

Linee guida per la scelta dei materiali da costruzione

1. Premessa normativa

Nella redazione di quelle che sono le specifiche tecniche dei materiali che possono essere previsti nella progettazione e nella realizzazione delle opere di difesa del suolo è fondamentale e necessario tenere in considerazione innanzi tutto la Direttiva CEE 89/106 del 21 Dicembre 1988, relativa al "ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative degli Stati Membri concernenti i prodotti da costruzione".

Per comprendere il significato e la validità di tale direttiva occorre ricordare come essa ha origine con gli inizi degli anni '80, quando presero il via i primi tentativi di eliminazione degli ostacoli per la libera circolazione dei prodotti nel mercato comune. Nacquero allora direttive piene di prescrizioni minuziose. Il sistema si rivelò ben presto poco percorribile per macchinosità, ma soprattutto contrasti con l'evolversi, rapido, del progresso tecnico.

La Comunità Europea, con Risoluzione del Consiglio dell'8 maggio 1985, stabilì un approccio differente, con direttive più agili e versatili, che ha portato alla emanazione del documento attualmente valido e recepito in Italia con il DPR 21/04/1993 n.246. Come detto, la presente Direttiva si applica a tutti i materiali da costruzione, vale a dire a qualsiasi prodotto fabbricato al fine di essere permanentemente incorporato in opere di costruzione, le quali comprendono gli edifici e le opere d'ingegneria civile.

La condizione di possibilità di impiego di un generico prodotto come prodotto da costruzione è costituita dal soddisfacimento dei Requisiti Essenziali (ER) indicati dalla direttiva 89/106.

L'insieme di tutti i possibili ER è il seguente:

1. Resistenza meccanica e stabilità;
2. Sicurezza in caso di incendio;
3. Igiene, salute, ambiente;
4. Sicurezza nell'uso;
5. Protezione contro il rumore;
6. Risparmio energetico ed isolamento termico.

Prodotto per prodotto possono essere richiesti tutti, alcuni o anche solo uno.

Tra i vari materiali da costruzione, i geosintetici sono stati tra i primi a redigere a livello Europeo delle Norme Armonizzate, vale a dire norme elaborate sulla base di un Mandato della Commissione della Comunità Europea che in base alla funzione richiesta al geosintetico ed alla applicazione per la quale il geosintetico viene proposto individuano i requisiti essenziali, indicando come queste debbano essere misurati e testati.

L'importanza di tale direttiva è fondamentale a livello di appalti e di progettazione, specie in considerazione della Direttiva CEE 18 Luglio 1989 N. 440, "*Modifica della Direttiva 71/305/CEE che coordina le procedure di aggiudicazione degli appalti di lavori pubblici*" che fornisce inequivocabili indicazioni circa le modalità di redazione dei capitolati progettuali, che devono evidentemente contenere le informazioni necessarie all'impresa per individuare sul mercato la tipologia di materiale che soddisfa i requisiti progettuali individuati dal progettista ma non devono contenere altre prescrizioni tecniche, prive di qualsiasi contenuto prestazionale, in violazione dei principi fondamentali di imparzialità della Pubblica Amministrazione, e con turbativa della libera concorrenza degli operatori presenti sul mercato. A tal proposito giova citare l'articolo 5 della direttiva,

5. In mancanza di norme europee, di benestare tecnici europei o di specificazioni tecniche comuni, le specificazioni tecniche:

a) sono definite con riferimento alle specifiche tecniche nazionali riconosciute conformi ai requisiti essenziali enumerati nelle direttive comunitarie relative all'armonizzazione tecnica, secondo le procedure previste nelle medesime e in particolare secondo le procedure previste nella direttiva 89/106/CEE del Consiglio, del 21 dicembre 1988, concernente i prodotti da costruzione;

b) possono essere definite con riferimento alle specifiche tecniche nazionali in materia di progettazione, calcolo e realizzazione delle opere e di messa in opera dei prodotti;

d) possono essere definiti con riferimento ad altri documenti.

In questo caso occorre riferirsi, in ordine di preferenza:

i) alle norme nazionali che traspongono norme internazionali accettate dal paese dell'amministrazione aggiudicatrice;

ii) alle altre norme e benessere tecnici nazionali del paese dell'amministrazione aggiudicatrice;
iii) a qualsiasi altra norma.

La direttiva stabilisce inoltre come

“.. Salvo che tali prescrizioni siano giustificate dall'oggetto dell'appalto, gli Stati membri vietano l'introduzione, nelle clausole contrattuali di un determinato appalto, di prescrizioni tecniche che menzionino prodotti di una determinata fabbricazione o provenienza o procedimenti particolari e che abbiano l'effetto di favorire o di eliminare talune imprese. È in particolare vietata l'indicazione di marche, brevetti o tipi, o quella di un'origine o di una produzione determinata; tuttavia tale indicazione accompagnata dalla menzione "o equivalente" è autorizzata quando le amministrazioni aggiudicatrici non hanno la possibilità di dare una descrizione dell'oggetto dell'appalto mediante prescrizioni sufficientemente precise e comprensibili a tutti gli interessati. “

Tale direttiva è stata recepita anche dal ns. paese con il D.Lgs. 19 dicembre 1991 n. 406 il cui art. 11 riprende pressoché integralmente il testo.

