



Provincia di Brescia

Settore delle Strade

Ufficio Operativo Territorio Montano

Strada:

S.P. BS 237 " DEL CAFFARO "

Ubicazione:

Comune di Barghe

Intervento:

MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLE
BARRIERE DI SICUREZZA TRA LA PROG.VA KM
33+540 E LA PROG. VA KM 33+720

Oggetto:

RELAZIONE DI CALCOLO

Scala:

Numero:

AMM10

Il Direttore del Settore delle Strade:

Dott. Arch. Giovan Maria Mazzoli

R.U.P.:

Dott. Ing. Enrica Savoldi

Progettista:

Dott. Ing. Enrica Savoldi

Collaboratori:

Geom. Antonio Manessi

Coordinatore Sicurezza:
in fase di progettazione

Dott. Ing. Enrica Savoldi

Coordinatore Sicurezza:
in fase di esecuzione

Direttore dei Lavori

Nome File:

C:\datiantonio\rilievo\barghe

Redatto da:

Geom. Antonio Manessi

Verificato da:

Data:

Novembre 2016

Data e Numero Revisione:

Codice Intervento:

PROGETTO O PRELIMINARE O DEFINITIVO O ESECUTIVO

INDICE

1 - GENERALITA'	2
Oggetto	2
Tipologia delle opere in progetto	2
Riferimenti	2
<i>Documenti Progettuali</i>	2
<i>Normativa</i>	3
2 - MATERIALI IMPIEGATI	3
Componentistica fornita	3
<i>Elementi tipo Terramesh Verde Light</i>	3
Requisiti richiesti per il terreno costituente il rilevato	3
3 - DESCRIZIONE E CALCOLO DELLE OPERE IN PROGETTO	4
Criteri di calcolo	4
<i>Stati limite ultimi</i>	4
<i>SLU di tipo geotecnico</i>	4
<i>SLU di tipo strutturale</i>	4
<i>Metodologia di calcolo</i>	4
Ipotesi di calcolo	5
Presentazione del metodo di calcolo	8
<i>Metodo di Bishop</i>	9
<i>Metodo di Bishop semplificato</i>	9
<i>Definizioni</i>	12
4 - RIASSUNTO DEI RINFORZI IMPIEGATI E DEI FATTORI DI SICUREZZA OTTENUTI	13
5 - MODALITA' DI REALIZZAZIONE	14
<i>Terramesh Verde Light</i>	14
6 - CONCLUSIONI	15
allegato 1:	
REPORT di calcolo SEZIONE 1-1	
(condizioni statiche)	
allegato 2:	
REPORT di calcolo SEZIONE 1-1	
(condizioni sismiche)	

1 - GENERALITA'

Oggetto

La presente relazione di calcolo ha come oggetto la realizzazione di un'opera di sostegno in terre rinforzate che verrà eseguita lungo la SP 237 nel tratto che interessa il comune di Barghe al fine di allargare la sede stradale per creare una piccola banchina di 75 cm e relativo ciglio 75 cm in cui installare le barriere di sicurezza.

Per contenere gli ingombri del rilevato di cui sopra e limitare così i volumi di terreno inserendo l'opera nell'attuale contesto cercando di ottimizzare al massimo l'impatto visivo, si è optato per un'opera di sostegno realizzata con la tecnica delle terre rinforzate; tale tipologia di opera prevede elementi, preassemblati in stabilimento, aventi i rinforzi costituiti da teli in rete metallica a doppia torsione plasticata ed il paramento esterno rinverdibile.

Tipologia delle opere in progetto

Nel campo delle geotecnica è definita come opera in terra rinforzata o pendio rinforzato, una struttura atta al contenimento od alla stabilizzazione di una scarpata costituita, essa stessa, da terreno e da elementi di rinforzo di forma e materiale opportuno, capaci di assorbire sforzi di trazione. Tali elementi vengono di solito disposti lungo piani di posa orizzontali durante il riempimento e la compattazione del rilevato di terra, che avviene per strati successivi. Così facendo, il regime di sollecitazioni che si instaura nel rilevato strutturale con l'aumentare dei carichi, è tale da mobilitare la resistenza a trazione del rinforzo in virtù della propria aderenza per attrito con il terreno. Il terreno che costituisce il rilevato strutturale, invece, offrirà il suo contributo di resistenza alla compressione per effetto dei carichi verticali. Nella progettazione di queste strutture è pertanto necessario individuare correttamente i meccanismi di rottura potenziali nel terreno al fine di valutare il contributo di stabilità offerto dalla presenza dei rinforzi. Alla luce di quanto premesso, il corretto dimensionamento di una struttura in terra rinforzata implica una scelta corretta della lunghezza e della spaziatura verticale dei rinforzi necessari a garantire la stabilità, noti che siano i parametri geotecnici del rilevato strutturale (angolo d'attrito, eventuale coesione, peso specifico) e le caratteristiche meccaniche dei rinforzi (carico rottura, coeff. aderenza terreno). I meccanismi di scivolamento schematizzati nel calcolo saranno in generale diversi secondo le caratteristiche dei rinforzi e soprattutto della geometria e della stratigrafia della scarpata. L'opera in terra rinforzata sarà realizzata mediante corsi posti ad interasse verticale di 0,73 m di elementi tipo Terramesh Verde "Light" con ancoraggio e paramento esterno costituiti da un unico elemento in rete metallica a doppia torsione e maglia esagonale 8x10 con filo in galmac e plasticato Ø 2,20i/3,20e mm. All'interno del paramento esterno è inserita una geostuoia come ritentore di fini in tessuto a maglia accoppiato ad un micro-tessuto; la lunghezza dei rinforzi sarà variabile, in funzione di quanto indicato nel calcolo di verifica, secondo la rappresentazione rilevabile sulla sezione tipologica di progetto. Il paramento esterno, inclinato a 65° rispetto all'orizzontale e riempito a tergo con terra vegetale, consente un completo rinverdimento della struttura rendendo piacevole l'impatto visivo dell'opera.

