche. Alcune indagini, soprattutto in Germania e negli Stati Uniti su campioni di geocomposito prelevati dal terreno e analizzati dopo alcuni anni di servizio, hanno dimostrato un incremento del valore della permeabilità e una diversa concentrazione di ioni presenti nel geocomposito rispetto al materiale originale.

In pratica, gli ioni Ca²⁺ presenti nel terreno tendono a sostituire gli ioni Na⁺ presenti nella bentonite (anche completamente): si tratta del cosiddetto fenomeno dello "scambio ionico". Nei terreni naturali la presenza di ioni Ca²⁺ è normale, quindi lo scambio ionico tra Na⁺ e Ca²⁺ è, in maggiore o minore misura, comunque inevitabile.

Dato che, comunque, nei terreni naturali la presenza di ioni Ca²⁺ è normale, lo scambio ionico tra Na⁺ e Ca²⁺ è, in maggiore o minore misura, inevitabile. Il fatto che la bentonite sodica possa diventare in parte o del tutto una bentonite calcica causa una perdita fino a due terzi della capacità di assorbimento d'acqua e del potere di rigonfiamento in volume, fattori che comportano la formazione di fessure diffuse dovute al ritiro del materiale. Tutto questo porta alla riduzione della sua capacità di impermeabilizzazione.

I geocompositi bentonitici a base calcica

Il problema dello scambio ionico può essere evitato utilizzando direttamente la bentonite calcica come materiale di riempimento del geocomposito bentonitico al posto di quella sodica.

A partire dal 1997, la Huesker GmbH ha sviluppato il geocomposito bentonitico NaBento® L-C. Esso racchiude tra due strati di geosintetico tessuto in polipropilene uno strato di aerofeltro leggero che ha lo scopo di trattenere una miscela di bentonite calcica; tutto è mantenuto assieme grazie a una cucitura parallela molto fitta lungo tutta la superficie. Da un punto di vista pratico, la principale differenza nell'uso della bentonite calcica in luogo di quella sodica sta nel fatto che per la calcica è necessaria una quantità di bentonite per metro quadrato di geocomposito pari a circa 10 kg, cioè quasi il doppio, per avere le stesse caratteristiche di permeabilità della sodica. Studi e test realizzati sulla bentonite calcica in questi anni hanno constatato che essa neutralizza i rischi e gli effetti negativi dello scambio ionico; infatti, le caratteristiche del NaBento® L-C non cambiano quando si trova a contatto con gli ioni calcio presenti nel terreno. Nei geocompositi bentonitici a base calcica non avviene quella sinergia di effetti particolarmente negativi tra scambio ionico e ritiro dovuto all'essiccamento.

Quando si trova a contatto con gli ioni calcio presenti nel terreno. Nei geocompositi bentonitici a base calcica non avviene quella sinergia di effetti particolarmente negativi tra scambio ionico e ritiro dovuto all'essiccamento.



La bentonite calcica, infatti, ha una capacità di assorbimento d'acqua e un rigonfiamento in volume minori rispetto a quella sodica e, di conseguenza, un contenuto d'acqua proporzionalmente minore; ciò implica che il NaBento® L-C necessita di meno acqua per rigonfiarsi ed è, per logica, meno sensibile alla riduzione di contenuto della stessa. L'effetto finale è quello di avere una tendenza al ritiro e alla fessurazione minori rispetto ai geocompositi bentonitici a base sodica.



Figura 7 - La posa del NaBento® RL-C con una pendenza rilevante



Figura 8 - Il geocomposito bentonitico deve resistere alle sollecitazioni di taglio anche nella fase di ricoprimento con il terreno



Figura 9 - La superficie del NaBento® RL-C

I geocompositi bentonitici a superficie ruvida

Nel caso in cui, ad esempio, si dovesse realizzare una barriera di confinamento per le sponde inclinate di una discarica, in fase di progettazione è molto importante valutare la stabilità di tutta la sequenza di strati che compongono il sistema barriera (geosintetici e terreni). Questo significa determinare l'interfaccia critica tra ogni strato di cui la barriera è composta (geocomposito bentonitico, membrana in HD-PE, geocomposito drenante, eventuali geogriglie di rinforzo, georeti con funzione di antiscivolamento, strati di argilla di ricoprimento, ecc.) in modo da individuare le potenziali superfici preferenziali di scorrimento che potrebbero mettere in crisi la stabilità del pendio. E' chiaro però che un'ulteriore superficie da verificare è proprio quello all'interno del geocomposito bentonitico.

A questo proposito il NaBento® è un materiale adatto a essere utilizzato in scarpate molto acclivi (pendii con inclinazione superiore a 2:3), poiché possiede un angolo di resistenza al taglio interna superiore a 38°.

Una delle interfacce critiche da verificare ai fini della stabilità è quella di contatto tra il terreno e la superficie del geocomposito bentonitico stesso.

A questo proposito la Huesker GmbH ha sviluppato un particolare metodo di irruvidimento dei geosintetici di supporto, ricoprendoli con uno strato di graniglia che conferisce al materiale elevati angoli di attrito superficiale.

Ne consegue che l'angolo d'attrito superficiale del geocomposito bentonitico ha un valore che raggiunge quello dei materiali di ricoprimento tipo argilla o sabbia e si assiste anche a un miglioramento del valore di resistenza al danneggiamento meccanico del materiale. Il ricoprimento crea, inoltre, un'ulteriore barriera all'acqua permettendo così la posa del materiale anche in presenza di pioggia.

Questo trattamento superficiale aiuta altresì a prevenire l'essiccazione del geocomposito, fenomeno dovuto, ad esempio, a uno spessore di ricoprimento troppo ridotto del materiale, che potrebbe creare ritiro generando possibili fessurazioni dello stesso e quindi una parziale riduzione della sua capacità impermeabilizzante. ■

* *Ingegnere Civile dell'Ufficio Tecnico della Huesker Srl*

BIBLIOGRAFIA

- [1]. N. Alexiew - "New Perspectives for geosynthetic clay liners using calcium bentonite", Eurogeo 2000, Proceedings of the second European geosynthetics conference, AGI-IGS, Bologna, 15 October 2000.
- [2]. D.Lvo. 13 Gennaio 2003, n° 36: "Attuazione della Direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti", Gazzetta Ufficiale n° 59, 12 Marzo 2003, Supplemento Ordinario n° 40.