A rafforzare ulteriormente questi aspetti si può citare la Determinazione n. 2/2007 del 29 marzo 2007 dell'Autorità per la vigilanza sui contratti pubblici di lavori, servizi e forniture, che citando l'art. 23 comma 2 della DIRETTIVA 2004/18/CE del 31 marzo 2004 recepito dall'art. 68 del d.lgs. 163/2006 ricorda come “Le specifiche tecniche devono consentire pari accesso agli offerenti e non devono comportare la creazione di ostacoli ingiustificati all'apertura degli appalti pubblici alla concorrenza”

Con la pubblicazione In Gazzetta Europea (dicembre 2009) dell'elenco di norme armonizzate, 17 delle quali sono relative all'impiego dei geosintetici, le medesime sono in regime di applicazione obbligatoria. Lo stesso D.M. 14.01.2008 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” prevede che l'impiego di materiali di materiali e prodotti per uso strutturale per i quali sia disponibile una norma armonizzata europea sia possibile solamente se tali materiali sono in possesso di marcatura CE. La stessa normativa tecnica indica esplicitamente come sia onere del Direttore dei Lavori, sin dalla fase di accettazione, accertarsi della marcatura CE, richiedendo il certificato per ogni diverso prodotto. E' quindi evidente come non solo le imprese sono tenute ad utilizzare solamente prodotti con marcatura CE, ma anche i progettisti devono richiedere e prescrivere solamente materiali con marcatura CE, dal momento che in caso contrario verrebbero richiesti materiali che NON possono essere reperiti sul mercato.

In una nota esplicativa redatta dalla comunità il 5 maggio 2003 si lascia spazio a marcature di tipo volontario (Marchi di qualità, Documenti di Valutazione tecnica o Technical Agreement), purché esse forniscano effettivamente delle indicazioni non previste dalla marcatura CE, indicazioni che potrebbero essere utili al progettista per desumere dei parametri progettuali o anche per verificare la qualità dei materiali proposti senza dover richiedere al produttore prove supplementari.

2. Geosintetici

2.1. Introduzione

Come detto in precedenza, tra i materiali da costruzione che possono trovare ampio impiego nelle opere progettate nel rispetto delle presenti linee guide, trovano sicuramente uno spazio importante i geosintetici. Come ricordato nelle linee guida stesse, “la progettazione di opere di difesa del suolo ha aspetti peculiari” che richiedono “un approccio specifico”, ed è quindi necessario e nei “bandi di progettazione emanati dalla Pubblica Amministrazione siano introdotti dei parametri volti a ricercare una elevata qualità progettuale”. Evidentemente in questa ottica si inserisce ottimamente un possibile contributo finalizzato a fornire ulteriori indicazioni, utili ai progettisti che dovranno redigere i progetti e alle amministrazioni che dovranno emanarli, per descrivere in modo corretto e completo l'impiego di geosintetici, nel rispetto di quelle che sono le normative vigenti.

I geosintetici trovano ampio spazio di applicazione in tutte le 4 tipologie di intervento coperte dalla linee guida:

- opere idrauliche
- frane e stabilità di versanti
- crolli
- valanghe

Le linee di indirizzo indicano chiaramente come sin dalla progettazione definitiva (“I.a.2.5 : Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici” – opere idrauliche” e “II.b.1.4. Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici” – frane e stabilità dei versanti”) sia necessario descrivere i contenuti prestazionali e tecnici degli elementi di progetto, descrivendone “forma, dimensione, tipologia e caratteristiche”. Se evidentemente dimensione e forma non sono spesso rilevanti, fornire indicazioni corrette su tipologia e caratteristiche sin dal progetto definitivo può risultare determinante per scegliere i materiali corretti e soprattutto per valutarne correttamente il valore in sede di elenco prezzi unitari e quindi di determinazione del costo dell’opera. Evidentemente la medesima precisione è richiesta in sede di progettazione esecutiva, se è vero che nella relazione illustrativa tra i criteri e le caratteristiche progettuali vengono forniti i requisiti prestazionali dei materiali impiegati. In questo contesto si inseriscono i paragrafi che seguono, che entrano nel merito dei materiali geosintetici, descrivendone le funzioni e le possibili applicazioni.