Riferimenti

Nella redazione della presente relazione si è fatto riferimento alla seguente documentazione:

Documenti Progettuali

- Valori dei parametri geotecnici dei terreni in sito e strutturale all'interno dell'opera in terre rinforzate attribuiti in seguito all'esecuzione di scavi esplorativi in sito.

- Elaborati grafici riportanti le sezioni rilevate sul posto.

Normativa

Oltre a quanto contenuto negli elaborati di cui sopra, si è inoltre fatto riferimento alla seguente normativa italiana:

- O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003: "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".
- O.P.C.M. n. 3316 del 02/10/2003: "Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003".
- D.M. del 14/01/2008: "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni".
- Circolare del 2/02/2009, n. 617: "Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008"

2 - MATERIALI IMPIEGATI

Componentistica fornita

Elementi tipo Terramesh Verde Light

Trattasi di struttura di sostegno in terra rinforzata con paramento rinverdirente costituita da elementi di armatura planari orizzontali in rete metallica a doppia torsione realizzata con maglia esagonale tipo 8x10 (UNI-EN 10223-3), tessuta con filo in acciaio trafilato avente diametro pari 2.20 mm, galvanizzato con Galmac, lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%). Oltre a tale trattamento il filo sarà ricoperto da un rivestimento di materiale plastico di colore grigio che dovrà avere uno spessore nominale di 0.5 mm, portando il diametro esterno al valore nominale di 3.20 mm. La resistenza a trazione nominale della rete dovrà essere pari a 35 kN/m (test eseguiti in accordo alla EN 15381, Annex D). Il paramento in vista sarà provvisto inoltre di un elemento di irrigidimento interno, assemblato in fase di produzione in stabilimento, costituito da un pannello di rete elettrosaldato e da un idoneo ritentore di fini; la sua inclinazione rispetto all'orizzontale, definita dal progetto, sarà fissata per mezzo di elementi a squadra realizzati in tondino metallico e preassemblati alla struttura. Gli elementi di rinforzo contigui saranno posti in opera e legati tra loro mediante idonee cuciture eseguite con filo metallico plastificato, diametro interno 2,20 mm, esterno 3,20 mm o con punti metallici meccanizzati galvanizzati con Galmac, con diametro 3.00 mm e carico di rottura minimo pari a 1700 Mpa.

Requisiti richiesti per il terreno costituente il rilevato

Il rilevato strutturale ed il riempimento a tergo saranno eseguiti con terreni di materiale prevalentemente arido le cui caratteristiche geotecniche, riportate di seguito ed ipotizzate nei calcoli di verifica per il dimensionamento delle opere, dovranno essere accertate prima dell'inizio dei lavori da parte della Direzione Lavori. In ogni caso andranno rispettate le seguenti condizioni minime:

- a) Il terreno di riempimento non dovrà contenere nessun elemento superiore a 100 mm se non in percentuale massima del 10%.
- b) La stesa e la compattazione del rilevato viene effettuata impiegando attrezzature e modalità in accordo a quanto previsto dalle specifiche sulle costruzioni stradali.
- c) La compattazione di ogni singolo corso dovrà avvenire per strati di spessore sofficie non superiore a 35-40 cm.
- d) Il grado di compattazione deve raggiungere in opera il 92% della prova Proctor modificata.

3 - DESCRIZIONE E CALCOLO DELLE OPERE IN PROGETTO

La presente relazione di calcolo riguarda la realizzazione di un'opera di sostegno in terre rinforzate che verrà eseguita lungo l'attuale rilevato della SP 237 nel tratto che interessa il comune di Barghe al fine di allargare la sede stradale per creare una piccola banchina di 75 cm e relativo ciglio 75 cm in cui installare le barriere di sicurezza.

Per contenere gli ingombri del rilevato di cui sopra e limitare così i volumi di terreno inserendo l'opera nell'attuale contesto cercando di ottimizzare al massimo l'impatto visivo, si è optato per un'opera di sostegno realizzata con la tecnica delle terre rinforzate; tale tipologia di opera prevede elementi, preassemblati in stabilimento, aventi i rinforzi costituiti da teli in rete metallica a doppia torsione plasticata ed il paramento esterno rinverdibile.

Nella redazione della presente relazione di calcolo si è esaminata la situazione di maggiore impegno di tutta l'opera, corrispondente alla sezione 1-1 di altezza pari a 2,19 m (n. 3 corsi da 0.73 m) individuata sugli elaborati grafici.

Criteri di calcolo

Le verifiche strutturali contenute nella presente relazione sono state redatte in accordo a quanto prescritto dal D.M. 14/01/2008. In particolare sono state effettuate le prescritte verifiche agli SLU. Essendo le opere di tipo definitivo si eseguono anche le verifiche di tipo sismico.

Stati limite ultimi

In tutte le verifiche, dovrà risultare soddisfatta la condizione: $E_d \leq R_d$, in cui E_d rappresenta il valore di progetto delle azioni, mentre R_d rappresenta il valore di progetto della resistenza.

La struttura di sostegno dovrà soddisfare le verifiche di sicurezza di stabilità esterna (SLU di tipo geotecnico) e di stabilità interna dell'opera (SLU di tipo strutturale).

SLU di tipo geotecnico

Le verifiche SLU di tipo geotecnico eseguite sono le seguenti:

- verifica di stabilità globale.
- verifica di stabilità interna.

SLU di tipo strutturale

Le attuali Norme nazionali non forniscono indicazioni a riguardo. Si è fatto pertanto riferimento alle Norme BS8006 –vers.1995, unitamente alle UNI-EN 14475:2006 per gli aspetti generali.

