



TEKNE

DI MARTINA E ASSOCIATI

T E K N E
di Martina e associati

Via Beaulard, 22
10139 TORINO
P.IVA: 10776510017
TEL: 011/0364820
FAX: 011/0364822
www.teknetorino.com

REGIONE
LIGURIA

PROVINCIA
DELLA SPEZIA

**COMUNE DI
MONTEROSSO AL MARE**



**SISTEMAZIONE DEFINITIVA DELLE AREE UTILIZZATE
QUALE STOCCAGGIO PROVVISORIO DURANTE LE FASI
DI EMERGENZA DELL'ALLUVIONE DEL 25/10/2011 IN
LOCALITA' TERMINE E COLLA DI GRITTA LUNGO LA
S.P. 370 DIR B**

Redatto da:				
Codice:	MA223E03			
Data:	Dic. 2017			
Rev:	0	1	2	3

Note:

Fase progettuale:

ESECUTIVO

N° Elaborato

4

Relazione di calcolo e allegati

Data:

Dicembre 2017

Scala:

Il Progettista:

Dott. Ing. Livio MARTINA

TUTTI I DIRITTI
RISERVATI
vietata la riproduzione,
anche parziale, di
questo elaborato senza
specifica autorizzazione
del redattore e del
firmatario del progetto

REGIONE LIGURIA

PROVINCIA DELLA SPEZIA

COMUNE DI MONTEROSSO AL MARE

SISTEMAZIONE DEFINITIVA DELLE AREE UTILIZZATE QUALE STOCCAGGIO PROVVISORIO DURANTE LE FASI DI EMERGENZA A SEGUITO DELL'ALLUVIONE DEL 25/10/2011 IN LOCALITÀ TERMINE E LOCALITÀ COLLA DI GRITTA LUNGO LA SP 370 DIR B

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO

Indice:

1	PREMESSA.....	3
2	DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO.....	3
2.1	SITO TERMINE	3
2.2	LOCALITÀ COLLA DI GRITTA.....	6
3	VERIFICHE DI STABILITÀ TERRE RINFORZATE	6
3.1	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE.....	6
3.2	CARATTERISTICHE DELL'OPERA E DEI MATERIALI.....	7
3.2.1	CORPO DELLA TERRA RINFORZATA.....	7
3.2.1.1	GEOGRIGLIE.....	7
3.2.1.2	REALIZZAZIONE DEL PARAMENTO.....	8
3.3	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E GEOTECNICO DEL SITO	8
3.4	METODO DI CALCOLO E VERIFICA	9
3.4.1	ANALISI DI STABILITÀ.....	9
3.4.1.1	CODICE DI CALCOLO.....	9
3.4.1.2	ANALISI DI STABILITÀ – METODO DI CALCOLO.....	9
3.4.1.3	GEOSINTETICO DI RINFORZO - SCELTA DEI FATTORI DI RIDUZIONE	9
3.5	PROGETTAZIONE GEOTECNICHE AGLI STATI LIMITE.....	10
3.5.1	VERIFICHE AGLI SL - GENERALITÀ.....	10

3.5.2	SL DI RIFERIMENTO	11
3.5.3	APPROCCIO PROGETTUALE	11
3.5.4	COEFFICIENTI PARZIALI.....	12
3.5.5	COMBINAZIONI DELLE AZIONI	12
3.6	RISULTATI DEL CALCOLO	13

1 PREMESSA

La presente relazione di calcolo analizza la verifica statica dell'opera di sostegno in terra rinforzata posta a sostegno del versante riprofilato in località Termine nella località gritta non sono presenti opere di sostegno.

2 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

2.1 SITO TERMINE

In questa località è stata depositata la maggior parte del materiale alluvionale derivante dalla rimozione dello stesso nell'abitato di Monterosso.

Il sito già in passato utilizzato per lo stoccaggio dei rifiuti urbani ormai abbondantemente consolidati può essere recuperato ad una funzione fruitiva di tipo naturalistico attrezzato per la sosta e il riposo del viandante impegnato nel percorrere i sentieri pedonali che caratterizzano il territorio delle cinque terre.

