

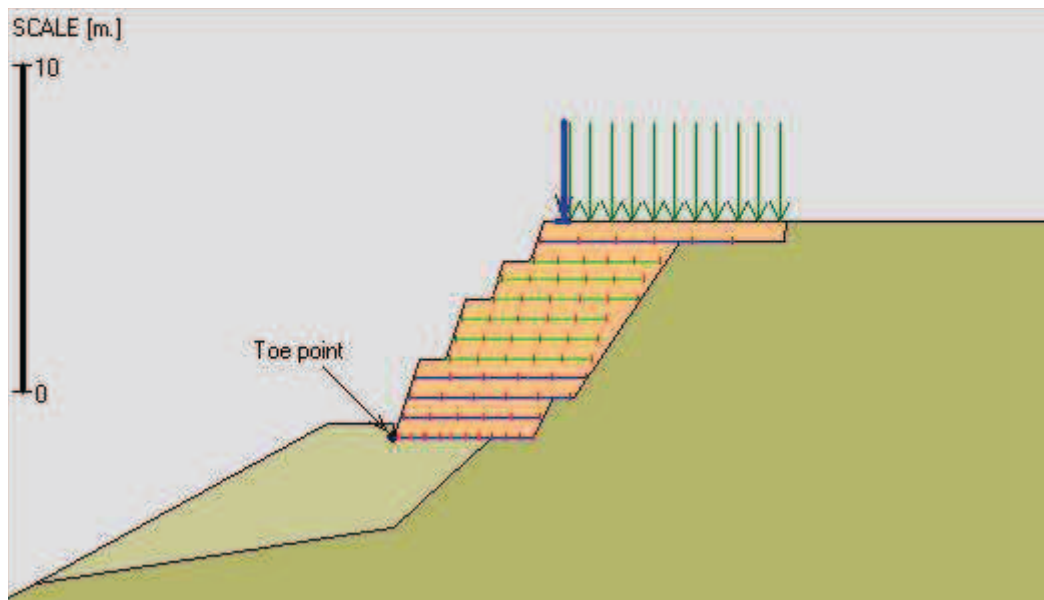
# COMUNE DI SAN FELICE DEL BENACO PROGETTO DI MESSA IN SICUREZZA DI UN PENDIO INTERESSATO DA UN DISSESTO IDROGEOLOGICO (RIPRISTINO DEL VERSANTE MEDIANTE OPERE GEOTECNICHE IN TERRA RINFORZATA)

TITOLO DOCUMENTO:

## PROGETTO GEOTECNICO TERRE RINFORZATE

PROGETTISTA DOTT. GEOL. MAURO PIAZZA Via Sanson N.20 25123 BRESCIA - Tel. 329 4320996			COMMITTENTE CAMPING VILLAGE WEEKEND VIA VALLONE DELLA SELVA N.2 25010 SAN FELICE DEL BENACO		
					NUMERO
Numerazione Progetto		PROGETTO <b>20_2017</b>			<b>2,0</b>

Redatto	Approvato	Ragione dell'emissione	Data	Revisione
Piazza	Piazza	Prima emissione	Giugno_2017	0



## Indice generale

1.	RILEVATO IN TERRA RINFORZATA.....	pag. 3
1.1	premessa.....	pag. 3
1.2	parametri geotecnici.....	pag. 4
1.3	ulteriori parametri di calcolo.....	pag. 4
1.4	coefficienti sismici.....	pag. 5
1.5	verifiche di stabilità eseguite sulla sezione tipo.....	pag. 5
1.6	prescrizioni progettuali.....	pag. 8
1.7	conclusioni.....	pag 11

### ALLEGATI:

1. verifiche degli scavi in corrispondenza della Sezione Tipo di progetto (ReSSA),
2. verifiche di stabilità interne-composite-globali della sezione tipo (ReSSA),
3. istruzioni di posa,
4. tavola C.11 \_ UNI EN14475:2006.

- **NOTA:** congiuntamente alla presente relazione sarà predisposta **Asseverazione di congruità dei contenuti della Relazione geotecnica** ai requisiti richiesti dal punto 6.2.2 delle N.T.C. - D.M. 14.01.2008 e/o dalla D.G.R. IX 2616/2011 (**Mod.10**).

## 1- RILEVATO IN TERRA RINFORZATA

### 1.1 – Premessa

Su incarico del Geom. Roberto Del Mancino, con Studio a San Felice del Benaco in Via Cavour n.30, per conto del Camping Village Weekend, nell'ambito del progetto di “**Messa in sicurezza di un pendio interessato da un dissesto idrogeologico**”, avvenuto nel mese di agosto del 2016 all'interno del camping, sito in Via Vallone della Selva N.2, comune di San Felice del Benaco, è stata redatta la presente relazione tecnica: lo scopo è di descrivere e verificare da un punto di vista della stabilità interna, composita e globale, l'**opera geotecnica “Terra rinforzata”**.

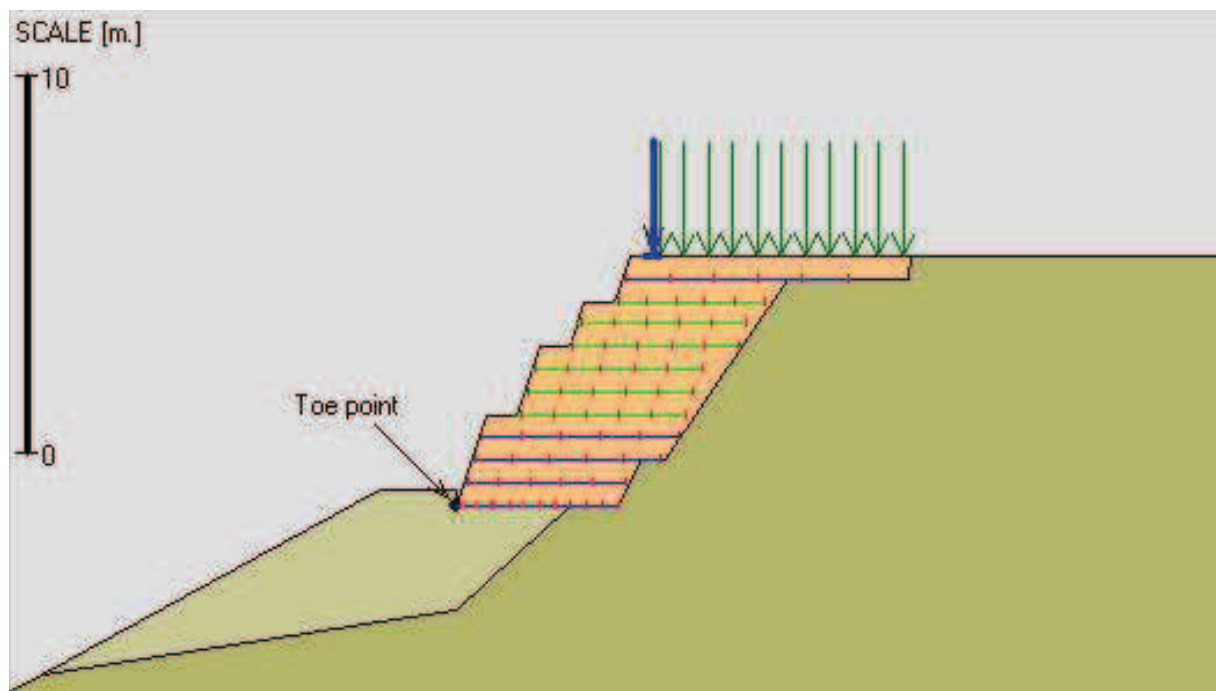
Per i parametri geotecnici il riferimento è la Tav.1.0\_Paragrafo 2.5.

Per i coefficienti sismici il riferimento è la Tav.1.0\_Paragrafo 2.6.

Le verifiche saranno eseguite secondo le NTC con Approccio-1 \_ Combinazione-2 (indicato per SLU\_GEO). E' stata analizzata una sola **Sezione Tipo**, della quale viene presentato di seguito il profilo geometrico di massima, ed anticipato uno schema esecutivo non particolareggiato degli elementi di rinforzo.