Le verifiche di carattere strutturale riguardano gli elementi di rinforzo ed i complementi strutturali. Le verifiche possono essere sintetizzate in:

- a) verifica a sfilamento del singolo rinforzo dal terreno (pull-out)
- b) verifica della resistenza di progetto dell'elemento di rinforzo

Metodologia di calcolo

Le analisi delle opere di sostegno di tipo geotecnico (GEO) e di tipo strutturale (STR) potranno essere eseguite secondo l'approccio 1 ovvero la combinazione A1+M1+R1 e A2+M2+R2 o l'approccio 2 combinazione A1+M1+R3 secondo quanto indicato dal D.M. 14/01/08.

Ipotesi di calcolo

Il dimensionamento delle strutture in progetto è stato eseguito con riferimento a quanto riportato nella seguente tabella ed eventualmente integrato e dettagliato nel prosieguo del paragrafo. Per le dimensioni della sezione oggetto di verifica si rimanda alla sezione tipo di progetto allegata.

In particolare per la caratterizzazione dei suoli (si veda documentazione fotografica allegata) si è fatto riferimento ai parametri geotecnici attribuiti in seguito all'esecuzione di scavi esplorativi in sito, assumendo valori conservativi nel seguito riportati.

Per quanto riguarda i sovraccarichi accidentali (passaggio di mezzi anche pesanti), si è assunto un carico stradale pari a 20 kN/m; in condizioni sismiche tale sovraccarico viene assunto pari al 20 %.

Per le azioni sismiche sono stati ricavati i coefficienti secondo le prescrizioni contenute nelle norme di cui al punto 1 della presente relazione considerando i valori riportati per i seguenti parametri nella zona interessata dall'intervento (Barghe):

Vita nominale dell'opera: $V_n = 50$ anni

Classe d'uso dell'opera: IV° che prevede un coefficiente d'uso $C_u=2$

Categoria del sottosuolo: E

Categoria della superficie topografica: T2

I suddetti valori portano ad un valore dell'accelerazione massima attesa al sito $a_{max} = 0,289$ e ad un valore del coefficiente di riduzione $\beta_m = 0.24$ che forniscono i seguenti coefficienti sismici:

$k_o = 0,07$ e $k_v = \pm 0,035$

CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI STRUTTURALI	TIPO DI RINFORZI	Elementi Terramesh Verde Light		
	TIPO DI PARAMENTO	inclinato rinverdibile		
	INCLINAZIONE OPERA	65°		
DATI GEOTECNICI	T = RILEVATO STRUTTURALE E DI RIEMPIMENTO A TERGO	$\gamma_1 = 18,00 \text{ kN/m}^3$	$\phi_1 = 33^\circ$	$c' = 0,00 \text{ kPa}$
	TS = TERRENO IN FONDAZIONE E DEL RILEVATO STRADALE	$\gamma_3 = 19,00 \text{ kN/m}^3$	$\phi_3 = 29^\circ$	$c' = 0,00 \text{ kPa}$
CARICHI ACCIDENTALI	CONDIZIONI SISMICHE	$K_{h(\text{orizzontale})} = 0,07$ $K_{v(\text{verticale})} = \pm 0,035$		
	CONDIZIONI STATICHE	20 KPa ($q = 4 \text{ kPa}$ in cond. sismiche)		

Le verifiche sono state eseguite sia in condizioni statiche, sia in condizioni di sollecitazione sismica.





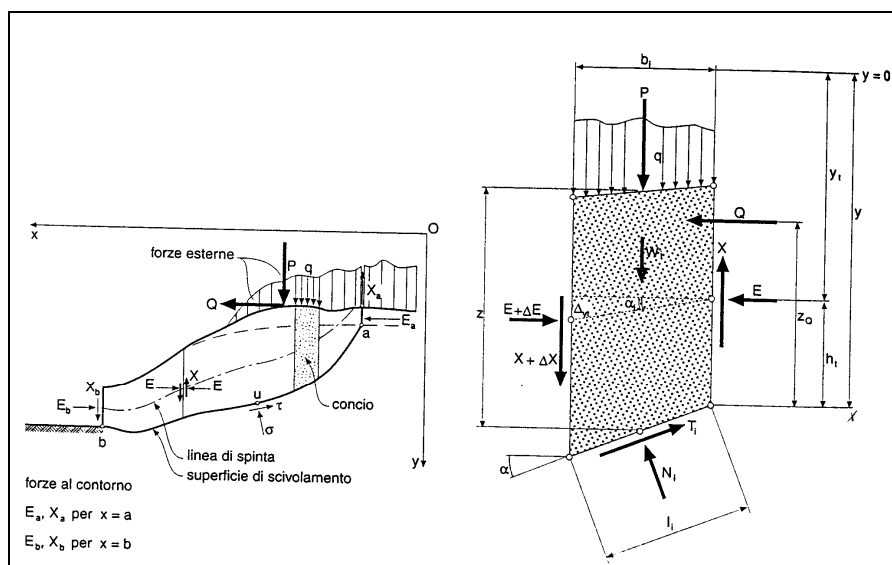
Presentazione del metodo di calcolo

Le analisi vengono eseguite verificando la stabilità della sezione di progetto simulando la presenza dei rinforzi in rete metallica disposti secondo le necessità progettuali, considerando tutta una serie di potenziali superfici di scivolamento circolari e riscontrando in ogni caso, in accordo alla Normativa, un fattore di sicurezza $FS \geq 1.00$ per quanto concerne le verifiche di stabilità interna ed $FS \geq 1.1$ per quanto concerne le verifiche di stabilità globale. Si precisa che nel codice MACSTARS W utilizzato per il calcolo, i coefficienti di riduzione sulle resistenze sono già automaticamente applicati: ciò implica che il valore del Fattore di Sicurezza - previsto da normativa $\geq 1,1$ - da cercare nelle verifiche deve essere maggiore di 1.00.

Le analisi di stabilità dei pendii possono essere verificate con diversi metodi di calcolo, ognuno dei quali fornisce un'equazione finale che permette di determinare il coefficiente di sicurezza. Ogni metodo assume una serie di ipotesi semplificative così da poter rendere risolvibile il sistema di equazioni.

