

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI
“FEDERICO II”**

FACOLTÀ DI INGEGNERIA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA

GEOTECNICA



TESI DI LAUREA

**L'uso dei Geosintetici nella Stabilizzazione
dei pendii**

Relatore:

Ch.mo Prof. Ing.

Gianfranco Urciuoli

Candidato:

Luigi Bordo

Matr.: 518/392

ANNO ACCADEMICO 2010/2011

I Geosintetici sono un prodotto industriale in cui ci sia almeno una componente costituita da un polimero naturale o sintetico a cui vengono aggiunti bio-stabilizzatori e UV stabilizzatori per conferire ai materiali caratteristiche di durabilità e resistenza nei confronti degli agenti atmosferici e delle radiazioni UV.

Le principali caratteristiche di questo tipo di polimeri sono la resistenza alle azioni meccaniche e l'adattabilità a forme e geometrie anche articolate.

Essi vengono generalmente utilizzati come filtro, drenaggio e posti a contatto con il terreno e/o con altri materiali, e grazie ad essi è possibile risolvere numerosi problemi legati all'instabilità di versante in modo da soddisfare al meglio le esigenze di stabilità strutturale, di ricostruzione del manto vegetale di protezione dall'erosione e rinforzo (incremento della capacità portante di fondazioni superficiali e incremento dei parametri geotecnici) dei terreni. Pertanto trovano principale applicazione nell'ingegneria geotecnica e civile e sono generalmente utili nelle applicazioni di ingegneria naturalistica.

E raccomandazioni di riferimento dei geotessili, recepite in Italia, sono contenute nella **UNI EN ISO 10318:2005 "Geosintetici - Termini e definizioni"**.

I prodotti geosintetici si suddividono in:

- **Geotessili:** sono manufatti permeabili e filtranti disponibili in fogli, strisce e pannelli e possono essere di tipo tessuto, tessuto a "maglieria" e non tessuto.
- **Geocelle:** costituite da celle giustapposte prodotte per assemblaggio o estrusione di strisce di materiali sintetici di altezza pari a circa 100 mm, che realizzano una struttura a nido d'ape o similare.
- **Geogriglie:** sono prodotti che per la loro particolare struttura svolgono una funzione di rinforzo tale da esercitare un effetto cerchiante rispetto alle particelle di terreno che trovano alloggio nelle aperture della geogriglia stessa.
- **Geostuoie:** sono costituite da filamenti di materiali sintetici (polietilene ad alta densità, poliammide, polipropilene od altro), aggrovigliati in modo da formare uno strato molto deformabile dello spessore di 10-20 mm, caratterizzato inoltre da un indice dei vuoti assai elevato (mediamente superiore al 90%).
- **Biostuoie:** sono costituite da fibre naturali (paglia, cocco, sisal, etc.), in genere contenute tra reti di materiale sintetico (tipo polipropilene o poliammide) o naturale (tipo juta).
- **Biotessili:** sono costituiti da fibre naturali (tipo juta e cocco) assemblate in modo da formare una struttura tessuta, aperta e nello stesso tempo relativamente deformabile, in grado di ben adattarsi al supporto.
- **Georeti:** sono strutture a maglia costituite da due serie sovrapposte di fili (di spessore compreso tra 3 e 15 mm) in modo da formare aperture regolari costanti (10 e 20 mm d'ampiezza). Spesso applicate congiuntamente a geotessili come filtri e/o geomembrane come elementi di tenuta.
- **Geocompositi:** sono costituiti da elementi omogenei o da elementi compositi. Nel primo caso si tratta di elementi sintetici stampati con profilo particolare, in

modo da consentire la massima capacità drenante nel caso siano posti a contatto con superfici piane (muri di sostegno, sottofondazioni, etc.).

Nel secondo caso (elementi compositi) sono costituiti dall'associazione in fase di produzione di uno strato di georete (o di geostuoia o di elemento stampato) racchiuso tra 2 strati di geotessile: la georete (o la geostuoia o l'elemento stampato) ha funzione drenante ed i due geotessili hanno funzione filtrante, o da una georete (o geostuoia o elemento stampato) con funzione drenante (trasmissione dei fluidi) e da una geomembrana con funzione di barriera.

- **Geomembrane:** sono materiali impermeabili disponibili in forma di manufatti laminari, che possono essere sintetici o bituminosi. La differenza tra questi prodotti risiede nella differente struttura e trama di cui sono costituiti.