#### **Sezione Tipo H=6.60m**

(incasso minimo pari 80cm, dimezzato come da NTC\_2008)



## 1.2 - Parametri geotecnici

Il modello geotecnico relativo alle unità geologiche è stato deciso elaborando i dati della Tav.1.0 Paragrafo 2.5. Sono stati, quindi, utilizzati i seguenti **parametri geotecnici a lungo termine**:

### Modello Geotecnico per ReSSA (*Reinforced Soil Slope*)

	<b>Peso di volume naturale</b> $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	<b>Angolo d'attrito</b> ( $\phi$ ) (°)	<b>Coesione</b> C' (kN/m <sup>2</sup> - kPa)
"Soil 1" - Terreno di riempimento Terra Rinforzata	19	33	0
"Soil 2" – Unità-2a – Terreno in sito	18	28	0
"Soil 3" – Unità-2b e Unità-3 – Terreno in sito	19	28	20

**NOTA\_1:** l'Unità-1, riscontrata con le indagini sismiche ed inserita nel Modello geologico della TAV.1.0, che rappresenta il materiale in frana rimaneggiato, non è stata considerata in quanto sarà completamente rimossa nel corso degli scavi preparatori alla realizzazione della terra rinforzata.

**NOTA\_2:** l'Unità-2b (deposito morenico non mobilitato) e l'Unità-3 (deposito morenico più consistente), sono state accorpate in un'unica unità ("soil 3").

**NOTA\_3** i parametri inseriti nel modello geotecnico sono stati poi elaborati, come indicato nelle Nuove Norme Tecniche \_ D.M. 14 Gennaio 2008; vedere a questo proposito le **Tabelle delle Resistenze** inserite nel Paragrafo N. 1.5.

## 1.3 - Ulteriori parametri di calcolo

- ➔ **5.0 kPa**, (da X=5.40m a X=12.0m), per simulare la presenza di carichi variabili e/o a carichi accidentali dovuti prevalentemente allo stazionamento ed al passaggio di automobili (**Uniform Surcharge - Load Q1**),
- ➔ **10.0 kPa**, per uno spazio pari a 40 cm, per simulare la presenza di un carico permanente dovuto ad un eventuale muretto perimetrale a supporto della recinzione di protezione (**Strip Load-1**),
- ➔ nei calcoli geotecnici è stata ammessa l'assenza di acqua; si sottolinea che, nel caso in cui si trovassero delle emergenze idriche nel corso degli scavi, sarà necessario intervenire con idonei sistemi di raccolta delle acque d'infiltrazione.

**NOTA:** i carichi indicati sono stati poi elaborati come indicato nelle NTC\_2008; vedere a questo proposito la **Tabella delle Azioni** inserita nel Paragrafo 1.5.

#### 1.4 – Coefficienti sismici

Come indicato nel Paragrafo 2.5 della TAV. 1.0, il coefficiente sismico orizzontale  $K_h$  è stata considerato pari a 0.067 (SLV), quello verticale  $K_v$  è stata considerato pari a 0.0335 (SLV).

#### 1.5 – Verifiche di stabilità eseguite sulla sezione tipo

In ottemperanza alle NTC\_2008, sono state eseguite tutte le verifiche richieste nel **Paragrafo 6.8** **“Opere di materiali sciolti rinforzati (e non)”**, con Approccio-1 e Combinazione-2; è stato utilizzato un programma dedicato alle terre rinforzate sviluppato dalla Adama Engineering Inc., identificato commercialmente come **ReSSA** (Licenza n. 301443). Tutti gli output delle verifiche eseguite sono inseriti nei documenti allegati.

**NOTA:** per le verifiche *statiche* è stata utilizzata la **“Combinazione fondamentale delle Azioni”** (*F\_2.5.1\_NTC*), per quelle *sismiche* la **“Combinazione Sismica”** (*F\_2.5.5\_NTC*).

Nelle Tabelle delle Azioni e delle Resistenze, proposte di seguito, sono indicati i dati di input utilizzati per eseguire le verifiche.

**Tabella delle Azioni \_ Rif. Tabella 6.2.I - NTC**

<b>Carichi Permanenti Sfavorevoli (G1)</b>	<b>Valore “K” di Progetto</b>	<b>Comb. 1 _ Statica (A1)</b>	<b>Comb. 1 _ Sismica (A1)</b>	<b>Comb. 2_ Statica (A2)</b>	<b>Comb. 2 _ Sismica (A2)</b>
Peso del terreno di riemp. TR (g) – (kN/mc)	19	24,7	19	19	19
Muretto sopra la Tr (q) – (kPa)	10	13	10	10	10
<b>Carichi Variabili (Q)</b>	<b>Valore “K” di Progetto</b>	<b>Comb. 1 _ Statica (A1)</b>	<b>Comb. 1 _ Sismica (A1)</b>	<b>Comb. 2_ Statica (A2)</b>	<b>Comb. 2 _ Sismica (A2)</b>
Carichi occasionali (kPa)	5	7,5	5	6,5	5
<b>Azione Sismica (E)</b>	<b>Stato Limite Ultimo</b>	<b>Comb. 1 _ Statica (A1)</b>	<b>Comb. 1 _ Sismica (A1)</b>	<b>Comb. 2_ Statica (A2)</b>	<b>Comb. 2 _ Sismica (A2)</b>
Coefficiente sismico orizzontale $K_h$ (SLV)	SLV	-	0,067	-	0,067
Coefficiente sismico verticale $K_v$ (SLV)	SLV	-	0,0335	-	0,0335

### Tabelle delle Resistenze \_ Rif. Tabella 6.2.II - NTC

Parametro	Terreno del rilevato	Valore M1	Valore M2 (tan $\phi$ )
Angolo di attrito efficace caratteristico ( $\phi'$ ) - (°)	33	33	27,45
Peso dell'unità di volume (g) - (kN/mc)	19	19	19

Parametro	Unità-2a	Valore M1	Valore M2 (tan $\phi$ )
Angolo di attrito efficace caratteristico ( $\phi'$ ) - (°)	28	28	23,04
Peso dell'unità di volume (g) - (kN/mc)	18	18	18

Parametro	Unità-2b e 3	Valore M1	Valore M2 (tan $\phi - c'$ )
Angolo di attrito efficace caratteristico ( $\phi'$ ) - (°)	28	28	23,04
Coesione efficace caratteristica (C') - (kPa)	20	20	16
Peso dell'unità di volume (g) - (kN/mc)	19	19	19

Nelle tabelle seguenti sono, invece, indicati tutti i fattori di sicurezza FS ottenuti per la Sezione Tipo e le indicazioni per garantire le verifiche agli SLE.

#### Sezione Tipo H=6.60m (incasso minimo pari a 80cm, dimezzato come da NTC\_2008)

Verifiche	Programma	Fs Statico (Risultato)	Fs Statico (Richiesto)	Fs Sismico (Risultato)	Fs Sismico (Richiesto)	Ed $\leq$ Rd (F_6.2.1_NTC)
Stabilità interna, composita _ Bishop	ReSSA	Fs > 1.14	<b>Fs &gt; 1.0</b>	Fs > 1.01	<b>Fs &gt; 1.0</b>	SI
Stabilità interna, composita _ Spencer	ReSSA	Fs = 1.28	<b>Fs &gt; 1.0</b>	Fs = 1.12	<b>Fs &gt; 1.0</b>	SI
Stabilità Globale _ Bishop	ReSSA	Fs = 1.14	<b>Fs &gt; 1.1</b>	Fs = 1.01	<b>Fs &gt; 1.0</b>	SI

SLE <b>(P_6.5.3.2_NTC)</b>	Compatibilità degli spostamenti verticali con le opere al contorno  (vedere modulo elastico richiesto al terreno di riempimento nel Paragrafo 1.6 "Prescrizioni Progettuali)
-------------------------------	--

**NOTA:** la stabilità dell'opera è garantita quando sono superate le verifiche interne di rottura e sfilamento delle geogriglie, le verifiche esterne di scivolamento diretto e le verifiche globali.

Le verifiche sono stati realizzati in accordo alle raccomandazioni della Federal Highway Administration (Publication N° FHWA-NHI-00-043); il programma di calcolo ReSSA risolve le seguenti verifiche:

- verifica di stabilità interna per sfilamento delle geogriglie (pullout),
- verifica di stabilità interna per rottura delle geogriglie con superfici interne (tieback),
- verifica di stabilità interna per rottura delle geogriglie con superfici miste (compound),
- verifica di stabilità composita e globale; scorrimento rotazionale (circular arc – Bishop),

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. 6 dei tabulati di calcolo di ReSSA.