2.2. Termini e definizioni

2.2.1. Tipologie geosintetici: DESCRIZIONE E SIMOBLI GRAFICI

Termine	Definizione (ISO 10318)
Geosintetico GSY	Termine generico che descrive un prodotto, del quale almeno un componente è fatto di un polimero sintetico o naturale, sotto forma di foglio, striscia o struttura tridimensionale, utilizzato in contatto con il terreno e/o altri materiali in applicazioni geotecniche e di ingegneria civile.
Geotessile GTX	Materiale tessile polimerico (sintetico o naturale), permeabile, planare, che può essere nontessuto, a maglia o tessuto, utilizzato in contatto con il terreno e/o altri materiali in applicazioni geotecniche e di ingegneria civile.
Geotessile nontessuto GTX-N	Geotessile fatto di fibre, filamenti o altri elementi orientati in modo direzionale o casuale, legati per via meccanica e/o termica e/o chimica.
Geotessile tessuto GTX-W	Geotessile prodotto incrociando, solitamente ad angolo retto, uno o più gruppi di fili, filamenti, nastri appiattiti o altri elementi.
Geogriglia GGR	Struttura planare, polimerica, che consiste di una rete regolare aperta di elementi resistenti a trazione interamente collegati, che possono essere connessi mediante estrusione, saldatura o tessitura, le cui aperture sono più larghe dei costituenti.
Georete GNT	Geosintetico consistente di gruppi di elementi paralleli che si sovrappongono e sono collegati interamente a gruppi simili con angoli variabili.
Geostuoia GMA	Struttura permeabile tridimensionale, fatta di monofilamenti polimerici e/o altri elementi (sintetici o naturali), legati per via meccanica e/o termica e/o in altro modo.
Geocella GCE	Struttura cellulare tridimensionale, permeabile, polimerica (sintetica o naturale) a nido d’ape o simile, fatta di strisce di geosintetici collegate.
Geostriscia GST	Materiale polimerico sotto forma di una striscia di larghezza non maggiore di 200 mm, utilizzato in contatto con il terreno e/o altri materiali in applicazioni geotecniche e di ingegneria civile.
Geospaziatore GSP	Struttura polimerica tridimensionale progettata per creare uno spazio d’aria nel terreno e/o altri materiali in applicazioni geotecniche e di ingegneria civile.
Geosintetico con funzione barriera GBR	Materiale geosintetico a bassa permeabilità, utilizzato in applicazioni geotecniche e di ingegneria civile al fine di ridurre o impedire il flusso di liquido attraverso la costruzione.
Geosintetico polimerico con funzione barriera GBR-P	Struttura assemblata in stabilimento di materiali geosintetici, sotto forma di foglio, che funge da barriera. Nota La funzione barriera è effettuata essenzialmente dai polimeri. È utilizzato in contatto con il terreno e/o altri materiali in applicazioni geotecniche e di ingegneria civile.
Geosintetico bentonitico con funzione barriera GBR-C	Struttura assemblata in stabilimento di materiali geosintetici, sotto forma di foglio, che funge da barriera. Nota La funzione barriera è effettuata essenzialmente dall’argilla. È utilizzato in contatto con il terreno e/o altri materiali in applicazioni geotecniche e di ingegneria civile.
Geosintetico bituminoso	Struttura assemblata in stabilimento di materiali geosintetici, sotto forma di foglio, che funge da barriera.

con funzione barriera GBR-B	Nota La funzione barriera è effettuata essenzialmente dal bitume. È utilizzato in contatto con il terreno e/o altri materiali in applicazioni geotecniche e di ingegneria civile.
Geocomposito GCO	Materiale fabbricato, assemblato, che utilizza almeno un prodotto geosintetico tra i suoi componenti.
TERMINI RELATIVI ALLE PROPRIETA' GENERALI	
valore caratteristico CV	Valore di una proprietà del materiale che corrisponde generalmente ad un frattile della distribuzione statistica ipotizzata della particolare proprietà del materiale, specificato dalle relative norme e sottoposto a prova in condizioni specificate.
valore nominale NV	Valore di una proprietà del materiale dichiarato, piuttosto che misurato, dal produttore/fornitore del materiale.
TERMINI RELATIVI ALLE PROPRIETA' FISICHE	
Spessore d	Distanza tra una piastra di riferimento sulla quale giace il provino e la superficie di contatto di una piastra rigida parallela, applicando una data pressione al provino. Nota Lo spessore è espresso in millimetri.
Massa areica ρ_a	Rapporto tra la massa di un provino di dimensioni specificate e la sua area. Nota La massa areica è espressa in g/m ² .
TERMINI RELATIVI ALLE PROPRIETA' IDRAULICHE	
Apertura caratteristica O_{90}	Dimensione dell'apertura che corrisponde alla massima dimensione delle particelle del 90% del terreno che passa attraverso il geotessile. Nota La dimensione caratteristica è espressa in μm .
Coefficiente di permeabilità normale al piano K_n	Rapporto tra la velocità del flusso v e il gradiente idraulico i . Nota Il coefficiente di permeabilità normale al piano è espresso in m/s.
Capacità di flusso nel piano q_p	Portata volumetrica di acqua e/o altri liquidi per unità di larghezza del provino, in corrispondenza di gradienti definiti nel piano di un prodotto. Nota La capacità di flusso nel piano è espressa in l/(m · s).
TERMINI RELATIVI ALLE PROPRIETA' MECCANICHE	
Resistenza a trazione (relativa alla larghezza del provino) T_{max}	Sforzo di trazione massimo sopportato dal provino durante una prova di trazione.
Deformazione ϵ	Rapporto tra l'aumento in lunghezza e la lunghezza iniziale. Nota La deformazione a trazione è espressa in percentuale.
Proprietà viscosi (creep) a trazione	Aumento in funzione del tempo della lunghezza di un materiale sottoposto ad un carico di trazione costante.
Proprietà viscosi (creep) in compressione	Diminuzione in funzione del tempo dello spessore di un materiale sottoposto ad un carico di compressione costante.
PROPRIETA' RELATIVE ALLA DURABILITA'	
Durabilità	Capacità di un prodotto di resistere al deterioramento causato dagli agenti atmosferici, da effetti meccanici, chimici, biologici o altri dipendenti dal tempo, e conservare in questo modo le proprietà necessarie per un adeguato funzionamento per tutta la sua vita di servizio.
ALTRI TERMINI	
Nome del prodotto	Nome attribuito ad un particolare prodotto o ad una serie completa di prodotti.
Direzione longitudinale MD	Direzione di fabbricazione di un prodotto geosintetico (la direzione dell'ordito per geotessili tessuti).
Direzione trasversale CMD	Direzione perpendicolare alla direzione di fabbricazione di un prodotto geosintetico (la direzione della trama per geotessili tessuti).