I geosintetici, in riferimento alla loro struttura e tipologia possono assolvere a numerose funzioni nell'ambito dell'ingegneria geotecnica e civile in genere, quali:

- *funzione di filtrazione, drenaggio ed impermeabilizzazione:* i geotessili generalmente possiedono una buona permeabilità tale da consentire il flusso dell'acqua circolante nel terreno e da impedire la formazione di sovrappressioni neutre. Inoltre, in funzione della trama sono tali da evitare l'eccessiva migrazione delle particelle fini attraverso il piano del geotessile stesso.
- *funzione di rinforzo:* infatti quando vengono applicati, soprattutto per lavori stradali e per la sistemazione di versanti e pendii, svolgono una funzione di consolidamento profondo. Inoltre il loro utilizzo produce una riduzione dello spessore della struttura portante (massicciata) che a sua volta genera una riduzione dei costi e della manutenzione futura dell'opera.
- *funzione di separazione:* i geotessili sono utilizzati tra corpi aventi differenti caratteristiche chimiche o meccaniche evitandone, così, la contaminazione.
- *funzione di protezione:* viene esplicata mediante la ritenzione del terreno o della vegetazione di copertura e l'ancoraggio delle radici. Si ottiene in tal modo la stabilizzazione ed il controllo dell'erosione del terreno e dell'infiltrazione delle acque.

Prima di passare all'esame delle applicazioni dei geosintetici nell'ambito dell'ingegneria geotecnica ed in particolare della sistemazione dei versanti in erosione o in frana si ritiene utile richiamare alcuni concetti sui predetti fenomeni erosivi.

L'erosione del terreno è un processo naturale e consiste nel fenomeno di asportazione del materiale che costituisce lo strato superficiale da parte dell'acqua e del vento.

Tale processo avviene attraverso azioni meccaniche e chimiche la cui dinamica può dipendere dall'attività combinata di numerosi fattori quali il clima, il tipo di terreno, l'idrologia, la vegetazione e le colture, nonché i sistemi di lavorazione e di coltivazione dei terreni.

Tale fenomeno fisicamente è funzione di:

- Intensità di pioggia
- Dimensioni della goccia

- Energia cinetica

Per quanto concerne i fenomeni franosi superficiali essi consistono in un rapido spostamento di massa che coinvolge rocce, detriti o terre il cui centro di gravità si muove verso valle al fine di raggiungere una posizione di minima energia potenziale. Le cause dei movimenti franosi possono essere distinte in cause strutturali o predisponenti, prevalentemente connesse ai fattori geologici, morfologici e idrogeologici, e in cause occasionali o determinanti (o scatenanti), prevalentemente connesse ai fattori climatici, vegetazionali, antropici ed al manifestarsi di eventi sismici o vulcanici.

I geosintetici sono prodotti che seppur nati per utilizzi vari nel campo della geotecnica, che ne assorbe una quota determinante della produzione, stanno diventando, per le loro caratteristiche funzionali che abbiamo appena esaminato, sempre più indispensabili anche in numerose altre applicazioni edilizie.

Questi prodotti in definitiva garantiscono ottime prestazioni, senza comportare un forte impatto ambientale e paesaggistico.

Le ottime prestazioni sono dimostrate dal fatto che l'interposizione di geosintetici nelle terre poste a rilevato permette pendenze fino al 70%. Essi offrono inoltre la possibilità di impiegare terre di scarsa qualità, evitando ulteriori costi e sprechi di terre pregiate e realizzando opere praticamente esenti da manutenzione.

Nel campo geotecnico l'uso è indirizzato verso numerose applicazioni ed in particolare nel campo delle opere di sostegno, stabilizzazione dei pendii, discariche, opere in gallerie, tunnel, opere sotterranee, contromuri interrati e muri di sostegno, piazzali, parcheggi, giardini, campi sportivi, in basi stradali, massicciate ferroviarie, etc.. In particolare le:

- **Geomembrane:** sono quelle più indicate per le opere di impermeabilizzazione.
- **Geogriglie:** sono i prodotti più utilizzati per il controllo dell'erosione ovvero del movimento dei terreni. Infatti ogni qualvolta si riprofila un versante, si espone il terreno all'azione erosiva della pioggia, resa ancora più efficace dall'assenza di una copertura vegetale protettiva. E' necessario, quindi, effettuare interventi che devono tendere a prevenire l'erosione ed a favorire lo sviluppo di una coltre vegetale protettiva.
- **Geocelle:** come le geogriglie trovano applicazione per il contenimento del terreno o di altri materiali sciolti in quanto, una volta riempite, svolgono una funzione di veri e propri contenitori dello strato riportato, evitano lo scivolamento del terreno superficiale su scarpate e pendii ed in particolare lo svuotamento nella fase più critica, quella precedente la germinazione. Tali prodotti possono essere utilizzati anche sulle scarpate a matrice vegetale, scarpate a matrice arida e rocciosa, sponde di canali in terra e corsi d'acqua, sponde impermeabilizzate di canali, laghetti e bacini artificiali.
- **Geostuoie:** sono impiegate su pendii e scarpate per migliorarne la resistenza all'erosione provocata dall'impatto delle gocce di pioggia e dalle acque di ruscellamento in modo da costituire un rinforzo superficiale nella fase di