Per una più chiara lettura della pag. 6 dei tabulati di RESSA si precisa che:

- in colonna 2 è indicata la tipologia di geogriglia da utilizzare per ogni singolo strato necessaria per soddisfare sia le verifiche interne che le verifiche esterne
- in colonna 3 è indicata la quota a cui viene posata la geogriglia
- in colonna 4 è indicata la minima lunghezza di ancoraggio necessaria per soddisfare sia le verifiche interne che le verifiche esterne
- in colonna 5 è indicata la parte di lunghezza di geogriglia necessaria per evitare lo sfilamento del sistema di contenimento del fronte (L1); con il sistema di ancoraggio della geogriglia mediante il risvolto della stessa nella parte superiore dello strato il contributo richiesto è nullo
- in colonna 6 è indicata la lunghezza di geogriglia necessaria per l'ancoraggio oltre la superficie di scivolamento
- in colonna 7 è indicata la lunghezza di geogriglia disponibile ad offrire al manufatto la propria resistenza a trazione
- in colonna 8 è indicata la resistenza a trazione a lungo termine della geogriglia in relazione al sistema di contenimento del fronte (nella tecnica costruttiva considerata, sistema "wrap-around", ovvero con risvolto della geogriglia la fronte, il valore della resistenza è normalmente

uguale a quello indicato in colonna 9); questa resistenza può, invece, essere ridotta nel caso in cui la resistenza allo sfilamento movimentabile nelle condizioni di esercizio sia inferiore a quella disponibile a causa di un'insufficiente lunghezza della geogriglia in rapporto all'entità della tensione geostatica verticale

- in colonna 9 è indicata la resistenza a trazione a lungo termine della geogriglia.

Per l'esecuzione dei calcoli sono stati assunti i coefficienti di sicurezza parziali relativi alle geogriglie utilizzate per costruire l'opera, costituite da filamenti di poliestere ad alta tenacità e protetti con rivestimento polimerico.

**Potrà essere accettato l'utilizzo di tutte le geogriglie flessibili** (preferibilmente costituite da filamenti di poliestere ad alta tenacità e bassa deformabilità), **che posseggano le seguenti caratteristiche prestazionali:**

◆ **resistenza ammissibile di progetto a lungo termine uguale o superiore a quella indicata nella tabella presentata di seguito (P. 1.6.5);** il medesimo valore dovrà essere garantito con un allungamento massimo del 5 % a breve termine,

◆ allungamento **massimo** per creep, tra la curva tensione/deformazione istantanea e quella di T=114 anni, al 60% della tensione nominale, inferiore al 3 %.

Tali caratteristiche dovrebbero essere garantite da una certificazione rilasciata da un **ente indipendente dal produttore (Esempio, I.T.C. del Cnr o B.B.A.)**, nella quale devono essere riportati tutti i coefficienti di sicurezza necessari per la determinazione della tensione ammissibile in condizioni di esercizio a lungo termine (coefficienti per danneggiamento meccanico, per comportamento a creep e per attacchi ambientali).

Le indicazioni particolareggiate per costruire la terra rinforzata sono incluse nella **Tabella contenuta nel Paragrafo 1.6.5 e nelle "Istruzioni di posa in opera"** allegate.

## **1.6 – Prescrizioni progettuali**

- (1) La **stabilità dei fronti di scavo** per la preparazione del piano di posa della terra rinforzata è garantita dalla presenza a tergo di terreni caratterizzati da discreta coesione a breve e lungo termine. E' quindi possibile tenere gli **angoli di scarpa** della parete di scavo individuata nella sezione tipo di progetto; i risultati delle verifiche (FS=1.58), condotte secondo l'Approccio-1 \_



Combinazione-2, **sono stati inseriti come Allegato N.1.** È comunque importante realizzare l'opera durante la stagione secca, senza lasciare i fronti di scavo aperti per molti giorni.

Se nel corso degli scavi si riscontrasse poi l'affioramento di materiale di riporto scadente e/o di materiale sciolto, si consiglia di tenere un angolo di scarpa non superiore a 30°,

- (2) vista la presenza di uno spazio sub-orizzontale a monte dell'opera, è importante inserire a tergo della terra rinforzata, in particolare al piede delle pareti di scavo, un **sistema di raccolta** delle acque d'infiltrazione, costituito da un tubo microfessurato (diametro  $\geq 100\text{mm}$ ), adeguatamente protetto da filtro geotessile e da materiale granulare di grossa pezzatura. L'acqua raccolta dovrà poi essere scaricata in modo adeguato a valle dell'opera; **si invita pertanto il progettista a valutare questi aspetti ed a definire interventi risolutivi,**
- (3) considerata l'altezza complessiva dell'opera, e l'elevata pendenza del paramento, si raccomanda l'impiego di idonee attrezzature di sicurezza per gli operatori di cantiere, secondo le indicazioni contenute nel recente Testo unico sulla sicurezza,
- (4) si raccomanda, di curare con particolare attenzione la posa dell'ancoraggio superiore delle geogriglie in corrispondenza di ogni strato che precede un rientro consistente e di quello in sommità; dev'essere infatti garantita la tenuta alla sfilamento della geogriglia (pullout), in modo tale da non consentire verticalizzazioni del paramento dovute alla spinta del terreno contro il paramento stesso,
- (5) per quanto riguarda i **requisiti richiesti agli elementi di rinforzo della terra rinforzata**, si farà riferimento alle seguenti normative per valutare e controllare le caratteristiche di resistenza a breve termine ed a lungo termine richieste per gli elementi di rinforzo: UNI EN ISO 10319:1998 \_ "Prova di trazione a banda larga e deformazione a carico massimo" e BS 8006:1995 \_ "Strengthened / reinforced soils and other fills" per i Fattori di riduzione. Si riportano di seguito i valori di tensione ammissibile di progetto a lungo termine confrontati con i valori a breve:

<b>Tipo di rinforzo</b>	<b>Resistenza a trazione longitudinale a breve termine (kN/m)</b>	<b>Tensione ammissibile longitudinale a lungo termine (kN/m)</b>
GEOGRIGLIA 55	$\geq 55 \text{ kN/m}$	$\geq 27.27$
GEOGRIGLIA 110	$\geq 110 \text{ kN/m}$	$\geq 57.03$

**Nota:** la resistenza a trazione a breve termine in senso trasversale sarà sempre maggiore di 15 kN/m.

### Sezione Tipo H=6.60m

(incasso minimo pari a 80cm, dimezzato come da NTC\_2008)

N. Strato (Dalla Base)	"L" Geogriglia di Rinforzo Inferiore (m)	Coordinata "Y" del "Piede" del Rinforzo Inferiore	"L" Geogriglia di Ancoraggio Superiore (m)	Resistenza Ammissibile di Progetto (kN/m)	Resistenza Nominale (kN/m)
1°	4,30	0,00	1,50	57,03	110
2°	4,30	0,60	1,50	57,03	110
3°	5,00	1,20	1,50	57,03	110
4°	5,30	1,80	<b>2,50</b>	57,03	110
5°	4,50	2,40	1,50	27,27	55
6°	4,50	3,00	1,50	27,27	55
7°	4,50	3,60	<b>2,50</b>	27,27	55
8°	4,50	4,20	1,50	27,27	55
9°	4,50	4,80	<b>2,50</b>	27,27	55
10°	4,00	5,40	1,50	27,27	55
11°	6,00	6,00	<b>2,50</b>	57,03	110

(6) per il rilevato in terra rinforzata dovranno essere impiegati **terreni che possano garantire le seguenti caratteristiche granulometriche e geotecniche:**

- terreni appartenenti ai gruppi A2, A3, A4 (Classificazione CNR UNI 10006), con presenza di argilla < 20% (Circolare D.M. 14.01.2008\_ C.6.8.1.1),
- angolo di attrito caratteristico  $\phi_k \geq 33^\circ$ ,
- dal piano d'imposta della terra rinforzata **fino al completamento del penultimo strato di terra rinforzata**, il rilevato dovrà garantire un modulo elastico (misurato secondo le modalità previste dalla Norma CNR-B.U. n. 146 del 14 dicembre 1992 ("Determinazione del modulo di deformazione  $M_d$  mediante prova di carico con piastra circolare"), pari ad almeno **25 Mpa** (circa 250 kg/cmq) e/o pari ad almeno **15 Mpa** (circa 150 kg/cmq) se misurato con prove di carico dinamiche (L.F.W.D. o "Light Falling Weight Deflectometer"),
- l'**ultimo strato di terra rinforzata** dovrà essere realizzato con terreno misto selezionato, che dovrà garantire un modulo elastico misurato in modalità statica (vedere comma precedente) pari ad almeno **50 Mpa** (circa 500 kg/cmq) e/o pari ad almeno **30 Mpa** (circa 300 kg/cmq) se misurato con prove di carico dinamiche (vedere comma precedente).