Alcuni di questi metodi sono stati risolti con metodo iterativo, vale a dire creando una procedura di calcolo che facilita la loro implementazione su macchina. Tra questi ci interessa maggiormente approfondire i metodi implementati dal programma di calcolo MACSTARS W, che fa riferimento al metodo di Bishop (1955) e il metodo di Janbu (1954) e le loro semplificazioni.

L'analisi di stabilità, che adotta tali metodi, è quella dell'equilibrio limite globale. Tale verifica si conduce esaminando un certo numero di possibili superfici di scivolamento per ricercare quella che rappresenta il rapporto minimo tra la resistenza a rottura disponibile e quella effettivamente mobilitata; il valore di questo rapporto costituisce il coefficiente di sicurezza del pendio. Scelta quindi una superficie di rottura si suddivide in conci la parte instabile, si studia dapprima l'equilibrio della singola striscia e poi si passa alla stabilità globale.



Schema delle azioni agenti su di un singolo concio.

Dato l'elevato numero di incognite, ogni metodo assume delle ipotesi semplificative che rendono risolvibile il sistema e sono proprio tali ipotesi che differenziano un metodo dall'altro.

Per ogni concio sono disponibili per la risoluzione del sistema le tre equazioni della statica (equilibrio traslazione verticale, orizzontale ed equilibrio dei momenti), quindi per n conci si avranno $3n$ equazioni linearmente indipendenti.

Metodo di Bishop

Questo metodo adotta come prima semplificazione l'ipotesi di una superficie di rottura circolare; inoltre considera la risultante delle forze perpendicolari alla superficie laterale del concio equilibrate ($X_i + X_{i+1} = 0$). Utilizzando tali ipotesi è possibile ottenere un numero d'incognite uguali al numero d'equazioni ($3n$ equazioni in $3n$ incognite).

Risolviendo il sistema si ottiene un coefficiente di sicurezza dato dal rapporto tra la risultante dei momenti stabilizzanti e la risultante dei momenti destabilizzanti, nella forma:

$$FS = \Sigma M_{stab} / \Sigma M_{destab}$$

Metodo di Bishop semplificato

In tale metodo si aggiunge un'ulteriore ipotesi rispetto al precedente, ossia si considerano nulle le forze agenti parallelamente alla superficie laterale del concio. Il sistema sarà così di $2n$ equazioni in $2n$ incognite. Le equazioni considerate sono quelle dell'equilibrio alla traslazione verticale e dei momenti, ne segue che non è garantito l'equilibrio complessivo alla traslazione orizzontale.

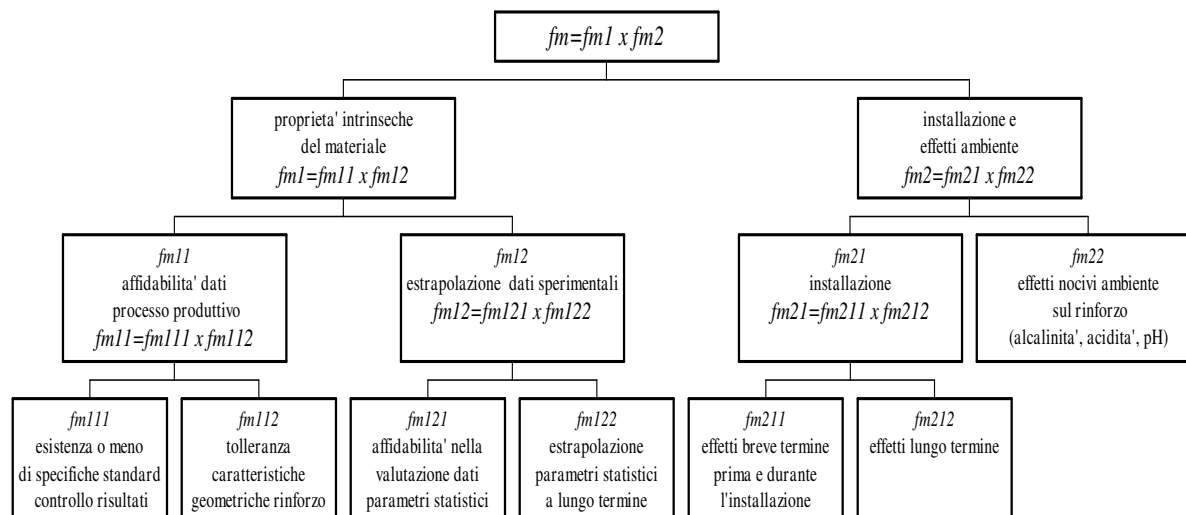
Il coefficiente di sicurezza risulta essere sempre del tipo:

$$FS = \Sigma M_{stab} / \Sigma M_{destab}$$

Un corretto dimensionamento di una struttura in terra rinforzata implica una scelta corretta della lunghezza e della spaziatura verticale dei rinforzi al fine di garantire la stabilità. Le analisi di stabilità sono state eseguite in corrispondenza della sezione ritenuta più significativa ai fini del calcolo.

Ai fini del calcolo strutturale si è fatto riferimento alle prestazioni a lungo termine del materiale; a tale proposito il parametro più complicato da individuare è la resistenza di lavoro, per la quale le diverse normative possono indicare metodologie differenti per la definizione. Mancando in Italia una qualsiasi indicazione in merito, per la stima della resistenza di lavoro degli elementi di rinforzo si è fatto riferimento allo schema illustrato di seguito che la BS8006 (inglese) prescrive per i rinforzi in genere. La resistenza di lavoro T_d è tale che: **$T_d = T_b / f_m$** .

f_m è il fattore di sicurezza complessivo che consente di passare dalla resistenza a trazione nominale T_b a quella di lavoro. T_d è calcolato per una data deformazione massima ammissibile nei rinforzi durante la vita di progetto che, per le opere in terra rinforzata, sono dell'ordine del 5.5-6.5 %.