crescita della vegetazione. Se nella struttura sono inglobate le geogriglie, queste ultime, aggrappano la base del riporto vegetale e rinforzano l'apparato radicale del manto erboso. In certi casi le geostuoie possono essere impiegate anche come elementi di protezione dall'erosione in sponde di canali o corsi d'acqua. Il loro uso in questo settore è limitato a quei progetti ove il prodotto è sottoposto a limitati carichi statici.

- **Georeti:** possono assolvere funzioni di drenaggio, cioè di trasmissione dei fluidi nel proprio spessore.
- **Geotessili:** vengono invece utilizzati per la stabilizzazione di strade pavimentate e sterrate, di ferrovie e piste di aeroporti, di grandi aree su cui gravano carichi permanenti e semi-permanenti, fondazioni superficiali di strutture, fondazioni di rilevati, argini e dighe in terra.
- **Biotessili:** proprio per la natura dei materiali costituenti, possono assolvere esclusivamente funzioni provvisorie, quali la protezione dall'erosione di pendii e scarpate durante la fase di crescita della vegetazione.
- **Geocompositi:** costituiti dall'accoppiamento di vari prodotti, vengono utilizzati principalmente per il drenaggio delle acque meteoriche sia in scarpata sia in piano, oppure in scarpata per il ripristino di frane. Questi prodotti garantiscono ottime prestazioni, senza comportare un forte impatto ambientale e paesaggistico.
- **Biostuoie:** si utilizzano su pendii e scarpate per facilitare la crescita della vegetazione definitiva e migliorare dunque le caratteristiche di resistenza all'erosione nella fase preliminare.

I materiali geosintetici si vendono in confezioni a rotoli il che rende particolarmente semplice la loro posa in opera.

Per la posa in opera lungo i pendii possono essere utilizzate tre differenti modalità:

- **Srotolamento per gravità:** su versanti poco inclinati, ancorando i materiali in sommità e lasciandoli srotolare per gravità;
- **Discesa sul versante:** su versanti non troppo inclinati, ancorando i materiali in sommità mediante un mezzo meccanico e servendosi di operai per srotolarli;
- **Srotolamento dal basso:** su versanti ripidi, ancorando i materiali in sommità mediante un cavalletto dotato di meccanismo per agevolare la rotazione. I teli si tirano dal basso, lentamente, con delle funi.

I teli vengono successivamente saldati tra loro a caldo o a freddo, la tenuta delle saldature viene esaminata attraverso prove codificate dall'apposita norma UNI 10567:2011. Talune volte, vengono fissati al terreno con dei picchetti ai quali si accompagnano dei paletti in legno di lunghezza 20-25 cm, dei quali 50 mm dovrebbero rimanere fuori terra.

Per la necessità di facilitare la libera circolazione di tale tipo di prodotti all'interno dell'Unione Europea è nata l'esigenza di una normativa unitaria, del cui utilizzo si occupa il comitato europeo (CEN), istituito dall'Unione Europea stessa ed i cui

membri sono gli Enti Normativi Nazionali, (UNI per l'Italia), di 19 Stati europei assieme ad ulteriori sei Associazioni operanti a livello europeo.

Sui geosintetici sono state redatte, ad oggi, 91 norme con le quali sono state codificate le modalità di applicazione, le prove di collaudo, le caratteristiche fisiche e meccaniche. Le stesse norme sono rivolte ai laboratori per svolgere attività di prova su tali materiali, nonché ai produttori, per definire le regole per la fabbricazione secondo la "regola dell'arte".

I geosintetici, quindi, come abbiamo visto, assumono sempre più un ruolo fondamentale in considerazione sia dell'evoluzione delle tecnologie produttive che della messa in commercio di materiali innovativi. È necessario però tenere presente che il loro utilizzo, se pur di grande aiuto, richiede una profonda conoscenza delle loro caratteristiche e potenzialità e che un errato loro impiego comporterebbe in alcuni casi l'aggravamento della situazione e la mancata riuscita dell'intervento.