## **1.7 – Conclusioni**

Su incarico del Geom. Roberto Del Mancino, con Studio a San Felice del Benaco in Via Cavour n.30, per conto del Camping Village Weekend, nell'ambito del progetto di “**Messa in sicurezza di un pendio interessato da un dissesto idrogeologico**”, avvenuto nel mese di agosto del 2016 all'interno del camping, sito in Via Vallone della Selva N.2, comune di San Felice del Benaco, è stata redatta la presente relazione tecnica: lo scopo è di descrivere e verificare da un punto di vista della stabilità interna, composita e globale, l'**opera geotecnica “Terra rinforzata”**.

Il parere dello scrivente è che l'opera sia realizzabile, seguendo le indicazioni contenute nei paragrafi 1.1 - 1.2 – 1.3 e 1.6. **Le modalità costruttive** della terra rinforzata sono riassunte nella **Tabella del Paragrafo 1.6.5**, mentre le “**Istruzioni di posa in opera**” sono presenti come **Allegato N.3**.

Sono state **eseguite tutte le verifiche richieste dalle NTC \_ 2008** (P.6.8\_”Opere di materiali sciolti rinforzati (e non)), inserite come **Allegato N.2**.

Brescia, Giugno 2017

dott. Geol. Mauro Piazza



### **ALLEGATI:**

1. verifiche degli scavi in corrispondenza della Sezione Tipo di progetto (ReSSA \_ 7 pagg.),
2. verifiche di stabilità interne-composite-globali della sezione tipo (ReSSA \_ 20 pagg.),
3. istruzioni di posa (2 pagg.),
4. tavola C.11 \_ UNI EN14475:2006 (1 pag.).

# SanFelice\_Camping\_Seiz.N.2\_H=6.60m

Report created by ReSSA(3.0): Copyright (c) 2001-2008, ADAMA Engineering, Inc.

## PROJECT IDENTIFICATION

Title: SanFelice\_Camping\_Seiz.N.2\_H=6.60m  
Project Number: SLU\_STR-GEO\_Comb.2 - STATICA  
Client:  
Designer: dott. Geol. Mauro Piazza

## Description:

Verifiche del fronte di scavo per l'esecuzione di un rilevato in terra rinforzata con geogriglie, di altezza complessiva pari a 6.60m, per consolidare un pendio che è stato soggetto dissesto superficiale.

## Company's information:

Name:  
Street:

Telephone #:  
Fax #:  
E-Mail:

Original file path and name: C:\Users\A ..... ing\_Verifica SCAVI\_Seiz.Tipo N.2\_Comb.2\_STATICA.MSE  
Original date and time of creating this file: Aprile 2017

**PROGRAM MODE:** Analysis of a General Slope using NO reinforcement material.



### DRAWING OF SPECIFIED GEOMETRY - COMPLEX - Quick Input

- Problem geometry is defined along sections selected by user at x,y coordinates.
- X1,Y1 represents the coordinates of soil surface. X2,Y2 represent the coordinates of the end of soil layer 1 and start of soil layer 2, and so on.

#### GEOMETRY

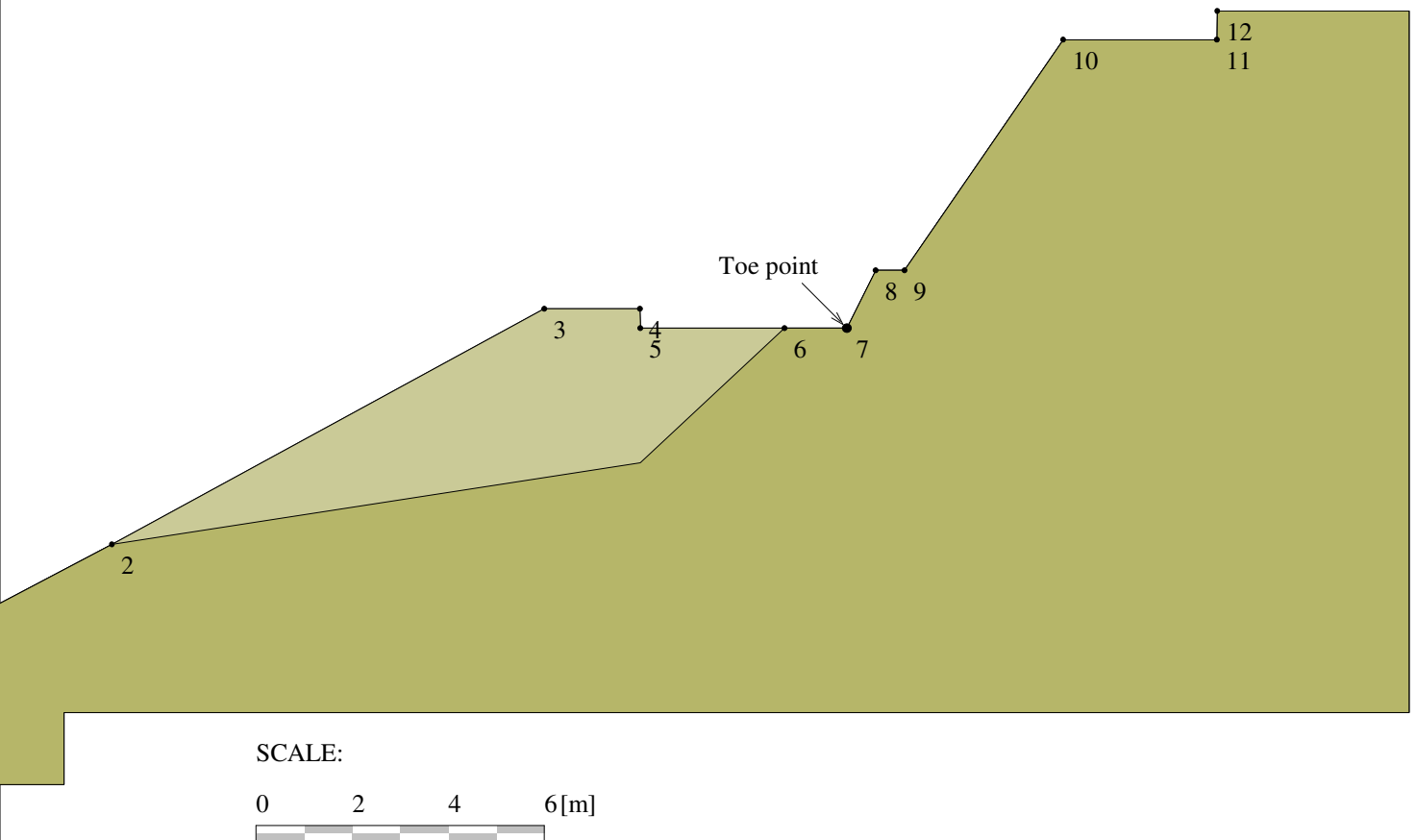
Soil profile contains 3 layers (see details in next page)

#### UNIFORM SURCHARGE

Surcharge load, Q1 .....None  
Surcharge load, Q2 .....None  
Surcharge load, Q3 .....None

#### STRIP LOAD

.....None.....









**CRITICAL RESULTS OF ROTATIONAL AND TRANSLATIONAL STABILITY ANALYSES**

**Rotational (Circular Arc; Bishop) Stability Analysis**

Minimum Factor of Safety = 1.58

Critical Circle:  $X_c = 4.76[m]$ ,  $Y_c = 6.07[m]$ ,  $R = 5.54[m]$ . (Number of slices used = 53 )