Definizione del fattore di sicurezza per il calcolo della resistenza di lavoro dei rinforzi secondo la BS 8006

Nel calcolo si dovrà inoltre considerare l'equivalenza degli effetti di un eventuale sisma, rappresentato con due forze statiche equivalenti, funzioni del grado di sismicità della zona: l'evento sismico per le diverse zone sul territorio nazionale viene infatti classificato dal Servizio Sismico del Consiglio Superiore dei LL.PP. che definisce la categoria del sisma e di conseguenza il relativo grado d'intensità sismica. I valori suddetti,

Verifiche di stabilità eseguite

La normativa italiana non tratta in maniera approfondita le opere in terra rinforzata alle quali si accenna solamente nell'ambito del decreto citato, laddove si trattino i manufatti in materiale sciolti. Per tale ragione, al di là di una generica indicazione circa la necessità di verifiche strutturali delle armature di rinforzo, non si danno indicazioni circa le modalità con cui si deve definire la resistenza di lavoro dei rinforzi, i parametri che caratterizzano l'interazione con i terreni ed i possibili stati limite specifici del sistema rinforzo.

Il codice MACSTARS, mancando in Italia una qualsiasi indicazione in merito, fa riferimento alla direttiva Inglese e più precisamente alla BRITISH STANDARD 8006 (1995).

Nel valutare la stabilità del pendio sono introdotti i seguenti fattori:

- peso proprio del terreno;
- effetto della pressione neutra;
- sovraccarichi verticali superficiali;
- azioni sismiche eventuali, assimilate a forze statiche equivalenti;
- effetto dovuto alla presenza dei rinforzi.

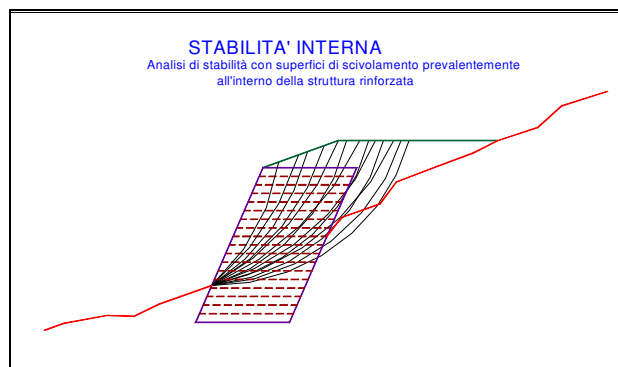
I dati geometrici del problema sono strutturati in modo da identificare le possibili stratificazioni nel terreno e le zone contenenti i rinforzi.

Il contributo degli elementi planari di rinforzo è introdotto nel calcolo solo se essi intersecano la superficie di scivolamento. In tal caso sono assimilati a forze applicate al cuneo di distacco. L'entità di tali forze è determinata scegliendo il minore valore tra la resistenza a rottura della rete di rinforzo e la resistenza allo sfilamento dello stesso dal terreno. Quest'ultima è calcolata in funzione della lunghezza del tratto di rinforzo di là dalla linea di scivolamento e della profondità di posa del telo di rete rispetto alla sommità del rilevato.

E' possibile assegnare una superficie di scivolamento e calcolare il fattore di sicurezza ad essa associato oppure, attraverso un algoritmo di minimizzazione non lineare, modificare la geometria della superficie di scivolamento rispettando la forma prescelta (circolare o spirale logaritmica) e determinare in modo automatico la superficie che corrisponde al fattore di sicurezza minimo o comunque ad un fattore di sicurezza preassegnato dall'utente, in relazione ai dati del problema (geometria, rinforzi, etc.).

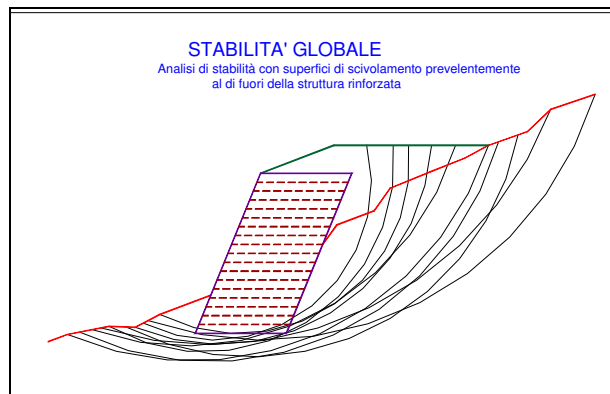
Nella sezione individuata il calcolo é stato condotto utilizzando il metodo di Bishop e distinguendo due tipi di verifica:

Stabilità interna: verifica della lunghezza necessaria e della spaziatura degli elementi di rinforzo tale da garantire che il rilevato rinforzato sia sufficientemente compatto e resistente alle azioni interne provocate dai pesi e dai carichi esterni. Si é assunto in questo caso che le superfici partano dal piede di valle dell'opera e da alcuni punti significativi del paramento e si estendano verso monte fino ad incontrare il profilo del terreno, intersecando totalmente o solo parzialmente l'ammasso rinforzato.



Stabilità interna

Stabilità globale: ossia verifica delle dimensioni della massa strutturale nei confronti di scivolamenti più esterni, che possano determinare fenomeni di instabilità più profondi negli strati di terreno. In questo caso si é assunto che le superfici partano da un intervallo spaziale più a valle rispetto al piede dell'opera.