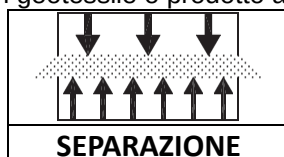
2.2.2. Tipologie geosintetici: funzioni (ISO 10318)

Per individuare in modo corretto i materiali che possono essere impiegati per la realizzazione delle opere e per poter descrivere i medesimi occorre fare riferimento alle norme armonizzate, che per le varie applicazioni e per le funzioni che vengono richieste al geosintetico forniscono i requisiti essenziali. Le funzioni che possono essere assolte dai geosintetici sono descritte in modo esaustivo nella normativa UNI ISO 10318.

Filtrazione Trattenimento di terreni o di altre particelle soggette a forze idrodinamiche, permettendo nel contempo il passaggio dei fluidi attraverso un geotessile o prodotto affine.



Separazione Impedimento della miscelazione di terreni adiacenti e/o materiali di riempimento dissimili mediante l'utilizzo di un geotessile o prodotto affine.



Drenaggio Raccolta e trasporto di acque di precipitazione, sotterranee e/o altri fluidi nel piano di un geotessile o di un prodotto affine.



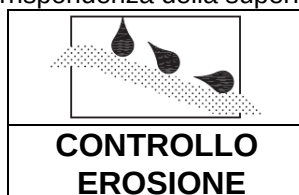
Rinforzo Utilizzo del comportamento a sforzo/deformazione di un geotessile o prodotto affine per migliorare le proprietà meccaniche del terreno o di altri materiali da costruzione.



Protezione Impedimento o limitazione del danneggiamento locale ad un determinato elemento o materiale mediante l'utilizzo di un geotessile o prodotto affine.



Controllo erosione Utilizzo di un geotessile o prodotto affine per impedire o limitare i movimenti del terreno o di altre particelle in corrispondenza della superficie, per esempio, di una pendenza.



Barriera

Utilizzo di un geosintetico per impedire o limitare la migrazione di fluidi.



2.3. Tabella funzioni geosintetici (H,A,S)

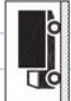
Le norme armonizzate che coprono l'impiego di geosintetici si distinguono per applicazione; all'interno di ciascuna applicazione vengono individuate differenti funzioni.

applicazione	standard	drenaggio	controllo erosione	gallerie e strutture sotterranee	opere in terra, fondazioni e strutture di sostegno
Strade ed aree trafficate	EN 13249	EN 13252	EN 13253	EN 13256	se $H < H_c$ EN13249; se $H > H_c$ EN 13251
ferrovie	EN 13250	EN 13252	EN 13253	EN 13256	se $H < H_c$ EN13250; se $H > H_c$ EN 13251
dighe e bacini	EN 13254	EN 13252	EN 13253	EN 13256	EN 13251
canali	EN 13255	EN 13252	EN 13253	EN 13256	EN 13251
discariche rifiuti solidi	EN 13257	EN 13252	EN 13253	EN 13256	EN 13251
discariche rifiuti liquidi	EN 13265	EN 13252	EN 13253	EN 13256	EN 13251
gallerie e strutture sotterranee	EN 13256	EN 13252	EN 13253	non applicabile	EN 13251
opere in terra, fondazioni e strutture di sostegno	EN 13251	EN 13252	EN 13253	non applicabile	non applicabile

Per ciascuna funzione, in ogni norma armonizzata vengono forniti i requisiti essenziali, identificati con le lettere H (obbligatorio per l'armonizzazione), A (generico per tutte le condizioni d'uso) e S (solo se richiesto per applicazioni specifiche).

Di seguito vengono riassunti i requisiti contenuti nelle varie norme

TABELLA GEOSINTETICI: RELAZIONE FRA FUNZIONI E APPLICAZIONI CON INDICAZIONE DEI TEST OBBLIGATORI

													
	UNI EN 13249 Strade ed aree soggette al traffico	UNI EN 13250 Costruzione di ferrovie	UNI EN 13251 Terra, Fondazioni	UNI EN 13252 Sistemi Drenanti	UNI EN 13253 Controllo Erosione	UNI EN 13254 Bacini e Dighe	UNI EN 13255 Canali	UNI EN 13256 Gallerie	UNI EN 13257 Rifiuti solidi	UNI EN 13265 Rifiuti Liquidi			
N°	Descrizione	Norma	F	S	R	F	S	R	P	F	S	R	P
1	Resistenza a trazione	UNI EN ISO 10319	H	H	H	H	H	H	H	-	-	H	H
2	Allungamento a carico massimo	UNI EN ISO 10319	A	A	A	A	A	A	H	H	-	H	H
4	Punzonamento Statico	UNI EN ISO 12236	S	H	S	H	S	H	H	Vedi Prot.	S	H	H
5	Punzonamento Dinamico	UNI EN ISO 13433	H	A	H	A	H	A	H	H	-	H	H
5.1	Efficienza alla Protezione	UNI EN ISO 13719 (o le 14547)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.2	Punzonamento piramidale	UNI EN ISO 14547	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Caratteristiche di attrito	UNI EN ISO 12957-1-2	S	S	A	S	A	S	A	S	-	S	A
7	Comportamento viscoso a trazione	UNI EN ISO 13431	-	S	-	S	-	A	-	A	-	-	A
8	Danneggiamento durante la messa in ope	UNI EN ISO 10722	A	A	A	A	A	A	A	A	-	A	A
9	Apertura Caratteristica	UNI EN ISO 12956	H	A	-	H	A	-	H	A	-	H	-
10	Permeabilità per Piano	UNI EN ISO 11058	H	A	A	H	A	A	A	A	-	H	A
10.1	Capacità Dienante nel piano	UNI EN ISO 12958	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	Durabilità	secondo app.B	H	H	H	H	H	H	H	H	-	H	H
11.1	Resistenza agenti atmosferici	EN 12224	A	A	A	A	A	A	A	A	-	A	A
11.1.2	Resistenza invecchiamento chimico	UNI EN ISO 12960-13438-12447	S	S	S	S	S	S	S	S	-	S	S
11.1.3	Resistenza degradazione microbiologica	UNI EN ISO 12225	S	S	S	S	S	S	S	S	-	S	S
H=obbligatorio per l'armonizzazione A=generico per tutte le condizioi di uso S=solo se richiesto per applicazioni Specifiche													