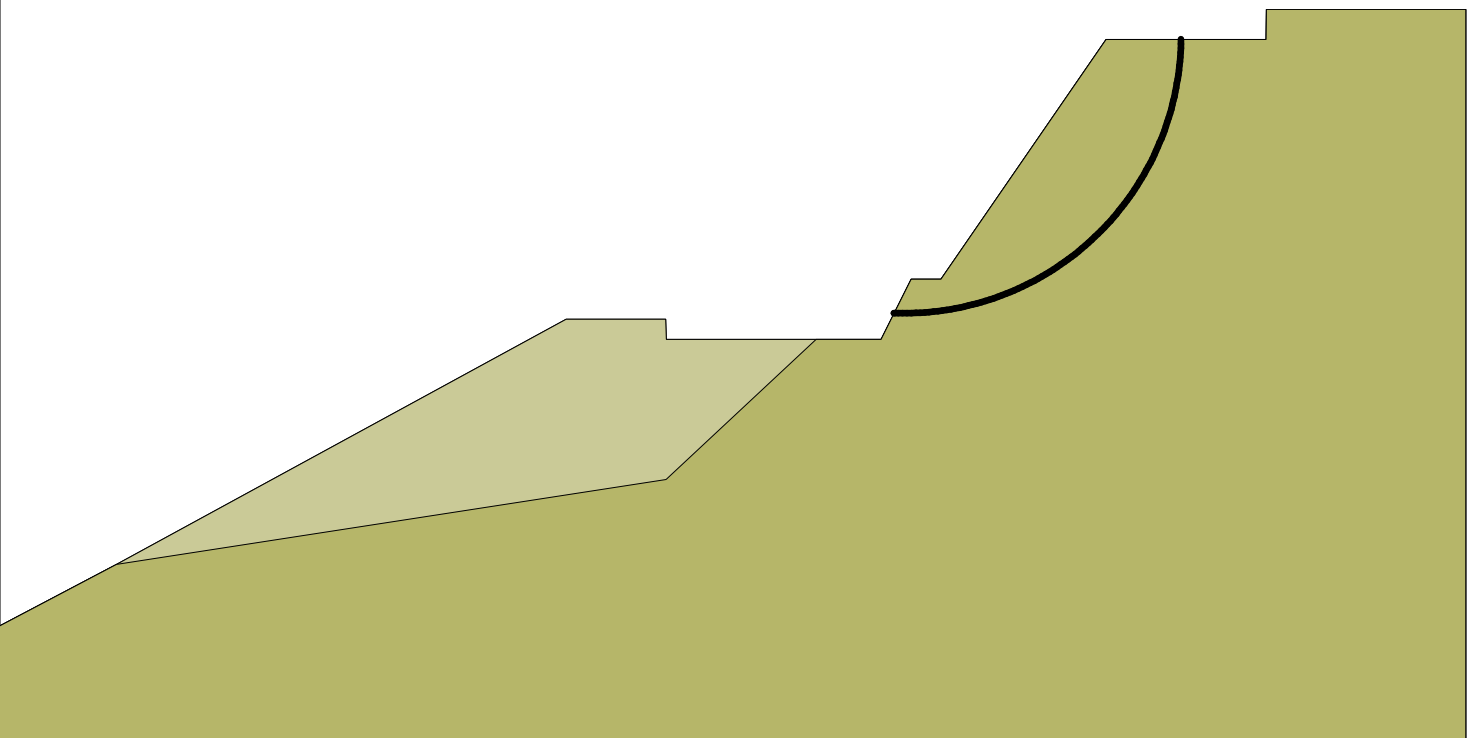
**Translational (2-Part Wedge; Spencer), Direct Sliding, Stability Analysis**

**NOT CONDUCTED**

**Three-Part Wedge Stability Analysis**

**NOT CONDUCTED**

**REINFORCEMENT LAYOUT: DRAWING**



**SCALE:**





# SanFelice\_Camping\_Seiz.N.2\_H=6.60m\_Rev.2

Report created by ReSSA(3.0): Copyright (c) 2001-2008, ADAMA Engineering, Inc.

## PROJECT IDENTIFICATION

Title: SanFelice\_Camping\_Seiz.N.2\_H=6.60m\_Rev.2  
Project Number: SLU\_STR-GEO\_Comb.2 - STATICA  
Client:  
Designer: dott. Geol. Mauro Piazza

## Description:

Esecuzione di un rilevato in terra rinforzata con geogriglie, di altezza complessiva pari a 6.60m, per consolidare un pendio che è stato soggetto dissesto superficiale. L'incasso, pari a 80cm, è stato dimezzato come da NTC\_2008.

## Company's information:

Name:  
Street:

Telephone #:  
Fax #:  
E-Mail:

Original file path and name: C:\Users\A ..... mping\_Verifica\_Seiz.Tipo\_H=6.60m\_Comb.2\_STATICA.MSE  
Original date and time of creating this file: Giugno 2017

**PROGRAM MODE:** Analysis of a General Slope using GEOSYNTHETIC as reinforcing material.

**INPUT DATA (EXCLUDING REINFORCEMENT LAYOUT)**

**SOIL DATA**

Soil Layer #:	Unit weight, $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Internal angle of friction, $\phi$ [deg.] RFTan=1.25		Cohesion, c [kPa] RFcoh=1.25	
....1.....Terreno di riempimento terra rinforzata	19.0	33.0	27.5	0.0	0.0
....2.....Terreno in sito - Unità U2a.....	18.0	28.0	23.0	0.0	0.0
....3.....Terreno in sito - U2b e U3.....	19.0	28.0	23.0	20.0	16.0

**REINFORCEMENT**

Reinforcement Type #	Geosynthetic Designated Name	Ultimate Strength, Tult [kN/m]	Reduction Factor for Installation Damage, RFid	Reduction Factor for Durability, RFd	Reduction Factor for Creep, RFc	Additional Reduction Factor, RFa	Coverage Ratio, Rc
2	GEOGRIGLIA 55	55.00	1.15	1.05	1.67	1.00	1.00
4	GEOGRIGIA 110	110.00	1.10	1.05	1.67	1.00	1.00

Interaction Parameters		== Direct Sliding ==		==== Pullout ====	
Type #	Geosynthetic Designated Name	Cds-phi	Cds-c	Ci	Alpha
2	GEOGRIGLIA 55	0.90	0.00	0.90	0.80
4	GEOGRIGIA 110	0.90	0.00	0.90	0.80

Relative Orientation of Reinforcement Force, ROR = 1.00. Assigned Factor of Safety to resist pullout, Fs-po = 1.10  
 Design method for Global Stability: AASHTO/FHWA Bishop.

**WATER**

Water is not present

**SEISMICITY**

Not Applicable



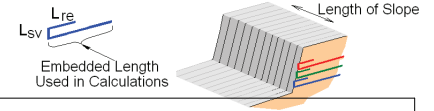












**REINFORCEMENT LAYOUT: TABULATED DATA & QUANTITIES**

Layer #	Reinf. Type #	Geosynthetic Designated Name	Height Relative to Toe [m]	Embedded Length [m]	Covergae Ratio, Rc	( X, Y ) front [m]	( X, Y ) rear [m]	Lsv * [m]	Lre [m]		
1	4	GEOGRIGIA 110	0.00	4.30	1.00	0.00	0.00	4.30	0.00	0.60	1.50
2	4	GEOGRIGIA 110	0.60	4.30	1.00	0.20	0.60	4.50	0.60	0.60	1.50
3	4	GEOGRIGIA 110	1.20	5.00	1.00	0.40	1.20	5.40	1.20	0.60	1.50
4	4	GEOGRIGIA 110	1.80	5.30	1.00	0.60	1.80	5.90	1.80	0.60	1.50
5	2	GEOGRIGLIA 55	2.40	4.50	1.00	1.60	2.40	6.10	2.40	0.60	1.50
6	2	GEOGRIGLIA 55	3.00	4.50	1.00	1.80	3.00	6.30	3.00	0.60	1.50
7	2	GEOGRIGLIA 55	3.60	4.50	1.00	2.00	3.60	6.50	3.60	0.60	1.50
8	2	GEOGRIGLIA 55	4.20	4.50	1.00	3.00	4.20	7.50	4.20	0.60	1.50
9	2	GEOGRIGLIA 55	4.80	4.50	1.00	3.20	4.80	7.70	4.80	0.60	1.50
10	2	GEOGRIGLIA 55	5.40	4.00	1.00	4.20	5.40	8.20	5.40	0.60	1.50
11	4	GEOGRIGIA 110	6.00	6.00	1.00	4.40	6.00	10.40	6.00	0.60	1.50