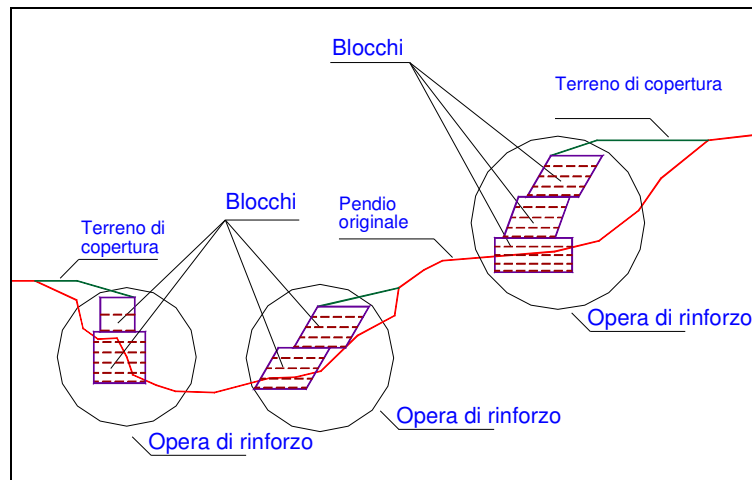
Stabilità globale

Definizioni

Per fare chiarezza su quanto esposto di seguito e sul listato di calcolo, con riferimento alla seguente illustrazione, sono fornite alcune definizioni:

Pendio originale: profilo del terreno originario, prima del progetto dei rinforzi;

Opera di rinforzo: sequenza continua di strutture di rinforzo chiamate blocchi; un pendio può comprendere quindi più opere; l'opera può prevedere superiormente un terreno di copertura;



Terreno di copertura: profilo del terreno posto al di sopra dell'opera per raccordare l'opera con un'opera sovrastante oppure per raccordare l'opera con il pendio originale;

Blocco: porzione di struttura in terra rinforzata costituita dal rilevato strutturale, dagli elementi di rinforzo omogenei come tipologia e dimensioni, dal terreno di riempimento a tergo;

Rilevato strutturale: terreno che costituisce i blocchi, deposto a strati tra i rinforzi, compattato meccanicamente per migliorarne le proprietà meccaniche e di resistenza;

Riempimento a tergo: eventuale terreno posto a riempimento dello spazio tra il blocco ed il pendio originale (se presente);

Rinforzo: elemento resistente a trazione in virtù dell'attrito con il terreno, disposto lungo piani di posa orizzontali; può essere principale ed in tal caso è dotato di risvolto sul lato di valle oppure secondario posto tra il risvolto del principale sottostante ed il principale sovrastante; il secondario è sempre più lungo del principale;

Paramento: porzione libera in vista del blocco posto sul lato di valle;

Ancoraggio: lunghezza del rinforzo esterna alla superficie di rottura;

Sfilamento: raggiungimento delle condizioni di massima aderenza del rinforzo nel tratto ancorato o nel tratto interno alla porzione di terreno instabile.

4 - RIASSUNTO DEI RINFORZI IMPIEGATI E DEI FATTORI DI SICUREZZA OTTENUTI

Nelle tabelle che seguono sono indicate caratteristiche e dimensioni dei rinforzi impiegati internamente alla struttura e sono tabulati i valori minimi dei coefficienti di sicurezza ottenuti dalle analisi eseguite nella sezione oggetto di verifica. Gli elaborati di calcolo dettagliati, sono riportati negli Allegati in appendice.

SEZIONE TIPO H=2,19 m – Tipologia paramento e distribuzione rinforzi		
Blocco	Tipo Paramento	Tipo Rinforzo
TMV1	Elemento tipo Terramesh Verde Light con paramento rinverdibile in rete D.T. tipo 8x10 filo Galfan Plastificato \varnothing 2,20/3,20 mm	Rete metallica a doppia torsione filo Galfan Plastificato \varnothing 2,20/3,20 mm lunghezza 3,00 m
TMV2	Elemento tipo Terramesh Verde Light con paramento rinverdibile in rete D.T. tipo 8x10 filo Galfan Plastificato \varnothing 2,20/3,20 mm	Rete metallica a doppia torsione filo Galfan Plastificato \varnothing 2,20/3,20 mm lunghezza 3,00 m

SEZIONE TIPO H=2,19 m Verifiche condotte in Condizioni sismiche (combinazione accelerazioni +- e ++)	
Verifica	F.S.
Stabilità globale	1.207 (++)
Stabilità interna blocco B1	1.384 (++)
Stabilità interna blocco B2	1.373 (++)
Ribaltamento	8.313 (++)
Scorrimento	3.511 (++)
Capacità portante	3.500 (+-)

SEZIONE TIPO H=2,19 m Verifiche condotte in Condizioni statiche	
Verifica	F.S.
Stabilità globale	1.286
Stabilità interna blocco B1	1,554
Stabilità interna blocco B2	1,485
Ribaltamento	14.258
Scorrimento	5.517
Capacità portante	3.188

5 - MODALITA' DI REALIZZAZIONE

Terramesh Verde Light

La procedura per la posa delle terre rinforzate con gli elementi Terramesh Verde Light può essere riassunta come di seguito descritto.

Dopo aver bonificato, livellato e compattato il piano di fondazione, si procede al posizionamento ed allineamento degli elementi che successivamente verranno aperti avendo cura di allungare il telo di rinforzo eliminando le linee di piegatura preformate in fase di produzione. L'estremità interna dei rinforzi in rete metallica può essere fissata al terreno con picchetti di ferro sagomati a "U" per mantenerla tesa e in posizione. Si mettono in posizione gli elementi a squadra per dare l'inclinazione al paramento fissando tramite punti di legatura le staffe e i tiranti inseriti in fase di produzione.

Di seguito si stende il rilevato strutturale di riempimento per tutta la lunghezza del rinforzo con spessore pari a circa la metà dell'interasse dei rinforzi avendo cura di non addossarlo al paramento da cui ci si deve mantenere scostati di almeno $30 \div 40$ cm. Il rilevato strutturale sarà costituito da terreno avente caratteristiche geotecniche come indicato nei calcoli di progetto e comunque dovrà essere sottoposto ad approvazione della Direzione dei Lavori. La stesa e la compattazione del rilevato viene effettuata impiegando le attrezzature e le modalità in accordo a quanto previsto dalle Norme Tecniche di Appalto per rilevati in terra. Il grado di compattazione deve raggiungere il 95% della prova Proctor modificata. L'ottimale messa in opera di materiale selezionato dalle caratteristiche sopracitate garantisce la costanza delle proprietà di ancoraggio delle reti anche nel caso di variazioni del contenuto di umidità del terreno. Lungo la facciata dell'opera, a tergo del paramento ed a completamento del riempimento di rilevato strutturale, si sistema lo strato di terreno vegetale la cui compattazione dovrà essere effettuata mediante l'impiego di piastre vibranti o rulli leggeri. Le fasi di stesa e compattazione del terreno strutturale e vegetale, si devono ripetere fino al raggiungimento dello spessore di progetto del singolo strato di terra rinforzata, in corrispondenza del quale il risvolto dell'elemento sottostante, deve essere steso e picchettato sul terrapieno compattato.