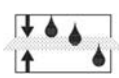
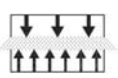
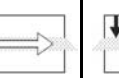
							
			FILTRAZIONE	SEPARAZIONE	DRENAGGIO	RINFORZO	PROTEZIONE
N°	Descrizione	Norma	F	S	D	R	P
1	Resistenza a trazione	UNI EN ISO 10319	H	H	H	H	H
2	Allungamento a carico massimo	UNI EN ISO 10319	A	A	A	H	H
4	Punzonamento Statico	UNI EN ISO 12236	S	H	-	H	Vedi Prot.
5	Punzonamento Dinamico	UNI EN ISO 13433	H	A	-	H	H
5.1	Efficienza alla Protezione	UNI EN ISO 13719 (o/e 14547)	-	-	-	-	H
5.2	Punzonamento piramidale	UNI EN ISO 14547	-	-	-	-	H
6	Caratteristiche di attrito	UNI EN ISO 12957-1-2	S	S	A	A	-
7	Comportamento viscoso a trazione	UNI EN ISO 13431	-	-	-	A/S	-
8	Danneggiamento durante la messa in opera	UNI EN ISO 10722	A	A	A	A	A
9	Apertura Caratteristica	UNI EN ISO 12956	H	A	-	-	-
10	Permeabilità per. Piano	UNI EN ISO 11058	H	A	-	A	-
10.1	Capacità Drenante nel piano	UNI EN ISO 12958	-	-	H	-	-
11	Durabilità	secondo app.B	H	H	H	H	H
11.1	Resistenza agenti atmosferici	EN 12224	A	A	A	A	A
11.2	Resistenza invecchiamento chimico	UNI EN ISO 12960-13438-12447	S	S	S	S	S
11.3	Resistenza degradazione microbiologica	UNI EN ISO 12225	S	S	S	S	S
H=obbligatorio per l'armonizzazione							
A=generico per tutte le condizioni di uso							
S=solo se richiesto per applicazioni specifiche							
"-":non pertinente							

TABELLA GEOSINTETICI BARRIERA: RELAZIONE FRA FUNZIONI E APPLICAZIONI CON INDICAZIONE DEI TEST OBBLIGATORI																				
																				
			UNI EN 13361 Bacini e Dighe			UNI EN 13362 Canali			UNI EN 13491 Gallerie e Strutture in sotterraneo			UNI EN 13492 Rifiuti Liquidi			UNI EN 13493 Rifiuti Solidi			UNI EN 15382 Infrastrutture di Trasporto		
N°	Descrizione	Norma	P	B	C	P	B	C	P	B	C	P	B	C	P	B	C	P	B	C
1	Spessore	EN 1849-2 (P) EN 1849-1 (B) EN 9863-1 (C)	A	A	A	A	A	A	A	A	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2	Massa areica	EN 1849-2 (P) EN 1849-1 (B) EN 14196 (C)	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
3	Permeabilità all'acqua	EN 14150 (P - B) ASTM D 5887-04 (C)	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
4	Permeabilità ai gas	ASTM D 1434 (P - B)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H	H	-	H	H	S	-	-	-
5	Indice di rigonfiamento	ASTM D5890-95	-	-	A	-	-	A	-	-	A	-	-	A	-	-	A	-	-	A
6	Resistenza a trazione	EN ISO 527 (P) EN 12311-1 (B) EN ISO 10319 (C)	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
7	Allungamento	ISO 527 (P) EN 12311-1 (B) EN ISO 10319 (C)	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
8	Punzonamento statico	EN ISO 12236	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
9	Resistenza allo scoppio	EN 14151	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-	-	-
10	Resistenza a lacerazioe	ISO 34-1 (P) EN 12310-1 (B)	S	S	-	S	S	-	S	S	-	S	S	-	S	S	-	S	S	-
11	Attrito a taglio diretto	EN ISO 12957-1	S	S	S	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	S	S	S	S
12	Attrito su piano inclinato	EN ISO 12957-2	S	S	S	S	S	S	-	-	-	S	S	S	S	S	S	S	S	S
13	Comportamento a bassa temperatura	EN 495-5 (P) EN 1109 (B)	S	S	-	S	S	-	S	S	-	S	S	-	S	S	-	S	S	-
14	Espansione termica	ASTMD 696-03	A	-	-	A	-	-	A	A	-	A	A	-	A	A	-	A	-	-
15	Resistenza agli agenti atmosferici	EN 12224	H	H	S	H	H	S	S	S	-	H	H	S	H	H	S	H	H	-
16	Microrganismi	EN 12225	A	A	A	A	A	A	S	S	S	A	A	A	A	A	A	A	A	A
17	Ossidazione	EN ISO 14575 (P - B) EN 13438 (C)	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
18	Fesurazione da sollecitazione ambientale	EN 14576	H	-	S	H	-	H	H	-	S	H	-	S	H	-	S	H	-	H
19	Resistenza Chimica	EN 14414	-	-	-	-	-	-	S	S	S	A	A	A	A	A	A	S	S	S
20	Percolazione	EN 14415	A	A	A	A	A	A	-	-	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A
21	Cicli di bagnatura/essiccamento	EN 14417	-	-	S	-	-	S	-	-	S	-	-	S	-	-	S	-	-	A
22	Cicli di gelo/disgelo	EN 14418	-	-	S	-	-	S	-	-	S	-	-	S	-	-	S	-	-	A
23	Penetrazione di radici	EN 14416	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	A	A	A
24	Reazione al fuoco	EN ISO 11925-2	-	-	-	-	-	-	A	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H=obbligatorio per l'armonizzazione																				
A=generico per tutte le condizioni di uso																				
S=solo se richiesto per applicazioni specifiche																				
"-":non pertinente																				