Si è quindi ipotizzato in base anche alle verifiche di stabilità del versante di asportare una gran parte del materiale litoide depositato, e con la minima parte rimanente creare dei terrazzamenti sostenuti al piede da una terra rinforzata, sui quali impiantare della vegetazione e ricreare una ricucitura della copertura vegetale esistente.

In particolare poi è stata predisposta una sistemazione del versante con pendenze e scarico delle acque nell'impluvio esistente che non scarica direttamente sull'abitato di Monterosso ma scarica in zona disabitata.

Trattasi quindi di asportare mc 10.930 di materiale alluvionale da caricare trasportare e conferire in siti autorizzati.

Il deposito è stato oggetto da parte del comune di approfondita indagine sulla qualità del materiale ivi stoccato ed è risultato un materiale classificabile in parte in tab A ed in parte in tab B del D.M. 152

Non potendo distinguere ulteriormente il materiale questo viene considerato ai fini dello smaltimento tutto materiale in tab B

Dai sondaggi eseguiti è inoltre emerso che nel materiale stoccato sono presenti elementi estranei al materiale alluvionale quali plastiche pezzi di tubazioni, ferro.

Durante la fase di scavo e carico sui mezzi di trasporto verrà eseguita una cernita del materiale separando i materiali riciclabili e assimilabili ai rifiuti di origine urbana non biodegradabili mediante raccolta in appositi scarrabili e conferiti ai siti di discarica autorizzati.

Le terre armate hanno una lunghezza complessiva di ml 87 ed una altezza massima di mt 3 .





Le fasce che si ricaveranno gradonando il versante avranno una pendenza verso monte del 1% in modo da convogliare le acque di ruscellamento in canalette di raccolta e smaltimento poste al piede della successiva scarpata.

La canaletta di raccolta sarà impermeabilizzata utilizzando una speciale geogriglia grimpante impermeabile da un lato successivamente ricoperta in terra per favorirne l'inerbimento.

Trattandosi poi di materiale sterile le scarpate e le zone pianeggianti verranno ricoperte con del terreno agrario per uno spessore di circa 15 cm al fine di favorire l'inerbimento e consentire di contenere il ruscellamento e l'erosione superficiale.

Trattandosi poi di un versante esposto a sud al fine di garantire l'attecchimento delle piantagioni in progetto e vista la presenza di una vasca antincendio si è ipotizzato di creare un impianto di irrigazione di soccorso da mantenere attivo almeno per i primi 5 anni dall'esecuzione del recupero ambientale.



2.2 LOCALITÀ COLLA DI GRITTA

In questa località è prevista la rimozione completa del materiale depositato in occasione dell'evento alluvionale.

In questo sito il materiale non è stato caratterizzato dal punto di vista ambientale e quindi in fase di rimozione dovranno essere eseguite le prove su almeno 3 campioni prelevati in punti diversi.

In questo sito è presente un'interferenza con una linea elettrica di alimentazione di un pozzo dell'acquedotto e presumibilmente vi è la presenza di una condotta di uscita dal pozzo in polietilene.

Dalle carte tematiche del piano di bacino e dalla CTR si evidenzia la presenza antedeposito di un impluvio .

Tale impluvio andrà ripulito e l'attraversamento sotto la strada andrà ripristinato.

A rimozione avvenuta è prevista la riattivazione dell'attraversamento stradale al fine di garantire lo smaltimento delle acque di ruscellamento proveniente dall'impluvio di monte.

Sulle pareti laterali che contenevano il materiale di riporto è previsto il riporto di terra agraria al fine della messa a dimora degli arbusti e la semina di specie erbacee al fine di ricucire il versante.

Al piede del versante verrà realizzata una canaletta in terra che convoglierà le acque del versante e del piazzale verso l'impluvio e l'attraversamento esistente.

3 VERIFICHE DI STABILITÀ TERRE RINFORZATE

3.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

E' stato sviluppato il dimensionamento della sezione Sez.2, le cui caratteristiche geometriche sono riportate negli allegati (vedi tavole di disegno e tabulati di calcolo) e la loro disposizione in cantiere avverrà secondo quanto previsto dalle tavole di progetto..