La posa degli elementi sovrastanti si ripete rispettando la successione delle operazioni sopra riportate e gli elementi adiacenti in senso orizzontale e verticale devono essere opportunamente legati tra loro in modo da ottenere una struttura monolitica.

Al fine di evitare accumuli di eventuali acque di infiltrazione nel corpo della struttura in terra rinforzata, possibile causa a loro volta di aumenti delle spinte e del decadimento delle caratteristiche geotecniche dei materiali, durante la formazione del rilevato si dovrà aver cura di esaurire ogni sessione di lavorazione lasciando il rilevato perfettamente compattato e con conformazione a "schiena d'asino" in modo da favorire il naturale deflusso di eventuali depositi di acque di precipitazione meteorica.

Ad opera finita si potrà eventualmente procedere con la saturazione della stuoia anti erosiva mediante idrosemina, eseguita con attrezzatura a pressione in due o più passaggi, costituita da un appropriato miscuglio di sementi in ragione di $35-50$ g/m², composto fertilizzante colloidale in ragione di 200 g/m², coltre organica protettiva in ragione di 200 g/m². Il periodo per la semina e la scelta delle sementi da utilizzare, devono essere idonei al tipo di terreno, al clima ed alla composizione floristica della zona.

6 - CONCLUSIONI

Si è data illustrazione di un'opera di sostegno in terre rinforzate che verrà eseguita lungo l'attuale rilevato della SP 237 nel tratto che interessa il comune di Barghe al fine di allargare la sede stradale per creare una piccola banchina di 75 cm e relativo ciglio 75 cm in cui installare le barriere di sicurezza; di tale opera sono state verificate le condizioni di stabilità in relazione alle condizioni normali ed eccezionali cui potrà essere soggetta pertanto si esprime giudizio positivo in merito alla sua fattibilità.

Brescia, Novembre 2016

Il progettista

S.P. 237 "DEL CAFFARO" MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLE BARRIERE DI SICUREZZA TRA LA PROG.VA KM 33+540
E LA PROG.VA KM 33+720.

allegato 1:
REPORT di calcolo SEZIONE 1-1
(condizioni statiche)

Brescia, Novembre 2016

Il progettista

MacStARS W – Rel. 4.0

Proposta... : SP 237: lavori di allargamento della sede stradale

Sezione... : 1-1

Località... : Barghe (BS)

Data..... : 25/10/2016

**Verifiche condotte in accordo alla normativa :
Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008
Verifiche nei confronti dello SLU**

SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	3
PROFILI STRATIGRAFICI	3
BLOCCHI RINFORZATI	3
Blocco : TMV1	3
Blocco : TMV2	4
CARICHI	4
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI	4
VERIFICHE IN CONDIZIONI STATICHE	6
Verifica di stabilità globale :	6
Verifica di stabilità interna : blocco TMV1.....	7
Verifica di stabilità interna : blocco TMV2.....	8
Verifica come muro di sostegno :	9
Verifica come muro di sostegno :	10

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : T	Descrizione : terreno strutturale
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²] : 0.00
Classe d'attrito.....	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°] : 33.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³] : 18.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³] : 19.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²] : 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30

Terreno : TS	Descrizione : terreno in sito
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²] : 0.00
Angolo d'attrito.....	[°] : 29.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³] : 19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³] : 20.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²] : 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: PA		Descrizione: profilo attuale					
Terreno : TS							
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	3.00	5.65	3.17	6.43	3.65	8.00	4.00
10.00	5.98	16.50	6.05				

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : TMV1					
Dati principali.....[m].....	Larghezza.....=	3.00	Altezza.....=	0.73	
Coordinate Origine.....[m].....	Ascissa.....=	7.43	Ordinata.....=	3.65	
Inclinazione paramento [°]	25.00				

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
 Rilevato strutturale.....: T
 Terreno di riempimento a tergo.....: T
 Terreno di copertura.....: T
 Terreno di fondazione.....: TS

Parametri per il calcolo della capacità portante com Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof
 Affondamento fondazione.....[m] : 0.00
 Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

Rinforzi :
 Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.2P - 0.73

Lunghezza.....[m].....= 3.00
 Interasse.....[m].....= 0.73
 Risvolto.....[m].....= 0.65

Blocco : TMV2

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 3.00 Altezza.....= 1.46
 Arretramento.....[m].....= 0.00 da TMV1
 Inclinazione paramento.....[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
 Rilevato strutturale.....: T
 Terreno di riempimento a tergo.....: T
 Terreno di copertura.....: T
 Terreno di fondazione.....: T

Parametri per il calcolo della capacità portante com Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Affondamento fondazione.....[m] : 0.00
 Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.2P - 0.73

Lunghezza.....[m].....= 3.00
 Interasse.....[m].....= 0.73
 Risvolto.....[m].....= 0.65

Profilo di ricopertura:

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.04	0.10	1.55	0.14				

CARICHI

Pressione : Q

Descrizione : carico stradale

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m²]..= 20.00 Inclinazione.....[°]..= 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 9.25 To = 15.20