2.4. Struttura di un capitolato (CEE 18 Luglio 1989 n°440)

Come già detto, in base alla Direttiva 89/440/CEE (recepita con D.Lgs. 19/12/1991 n° 406) nelle specifiche tecniche devono essere necessariamente riportati i requisiti essenziali di prodotto indicati nella Direttiva 89/106/CEE, in accordo alle norme tecniche armonizzate relative ai diversi prodotti da costruzione. Per i materiali geosintetici sono disponibili 10 norme armonizzate riguardanti geotessili e prodotti affini (geotessili tessuti e nontessuti, geogriglie, geostuoie, geocompositi) e 6 norme armonizzate riguardanti geosintetici con funzione barriera (geomembrane e geocompositi bentonitici). Ciascuna norma si riferisce ad un determinato ambito applicativo (vedi paragrafo 2.2.3), all'interno del quale sono evidenziate le possibili funzioni del geosintetico, le caratteristiche tecniche pertinenti e gli standard europei di riferimento per la loro misurazione.

Un capitolato riguardante l'impiego di geosintetici deve quindi essere basato su una o più norme armonizzate, come riassunto al punto 2.2.3. In riferimento alla progettazione delle opere di difesa del suolo, occorre individuare innanzi tutto la funzione o le funzioni svolte dal geosintetico, in base allo specifico impiego. In secondo luogo è necessario fare riferimento alle caratteristiche tecniche previste dalle norme armonizzate a seconda della funzione prevista, mentre i metodi di prova da indicare nelle specifiche devono essere unicamente quelli previste dalle norme armonizzate.

A tale proposito si propongono le tabelle sintetiche di seguito riportate, diversificate a seconda della funzione singola o delle funzioni multiple che le diverse tipologie di geosintetici possono svolgere. Come sopra esposto, dopo aver scelto la tipologia di geosintetico in base all'utilizzo previsto, si possono trovare, nelle singole tabelle, le caratteristiche che devono essere richieste nel capitolato, in accordo alle norme armonizzate in cui esse sono indicate. A questo proposito ricordiamo che le norme armonizzate prevedono diversi livelli di pertinenza per i vari standard, H, essenziale per l'armonizzazione e quindi da richiedersi sempre, oppure A od S, quando le caratteristiche non devono richiedersi obbligatoriamente ma sono solo suggerite, lasciando al progettista la scelta del loro inserimento nella specifica: nelle tabelle guida proposte sono indicate tutte le caratteristiche tecniche obbligatorie, assieme a quelle che, nella progettazione pratica con geosintetici, si ritengono comunque essenziali per una corretta definizione dei parametri del prodotto impiegato.

Le voci di capitolato relative all'impiego di geosintetici nelle opere di difesa del suolo possono quindi essere costruite a partire dalle tabelle sintetiche qui proposte, in cui è stato omissso l'inserimento dei valori guida per le diverse caratteristiche indicate: si ritiene infatti che essi debbano essere poi valutati dal progettista in base al caso di specie ed in accordo alle prestazioni che l'ampia gamma di prodotti geosintetici attualmente presente sul mercato è in grado di offrire.

GEOSINTETICI CON FUNZIONE DI RINFORZO	
descrizione dell'utilizzo:	miglioramento delle caratteristiche meccaniche del terreno utilizzando il comportamento sforzo-deformazione del geosintetico
tipologia geosintetici:	geogriglie, geotessili tessuti
norme europee armonizzate di riferimento:	UNI EN 13249 - Costruzione di strade UNI EN 13251 - Costruzioni di terra, fondazioni e strutture di sostegno UNI EN 13253 - Opere di controllo dell'erosione UNI EN 13254 - Costruzione di bacini e dighe UNI EN 13255 - Costruzione di canali
caratteristiche rilevanti e relativi metodi di prova:	Resistenza a trazione - UNI EN ISO 10319 Allungamento in corrispondenza del carico massimo - UNI EN ISO 10319 Comportamento viscoso a trazione - UNI EN ISO 13431 Danneggiamento durante la messa in opera - UNI EN ISO 10722 Resistenza agli agenti atmosferici - UNI EN 12224 Resistenza all'invecchiamento chimico - UNI EN ISO 13438 (metodo indicato per prodotti in polietilene e polipropilene) e UNI EN 12447 (metodo indicato per prodotti in poliestere) Resistenza alla degradazione microbiologica - UNI EN 12225 Punzonamento statico (metodo CBR) - UNI EN ISO 12236 (non applicabile a tutte le tipologie dei prodotti di rinforzo) Resistenza al punzonamento dinamico - UNI EN ISO 13433 (non applicabile a tutte le tipologie dei prodotti di rinforzo)