Il **paramento** è stato previsto con **inclinazione massima** pari a **70°**.

È stato assunto un **interasse verticale** tra le geogriglie (altezza dello strato) pari a **60cm**.

3.2 CARATTERISTICHE DELL'OPERA E DEI MATERIALI

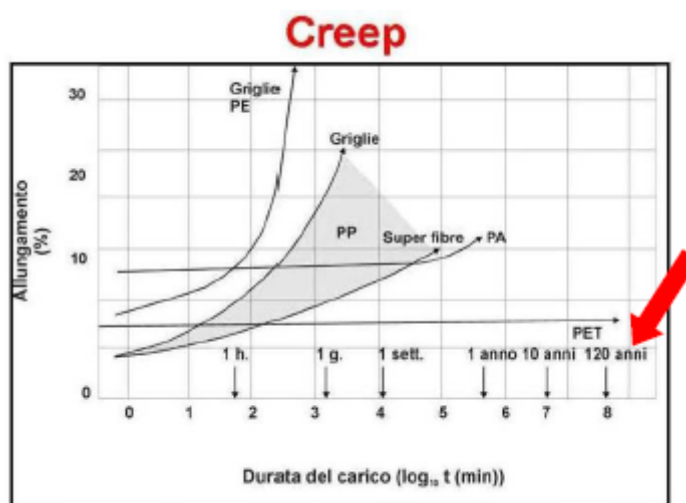
3.2.1 . CORPO DELLA TERRA RINFORZATA

3.2.1.1 Geogriglie

La geogriglia ha le seguenti caratteristiche: geogriglia tessuta a filo continuo in poliestere ad alto modulo, protetta dall'aggressione meccanica e chimica del terreno e delle acque da un da un rivestimento realizzato in:

- acrilico a base d'acqua, quindi senza solventi, ftalati e altre sostanze tossiche soggette a restrizione europea, ed ha un'ottima resistenza agli alcali,
- PVC.

La fibra di poliestere (PET) è una delle fibre polimeriche che riesce meglio a coniugare elevati valori di resistenza con bassi valori di deformazione (CREEP).



La geogriglia deve essere marcata CE per la funzione di rinforzo nell'applicazione EN 13251 Costruzioni di terra, in accordo con la direttiva CPR (UE) 305/2011 sui materiali da costruzione ed è quindi approvato da un istituto indipendente che il materiale è correttamente progettato e prodotto proprio per l'applicazione in oggetto.

Ai fini della verifica di stabilità di un muro in terra rinforzata è fondamentale definire la sola resistenza a trazione di progetto (TALL) determinata nel segue modo:

$$T_{ALL} = \frac{T_{ULT}}{RF_{CR} \times RF_{ID} \times RF_D}$$

dove:

TALL = Resistenza a trazione ammissibile a lungo termine (resistenza di progetto)

TULT = Resistenza a trazione ultima nominale (di laboratorio)

RFCR = Fattore di riduzione per Creep

RFID = Fattore di riduzione per danneggiamento meccanico

RFD = Fattore di riduzione per danneggiamento ambientale (chimico e biologico).

3.2.1.2 Realizzazione del paramento

Come elemento di sostegno e contenimento del paramento in fase di costruzione dell'opera si utilizza un cassero metallico in rete elettrosaldato (d=8 mm e maglia 15x15cm, o similare) sagomato con l'inclinazione di progetto e rinforzato con staffe. Il cassero non verrà rimosso al termine della realizzazione dell'opera

3.3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E GEOTECNICO DEL SITO

I parametri geotecnici sono desunti dalla relazione geologica/geotecnica e di seguito riassunti in tabella:

SEZIONE	sez 1 bassa H360 sez1 alta H 360		
	γ (kN/mc)	ϕ (°)	c(kPa)
terre rinforzate	18	29	0
suolo	18	29	0
substrato roccioso	25	36,3	53,8

È stata prevista presenza di acqua di falda o di infiltrazione superficiale nel rilevato strutturale (vedi *tabulati di calcolo*).

3.4 METODO DI CALCOLO E VERIFICA

Le verifiche geotecniche vengono svolte con riferimento alle Norme Tecniche delle Costruzioni di cui al DM14/01/2011.