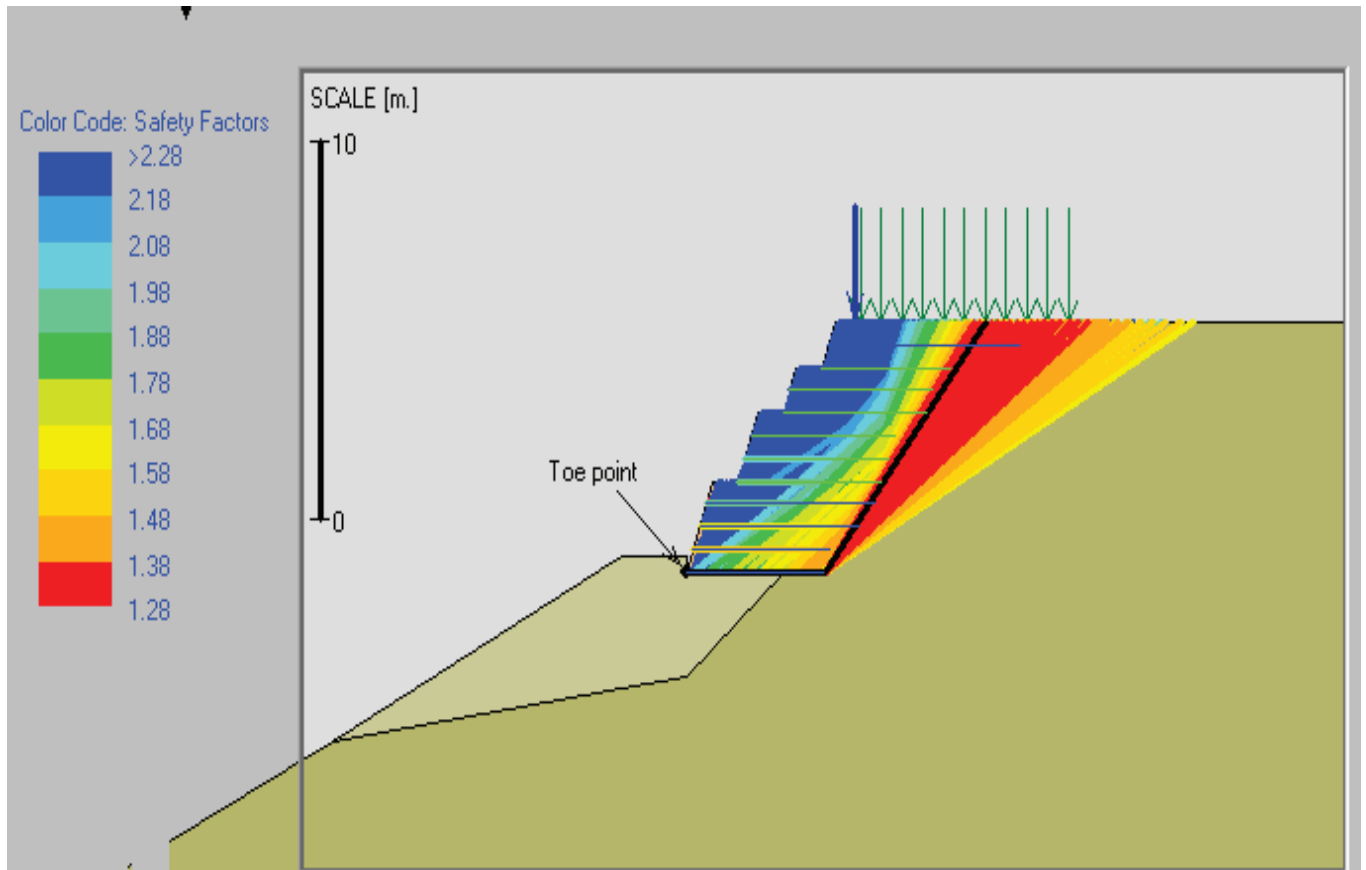
\* Vertical distance between layers.

**QUANTITIES**

Reinf. Type #	Designated Name	Coverage Ratio	Area of reinforcemnt [m <sup>2</sup> ] / length of slope [m]
2	GEOGRIGLIA 55	1.00	(including Lsv & Lre) 39.10
4	GEOGRIGIA 110	1.00	35.40



### SAFETY MAP: SPENCER TRANSLATIONAL, 2-PART WEDGE



# SanFelice\_Camping\_Seiz.N.2\_H=6.60m\_Rev.2

Report created by ReSSA(3.0): Copyright (c) 2001-2008, ADAMA Engineering, Inc.

## PROJECT IDENTIFICATION

Title: SanFelice\_Camping\_Seiz.N.2\_H=6.60m\_Rev.2  
Project Number: SLU\_STR-GEO\_Comb.2 - SISMICA  
Client:  
Designer: dott. Geol. Mauro Piazza

### Description:

Esecuzione di un rilevato in terra rinforzata con geogriglie, di altezza complessiva pari a 6.60m, per consolidare un pendio che è stato soggetto dissesto superficiale. L'incasso, pari a 80cm, è stato dimezzato come da NTC\_2008.

### Company's information:

Name:  
Street:

Telephone #:  
Fax #:  
E-Mail:

Original file path and name: C:\Users\A ..... mping\_Verifica\_Seiz.Tipo\_H=6.60m\_Comb.2\_SISMICA.MSE  
Original date and time of creating this file: Giugno 2017

**PROGRAM MODE:** Analysis of a General Slope using GEOSYNTHETIC as reinforcing material.

**INPUT DATA (EXCLUDING REINFORCEMENT LAYOUT)**

**SOIL DATA**

Soil Layer #:	Unit weight, $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Internal angle of friction, $\phi$ [deg.] RFTan=1.25		Cohesion, c [kPa] RFcoh=1.25	
....1.....Terreno di riempimento terra rinforzata	19.0	33.0	27.5	0.0	0.0
....2.....Terreno in sito - Unità U2a.....	18.0	28.0	23.0	0.0	0.0
....3.....Terreno in sito - U2b e U3.....	19.0	28.0	23.0	20.0	16.0

**REINFORCEMENT**

Reinforcement Type #	Geosynthetic Designated Name	Ultimate Strength, Tult [kN/m]	Reduction Factor for Installation Damage, RFid	Reduction Factor for Durability, RFd	Reduction Factor for Creep, RFC	Additional Reduction Factor, RFa	Coverage Ratio, Rc
2	GEOGRIGLIA 55	55.00	1.15	1.05	1.67	1.00	1.00
4	GEOGRIGIA 110	110.00	1.10	1.05	1.67	1.00	1.00

Interaction Parameters		== Direct Sliding ==		==== Pullout ====	
Type #	Geosynthetic Designated Name	Cds-phi	Cds-c	Ci	Alpha
2	GEOGRIGLIA 55	0.90	0.00	0.90	0.80
4	GEOGRIGIA 110	0.90	0.00	0.90	0.80

Relative Orientation of Reinforcement Force, ROR = 1.00. Assigned Factor of Safety to resist pullout, Fs-po = 1.10  
 Design method for Global Stability: AASHTO/FHWA Bishop.

**WATER**

Water is not present

**SEISMICITY**

Horizontal peak ground acceleration coefficient, Ao = 0.134  
 Design horizontal seismic coefficient, kh = Am = 0.5 x Ao = 0.067 & design vertical seismic coefficient, kv (down) = 0.500 x kh = 0.034



**TABULATED DETAILS OF QUICK SPECIFIED GEOMETRY**

Soil profile contains 3 layers. Coordinates in [m.]

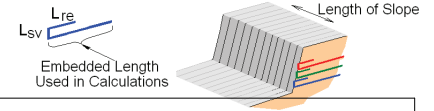
	#	Xi	Yi
Top of Layer 1	1	-20.50	-9.50
	2	-11.00	-4.50
	3	-2.00	0.40
	4	-0.01	0.40
	5	0.00	0.00
	6	0.80	2.40
	7	1.60	2.40
	8	2.20	4.20
	9	3.00	4.20
	10	3.40	5.40
	11	4.20	5.40
	12	4.60	6.60
	13	12.01	6.60
Top of Layer 2	14	-20.50	-9.50
	15	-11.00	-4.50
	16	-2.00	0.40
	17	-0.01	0.40
	18	0.00	0.00
	19	4.30	0.00
	20	4.90	1.20
	21	5.50	1.20
	22	8.80	6.00
	23	12.00	6.00
	24	12.01	6.60
Top of Layer 3	25	-20.50	-9.50
	26	-11.00	-4.50
	27	0.00	-2.80
	28	3.00	0.00
	29	4.30	0.00
	30	4.90	1.20
	31	5.50	1.20
	32	8.80	6.00
	33	12.00	6.00
	34	12.01	6.60