GEOSINTETICI CON FUNZIONE DI FILTRAZIONE E SEPARAZIONE	
descrizione dell'utilizzo:	prevenzione del mescolamento di suoli con differenti caratteristiche, e ritenzione delle particelle fini soggette a forze idrodinamiche nel terreno, consentendo il passaggio dei fluidi interstiziali attraverso il geosintetico
tipologia geosintetici:	geotessili
norme europee armonizzate di riferimento:	UNI EN 13249 - Costruzione di strade UNI EN 13251 - Costruzioni di terra, fondazioni e strutture di sostegno UNI EN 13252 - Sistemi drenanti UNI EN 13253 - Opere di controllo dell'erosione UNI EN 13254 - Costruzione di bacini e dighe UNI EN 13255 - Costruzione di canali
caratteristiche rilevanti e relativi metodi di prova:	Resistenza a trazione - UNI EN ISO 10319 Allungamento in corrispondenza del carico massimo - UNI EN ISO 10319 Apertura caratteristica - UNI EN ISO 12956 Permeabilità all'acqua perpendicolare al piano - UNI EN ISO 11058 Resistenza agli agenti atmosferici - UNI EN 12224 Resistenza all'invecchiamento chimico - UNI EN ISO 13438 (metodo indicato per prodotti in polietilene e polipropilene) e UNI EN 12447 (metodo indicato per prodotti in poliestere) Resistenza alla degradazione microbiologica - UNI EN 12225 Punzonamento statico (metodo CBR) - UNI EN ISO 12236 Resistenza al punzonamento dinamico - UNI EN ISO 13433

GEOSINTETICI CON FUNZIONE DI DRENAGGIO	
descrizione dell'utilizzo:	trasporto, all'interno dello spessore di un geosintetico, di acqua di pioggia e/o fluidi interstiziali
tipologia geosintetici:	geotessili nontessuti, geomembrane bugnate (per geocompositi drenanti vedasi filtrazione+separazione+drenaggio)
norme europee armonizzate di riferimento:	UNI EN 13252 - Sistemi drenanti
caratteristiche rilevanti e relativi metodi di prova:	Resistenza a trazione - UNI EN ISO 10319 Allungamento in corrispondenza del carico massimo - UNI EN ISO 10319 Capacità drenante nel piano - UNI EN ISO 12958 Resistenza agli agenti atmosferici - UNI EN 12224 Resistenza all'invecchiamento chimico - UNI EN ISO 13438 (metodo indicato per prodotti in polietilene e polipropilene) e UNI EN 12447 (metodo indicato per prodotti in poliestere) Resistenza alla degradazione microbiologica - UNI EN 12225

GEOSINTETICI CON FUNZIONE DI PROTEZIONE	
descrizione dell'utilizzo:	protezione contro il danneggiamento meccanico delle superfici (es. elementi impermeabilizzanti)
tipologia geosintetici:	geotessili nontessuti
norme europee armonizzate di riferimento:	UNI EN 13254 - Costruzione di bacini e dighe UNI EN 13255 - Costruzione di canali UNI EN 13256 - Costruzione di gallerie e strutture in sotterraneo
caratteristiche rilevanti e relativi metodi di prova:	Resistenza a trazione - UNI EN ISO 10319 Allungamento in corrispondenza del carico massimo - UNI EN ISO 10319 Efficienza della protezione - UNI EN 13719 (o UNI EN 14574) Resistenza agli agenti atmosferici - UNI EN 12224 Resistenza all'invecchiamento chimico - UNI EN ISO 13438 (metodo indicato per prodotti in polietilene e polipropilene) e UNI EN 12447 (metodo indicato per prodotti in poliestere) Resistenza alla degradazione microbiologica - UNI EN 12225 Punzonamento statico (metodo CBR) - UNI EN ISO 12236 Resistenza al punzonamento dinamico - UNI EN ISO 13433