3.4.1 ANALISI DI STABILITÀ

3.4.1.1 Codice di calcolo

L'analisi di stabilità globale e di stabilità interna sono state svolte facendo ricorso al codice di calcolo (Ressa 3.0) secondo il metodo introdotto da Baker e Leshchinsky.

3.4.1.2 Analisi di Stabilità – Metodo di Calcolo

Con il programma si sono svolte le seguenti verifiche:

- verifica di stabilità interna ed esterna per lo scorrimento rotazionale (VSR)
- verifica di stabilità interna ed esterna per lo scivolamento traslazionale (VST)

Nella verifica per scorrimento rotazionale (VSR) il dominio di ricerca delle superfici di scorrimento è

stato scelto impostando:

- la partenza delle superfici nel tratto immediatamente a monte del ciglio;
- l'arrivo delle superfici nel tratto immediatamente a valle del ciglio dell'opera.

l'estensione di tali tratti, a monte e a valle dell'opera, è riportata negli elaborati di calcolo.

Nella verifica per scorrimento traslazionale (VST) è stata consentita la ricerca sia di superfici di traslazione pura (per tutta la lunghezza del piano rinforzato in esame) sia di superfici di traslazione combinata (per una lunghezza parziale sul piano rinforzato in esame e per taglio sui piani superiori).

3.4.1.3 Geosintetico di rinforzo - Scelta dei Fattori di Riduzione

Nel calcolo sono stati utilizzati dei coefficienti di sicurezza da applicare alla resistenza a trazione caratteristiche di durabilità delle geogriglie e 4 coefficienti di sicurezza generale; essi sono brevemente descritti di seguito.

- *Fattore di riduzione per danneggiamento meccanico*, $RFID \leq 1.44$ (ghiaia grossolana)

Rappresenta la perdita di resistenza che la specifica geogriglia ha per effetto del danneggiamento meccanico a lei arrecata durante la compattazione del terreno; dipende dalla tipologia di terreno impiegato ed è stata determinata con prove di laboratorio.

- *Fattore di riduzione per durata (danneggiamento chimico), $RFD \leq 1.15$ ($5.0 \leq pH \leq 8.0$)*

Rappresenta la perdita di resistenza che la specifica geogriglia ha per effetto dell'aggressione chimica del terreno in cui viene inserita; dipende dalle caratteristiche chimiche del terreno ed è stata determinata con prove di laboratorio.

- *Fattore di riduzione per Creep, $RFCR \leq 1.59$ (114anni)*

Rappresenta la perdita di resistenza che la specifica geogriglia ha per effetto del creep a cui è sottoposta durante la sua vita d'esercizio; è una caratteristica intrinseca della geogriglia ed è stata determinata con prove di laboratorio.

- *Coefficiente di interazione allo sfilamento / scivolamento diretto, $\alpha = 0.90$*

Rappresenta il rapporto tra l'angolo di attrito all'interfaccia terreno-geosintetico e l'angolo di attrito del terreno ed è stato determinato da prove di laboratorio; dipende dalle caratteristiche fisiche della geogriglia.

3.5 PROGETTAZIONE GEOTECNICHE AGLI STATI LIMITE

3.5.1 Verifiche agli SL - Generalità

Le verifiche agli stati limite prevedono un approccio di tipo semiprobabilistico in base al quale i valori caratteristici delle:

- *Azioni di progetto;*
- *Resistenze dei materiali;*
- *Resistenze del sistema (Fattore di sicurezza sulla verifica di stabilità).*

da utilizzare nel progetto sono amplificati o ridotti mediante l'utilizzo di coefficienti parziali

$(\gamma_F, \gamma_M, \gamma_R)$ (§6.2.3 delle NTC2008) secondo le modalità di seguito riassunte:

		Coefficienti parziali	Gruppi di coefficienti parziali
Azioni di progetto	$F_d = (F_k \cdot \psi) \cdot \gamma_F$	γ_G, γ_Q	A1 ; A2
Resistenza di progetto	$X_d = X_k / \gamma_M$	γ_M	M1 ; M2
Geometria di progetto	a_d	-	-
Resistenza del sistema	$R_d = R_k / \gamma_R$	γ_R	R1 ; R2 ; R3

dove:

F_k indica il valore caratteristico di una generica azione;
 X_k indica il valore caratteristico di un parametro di resistenza del terreno (c', c_u, ϕ', q_u);
 R_k indica genericamente la resistenza limite calcolata.