**REINFORCEMENT LAYOUT: TABULATED DATA & QUANTITIES**

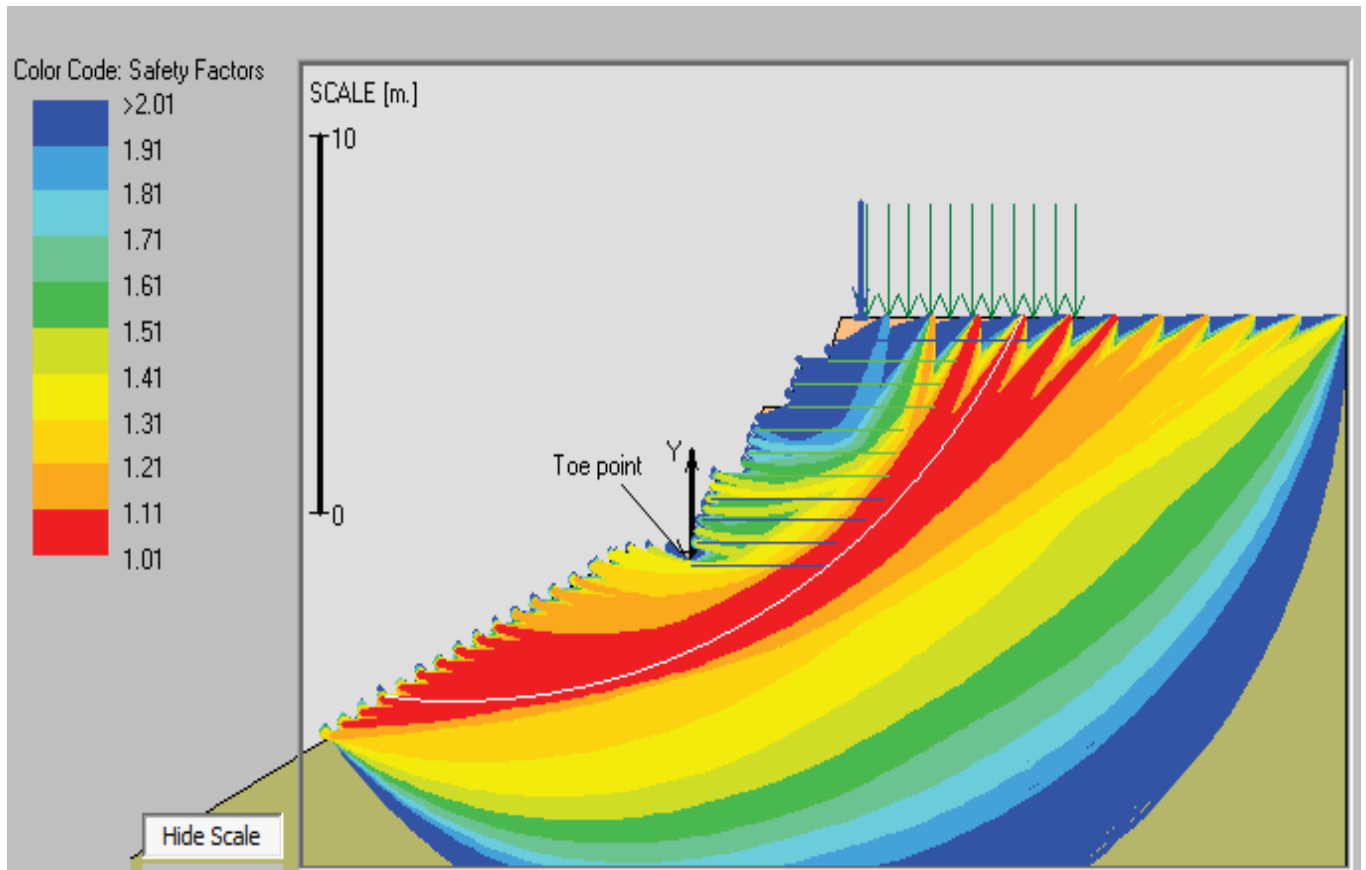
Layer #	Reinf. Type #	Geosynthetic Designated Name	Height Relative to Toe [m]	Embedded Length [m]	Covergae Ratio, Rc	( X, Y ) front [m]	( X, Y ) rear [m]	Lsv * [m]	Lre [m]		
1	4	GEOGRIGIA 110	0.00	4.30	1.00	0.00	0.00	4.30	0.00	0.60	1.50
2	4	GEOGRIGIA 110	0.60	4.30	1.00	0.20	0.60	4.50	0.60	0.60	1.50
3	4	GEOGRIGIA 110	1.20	5.00	1.00	0.40	1.20	5.40	1.20	0.60	1.50
4	4	GEOGRIGIA 110	1.80	5.30	1.00	0.60	1.80	5.90	1.80	0.60	1.50
5	2	GEOGRIGLIA 55	2.40	4.50	1.00	1.60	2.40	6.10	2.40	0.60	1.50
6	2	GEOGRIGLIA 55	3.00	4.50	1.00	1.80	3.00	6.30	3.00	0.60	1.50
7	2	GEOGRIGLIA 55	3.60	4.50	1.00	2.00	3.60	6.50	3.60	0.60	1.50
8	2	GEOGRIGLIA 55	4.20	4.50	1.00	3.00	4.20	7.50	4.20	0.60	1.50
9	2	GEOGRIGLIA 55	4.80	4.50	1.00	3.20	4.80	7.70	4.80	0.60	1.50
10	2	GEOGRIGLIA 55	5.40	4.00	1.00	4.20	5.40	8.20	5.40	0.60	1.50
11	4	GEOGRIGIA 110	6.00	6.00	1.00	4.40	6.00	10.40	6.00	0.60	1.50

\* Vertical distance between layers.

**QUANTITIES**

Reinf. Type #	Designated Name	Coverage Ratio	Area of reinforcemnt [m <sup>2</sup> ] / length of slope [m]
2	GEOGRIGLIA 55	1.00	(including Lsv & Lre) 39.10
4	GEOGRIGIA 110	1.00	35.40

### SAFETY MAP: BISHOP ROTATIONAL ANALYSIS MODE

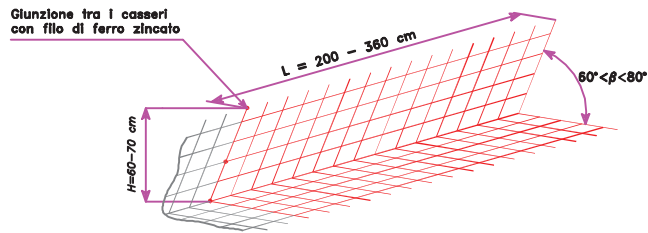




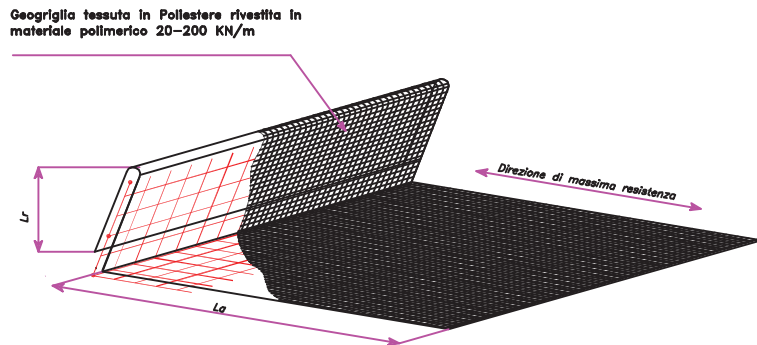
**Fase 1 - PREPARAZIONE DELLO SCAVO DI SBANCAMENTO:** lo scavo di sbancamento va preparato in funzione dei valori di lunghezza di ancoraggio ( $L_a$ ) e di inclinazione ( $\beta$ ) indicati nel foglio di dimensionamento: il terreno di fondazione deve essere stabile e compatto: in caso contrario sarà necessario realizzare un saccone drenante di fondazione; il terreno che costituisce la scarpata dovrà essere in grado di sopportare a breve termine le pendenze richieste dal progetto.



**Fase 2 - POSIZIONAMENTO DEL CASSERO:** il cassero ha la funzione di sorreggere il terreno di riempimento durante la fase di compattazione: può essere in tondino di ferro (a perdere) oppure composto da tubi tipo Innocenti e tavole di legno (a recuperare); il cassero a perdere è il più comune ed è composto da una rete metallica in tondino di ferro da 8 mm di diametro con maglie di 15 x 15 cm, sagomata con l'inclinazione prevista dal progetto: la lunghezza della facciata a vista, è in funzione dell'inclinazione prevista: il cassero va fissato al terreno mediante idonei picchetti.

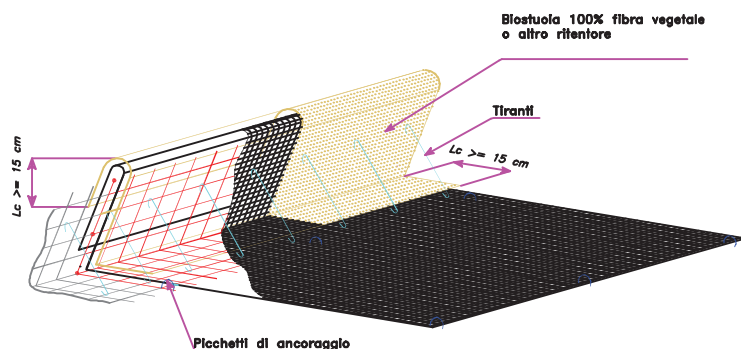


**Fase 3 - STESURA DELLO GEOGRIGLIA:** la geogriglia è il vero elemento di rinforzo del terreno: il suo dimensionamento è finalizzato a calcolare la lunghezza di ancoraggio ( $L_a$ ) e la resistenza a trazione ( $T$ ) che dipendono dalla geometria dell'opera, dalle caratteristiche meccaniche dei terreni e dalla distribuzione dei sovraccarichi di progetto:  $L_a$  e  $T$  in generale cambiano da uno strato al successivo, ma per comodità  $L_r$  viene scelto costante e pari a 1.50 m. La geogriglia va tagliata a misura in pannelli di lunghezza  $L_a + (H / \cos \beta) + L_r$ , va posata sul fondo dello strato con la direzione di max resistenza a trazione parallela alla sezione trasversale dell'opera, va fissata alle estremità con chiodi in tondino di ferro e ripiegato in sommità verso l'esterno sul cassero.