GEOSINTETICI CON FUNZIONE BARRIERA (GBR-P GBR-B GBR-C)	
descrizione dell'utilizzo:	prevenzione o riduzione della migrazione dei fluidi attraverso la costruzione
tipologia geosintetici:	geomembrane polimeriche (GBR-P), geomembrane bituminose (GBR-B), geocompositi bentonitici (GBR-C)
norme europee armonizzate di riferimento:	UNI EN 13361 - Costruzione di bacini e dighe UNI EN 13362 - Costruzione di canali UNI EN 13491 - Costruzione di gallerie e strutture in sotterraneo UNI EN 13492 - Costruzione di discariche per lo smaltimento, di opere di trasferimento o di contenimento secondario di rifiuti liquidi UNI EN 13493 - Costruzione di discariche per accumulo e smaltimento di rifiuti solidi UNI EN 15382 - Impiego nelle infrastrutture di trasporto
caratteristiche rilevanti e relativi metodi di prova:	UNI EN 14150 - Permeabilità all'acqua (tenuta ai liquidi) - (GBR-P, GBR-B) ASTM D 5887-04 - Permeabilità all'acqua (tenuta ai liquidi) - (GBR-C) UNI EN ISO 527 - Resistenza a trazione (GBR-P) UNI EN 12311-1 - Resistenza a trazione (GBR-B) UNI EN ISO 10319 - Resistenza a trazione (GBR-C) UNI EN ISO 12236 - Punzonamento statico (all) UNI EN 12224 - Resistenza agli Agenti atmosferici - (GBR-P, GBR-B) UNI EN 1849-2 - Spessore (GBR-P) UNI EN 1849-1 - Spessore (GBR-B) UNI EN 14196 - Massa areica (GBR-C) UNI EN 14575 - Ossidazione - (GBR-P, GBR-B) UNI EN ISO 13438 - Ossidazione (GBR-C) UNI EN 14576 - Resistenza allo Stress Cracking - (GBR-P)

GEOSINTETICI PER IL CONTROLLO DELL'EROSIONE SUPERFICIALE	
descrizione dell'utilizzo:	prevenzione o riduzione dei movimenti delle particelle di terreno in superficie, causati da pioggia e ruscellamento e dal vento
tipologia geosintetici:	geostuoie, geocelle, biotessili, biostuoie e bioreti
norme europee armonizzate di riferimento:	NON DISPONIBILI
caratteristiche rilevanti e relativi metodi di prova:	Resistenza a trazione - UNI EN ISO 10319 Allungamento in corrispondenza del carico massimo - UNI EN ISO 10319

GEOSINTETICI CON FUNZIONE DI FILTRAZIONE, SEPARAZIONE E DRENAGGIO	
descrizione dell'utilizzo:	prevenzione del mescolamento di suoli con differenti caratteristiche, e ritenzione delle particelle fini soggette a forze idrodinamiche nel terreno, consentendo il passaggio dei fluidi interstiziali attraverso il geosintetico filtrante ed il loro trasporto nello spessore del geosintetico drenante
tipologia geosintetici:	geocompositi drenanti (geostuoie o georeti o elementi stampati accoppiati a nontessuti), geotessili nontessuti
norme europee armonizzate di riferimento:	UNI EN 13249 - Costruzione di strade UNI EN 13251 - Costruzioni di terra, fondazioni e strutture di sostegno UNI EN 13252 - Sistemi drenanti UNI EN 13253 - Opere di controllo dell'erosione UNI EN 13254 - Costruzione di bacini e dighe UNI EN 13255 - Costruzione di canali
caratteristiche rilevanti e relativi metodi di prova:	Resistenza a trazione - UNI EN ISO 10319 Allungamento in corrispondenza del carico massimo - UNI EN ISO 10319 Apertura caratteristica - UNI EN ISO 12956 Permeabilità all'acqua perpendicolare al piano - UNI EN ISO 11058 Capacità drenante nel piano - UNI EN ISO 12958 Resistenza agli agenti atmosferici - UNI EN 12224 Resistenza all'invecchiamento chimico - UNI EN ISO 13438 (metodo indicato per prodotti in polietilene e polipropilene) e UNI EN 12447 (metodo indicato per prodotti in poliestere) Resistenza alla degradazione microbiologica - UNI EN 12225 Punzonamento statico (metodo CBR) - UNI EN ISO 12236 Resistenza al punzonamento dinamico - UNI EN ISO 13433

GEOSINTETICI CON FUNZIONE DI RINFORZO, SEPARAZIONE E FILTRAZIONE	
descrizione dell'utilizzo:	miglioramento delle caratteristiche meccaniche del terreno utilizzando il comportamento sforzo-deformazione del geosintetico di rinforzo e le proprietà di filtrazione e separazione di un geotessile nontessuto ad esso accoppiato
tipologia geosintetici:	geogriglie accoppiate a geotessili nontessuti, geotessili tessuti
norme europee armonizzate di riferimento:	UNI EN 13249 - Costruzione di strade UNI EN 13251 - Costruzioni di terra, fondazioni e strutture di sostegno UNI EN 13253 - Opere di controllo dell'erosione UNI EN 13254 - Costruzione di bacini e dighe UNI EN 13255 - Costruzione di canali
caratteristiche rilevanti e relativi metodi di prova:	Resistenza a trazione - UNI EN ISO 10319 Allungamento in corrispondenza del carico massimo - UNI EN ISO 10319 Comportamento viscoso a trazione - UNI EN ISO 13431 Danneggiamento durante la messa in opera - UNI EN ISO 10722 Resistenza agli agenti atmosferici - UNI EN 12224 Resistenza all'invecchiamento chimico - UNI EN ISO 13438 (metodo indicato per prodotti in polietilene e polipropilene) e UNI EN 12447 (metodo indicato per prodotti in poliestere) Resistenza alla degradazione microbiologica - UNI EN 12225 Punzonamento statico (metodo CBR) - UNI EN ISO 12236 (non applicabile a tutte le tipologie dei prodotti di rinforzo) Resistenza al punzonamento dinamico - UNI EN ISO 13433 (non applicabile a tutte le tipologie dei prodotti di rinforzo)