I coefficienti parziali non vengono applicati ai seguenti parametri:

- geometria del problema
- peso di volume $\gamma_{\text{TERRENO}} [kN/m^3]$

I gruppi di coefficienti parziali saranno scelti in base all'Approccio progettuale utilizzato.

La scelta dell'Approccio progettuale a sua volta dipende dal tipo di SL analizzato (EQU; STR; GEO) (§2.6.1 delle NTC2008).

3.5.2 SL di riferimento

In condizioni sismiche (SISMA) lo stato limite ultimo analizzato è lo stato limite di salvaguardia della vita SLV (§7.1 NTC2008) se non diversamente indicato dagli elaborati allegati.

In condizioni statiche (STATICA) si valuta lo stato limite di tipo GEO per il quale si ha il raggiungimento della resistenza ultima del terreno e conseguente meccanismo di collasso della struttura.

3.5.3 Approccio progettuale

In ottemperanza al §6.5.3.1.1 delle NTC2008 per gli SL di riferimento STATICA e SISMA tutte le verifiche vengono condotte secondo: Approccio 1 - Combinazione 2: A2+M2+R2.

3.5.4 Coefficienti parziali

Nelle tabelle seguenti sono riassunti i valori dei coefficienti parziali definiti in accordo con il DM 14/02/2008 da impiegarsi nelle analisi dei differenti stati limite.

	Strutturali (γ_{G1}) e Permanenti (γ_{G2})		Variabili (γ_Q)	
	Sfavorevoli	Favorevoli	Sfavorevoli	Favorevoli
A2	1.0	1.0	1.3	0.0

	γ_M				
	$\tan(\varphi')$	c'	c_u	q_u	γ
M2	1.25	1.25	1.4	1.6	1.0

	γ_R
Verifiche	R2
Scorrimento	1.0
Stabilità globale	1.1

3.5.5 Combinazioni delle Azioni

Nelle verifiche allo stato limite ultimo devono essere prese in considerazione tutte le più gravose condizioni di carico che possono agire sulla struttura; ognuna di queste condizioni devono essere verificate agli SLU valutando gli effetti che le rispettive *combinazione delle azioni* hanno sulla

struttura:

- In **condizioni statiche**

Combinazione fondamentale delle azioni

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} \dots$$

- In **condizioni sismiche (SISMA)**

Combinazione sismica delle azioni

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} \dots$$

Dove le azioni sismiche E sono definite utilizzando i seguenti coefficienti di accelerazione

sismica:

$$k_h = 0.052$$

$$k_v = \pm 0.026$$

elaborati in conformità alle disposizioni del DM 14.01.08 (Norme Tecniche per le Costruzioni).
(vedi *tabulati di calcolo*)

I carichi variabili (Q_{ki}) sono assunti:

- pari a $Q_{ki} = 0$ kPa nelle condizioni sismiche (SLU SISMA);
- pari a $Q_{ki} = 20$ kPa (debitamente amplificato dal relativo coefficiente parziale) nelle condizioni statiche (SLU STATICA).

3.6 RISULTATI DEL CALCOLO

L'insieme delle superfici indagate sono visibili nelle ultime pagine del report di calcolo e sono disegnate con diversi colori in funzione del fattore di sicurezza ottenuto.

Perché le verifiche siano soddisfatte con i coefficienti di sicurezza prescelti, la resistenza a trazione delle geogriglie e la relativa lunghezza di ancoraggio devono essere conformi a quanto indicato a pag. 4 di ciascun tabulato di calcolo.

Tenuto conto che le lunghezze di ancoraggio risultanti dal calcolo sono lunghezze minime, i valori ottenuti si sono stati arrotondati per eccesso, operando in favore di sicurezza.