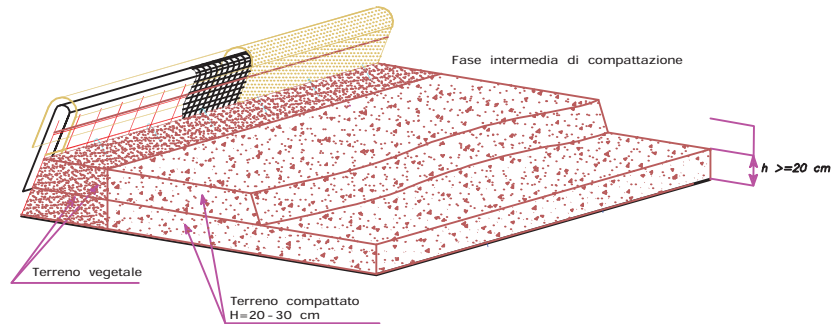


**Fase 4: STESURA DEL BIOTESSILE O ALTRO RITENTORE** sul paramento di facciata dell'opera dovrà essere posizionata una biostuoia/biorete biodegradabile in juta, cocco o paglia e cocco a maglia stretta, con la funzione di trattenere il terreno fine e fornire all'idrosemina un supporto su cui germogliare: il biotessile dovrà essere ripiegato per circa 10 cm sia alla base che alla sommità dello strato.

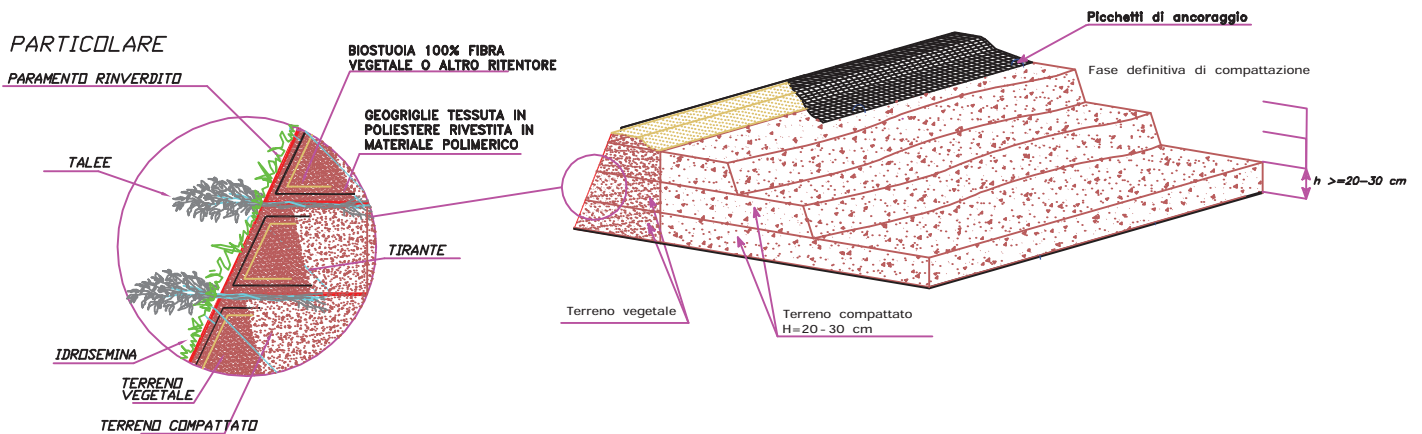
**Fase 5: FISSAGGIO DELLA STAFFA DI RINFORZO:** dopo la stesura della geogriglia e del biotessile, va fissata una staffa di rinforzo in tondino di ferro analogo a quello usato per il cassero, per evitare l'apertura del cassero sotto le pressioni che si svilupperanno nella fase di compattazione: è buona norma prevederne almeno una ogni 60 cm di sviluppo lineare dell'opera.



**Fase 6: POSA IN OPERA DEL TERRENO DI RIEMPIMENTO** : il terreno di riempimento dovrà avere buone caratteristiche di resistenza al taglio e dovrà essere conforme a quanto indicato nel foglio di dimensionamento; andrà steso in strati da 20 a 30 cm , bagnato e compattato con appositi rulli di adeguato peso fino ad ottenere l'altezza dello strato prevista (60 cm): sarà necessario porre attenzione a non utilizzare rulli di peso eccessivo per non deformare il cassero; nella zona più vicina al fronte bisognerà aver cura di posare uno spessore di almeno 20 cm di terreno adatto alla crescita della vegetazione.



**Fase 7: RISVOLTO IN SOMMITA' DELLA BIOSTUOIA E DELLA GEOGRIGLIA:** raggiunta l'altezza del cassero si devono riportare verso l'interno la geogriglia ed il biotessile, che erano state temporaneamente rivoltati verso valle sul cassero, avendo cura di stenderle bene, picchettarle alle estremità e di garantire un sormonto laterale di almeno 10 cm; dopo tale operazione è possibile procedere alla preparazione di altri strati in sommità fino al raggiungimento dell'altezza indicata in progetto, seguendo le indicazioni dalla fase 2 alla fase 7 per ogni strato. Durante le fasi di costruzione del rilevato in terra rinforzata è possibile inserire gli eventuali geocompositi drenanti, posizionati lungo la parete di scavo, ed i tubi microfissurati per la raccolta e lo smaltimento delle acque d'infiltrazione.





EN 14475:2006 (E)

Table C.11 - WRAPPED AROUND (with formwork) or BAGGED

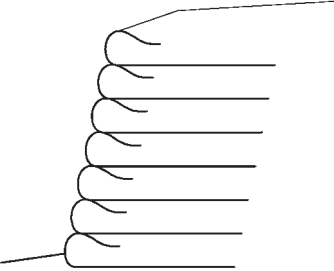
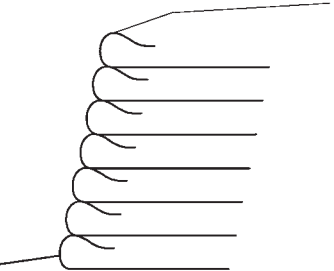
		REINFORCEMENT	MAIN APPLICATIONS
		Geogrids, geotextiles, woven wire mesh.	Inclined or battered walls. Such slopes are often sprayed or seeded to produce a vegetative cover, or faced with shotcrete.  Also used for vertical walls, with an independent concrete cladding in front.
TECHNOLOGY	LONGITUDINAL FLEXIBILITY	TRANSVERSAL FLEXIBILITY	FILL MATERIAL
Facing made of polymeric grids or geotextiles, or woven wire mesh.  Built in horizontal courses.  To construct such slopes to an acceptable alignment it is common practice to use temporary formwork.	High tolerance to longitudinal differential settlement (except once possibly covered with shotcrete).	Flexible system.	May include fine materials when draining geotextiles are used.
TOLERANCES			OTHER COMMENTS
<u>Alignment</u> ± 100 mm  Fair construction tolerances obtained with care and better quality fill.	<u>Differential settlement</u> ~ 5 %	<u>Compressibility</u> ≥ 10 %	Risk from vandalism and fire reduced by vegetative or shotcrete cover.

Table C.12 - IN-SITU CONCRETE FACING

		REINFORCEMENT	MAIN APPLICATIONS
		See comments for steel wire grid facing and wrapped around facing.	Inclined or battered walls.
TECHNOLOGY	LONGITUDINAL FLEXIBILITY	TRANSVERSAL FLEXIBILITY	FILL MATERIAL
Used occasionally as adjunct to steel wire grid facing or wrapped around facing.	Near zero tolerance to longitudinal differential settlement once the concrete face is cast.	Near zero tolerance to differential settlement between facing and reinforcement once the concrete face is cast.	See comments for steel wire grid facing and wrapped around facing.
TOLERANCES			OTHER COMMENTS
<u>Alignment</u> ± 50 mm	<u>Differential settlement</u> ~ 0 %	<u>Compressibility</u> ~ 0 %	