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

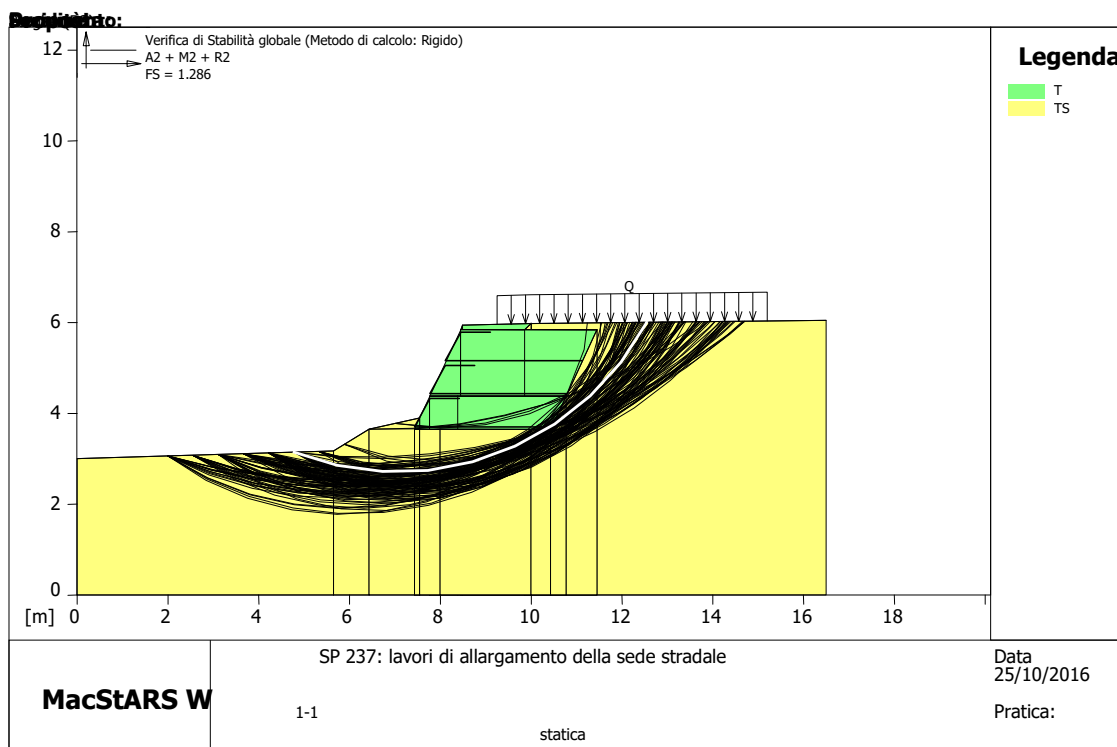
Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.2P - 0.73

Carico di rottura Nominale Tr	[kN/m].....	35.00
Rapporto di Scorrimento plastico		2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico	[m³/kN].....	1.10e-04
Rigidezza estensionale	[kN/m].....	350.00
Lunghezza minima di ancoraggio	[m].....	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia)		1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia)		1.17
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo)		1.17
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla)		1.17
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo		0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia		0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia		0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo		0.50

S.P. 237 "DEL CAFFARO" MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLE BARRIERE DI SICUREZZA TRA LA PROG.VA KM 33+540
E LA PROG.VA KM 33+720.

Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....: 0.30

VERIFICHE IN CONDIZIONI STATICHE



Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

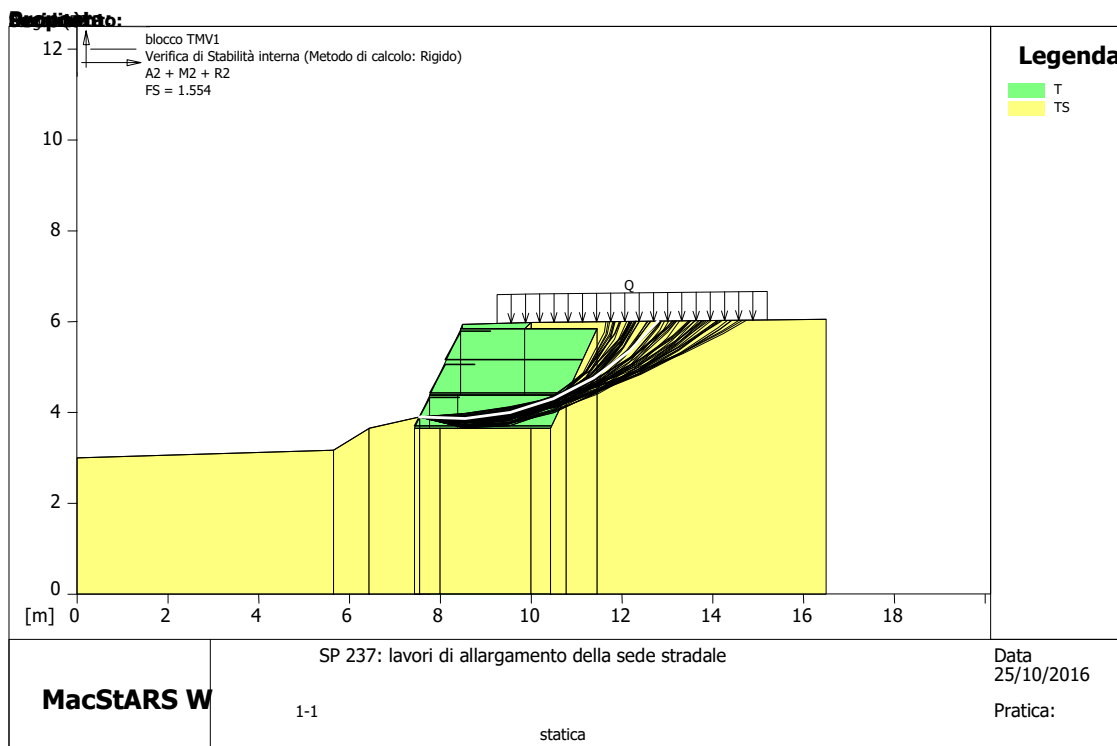
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato : **1.286**

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
2.00	7.00	11.00	16.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....		:	10
Numero totale superfici di prova.....		:	2110
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m]		:	1.00
Angolo limite orario..... [°]		:	0.00
Angolo limite antiorario..... [°]		:	0.00

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità interna : blocco TMV1

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

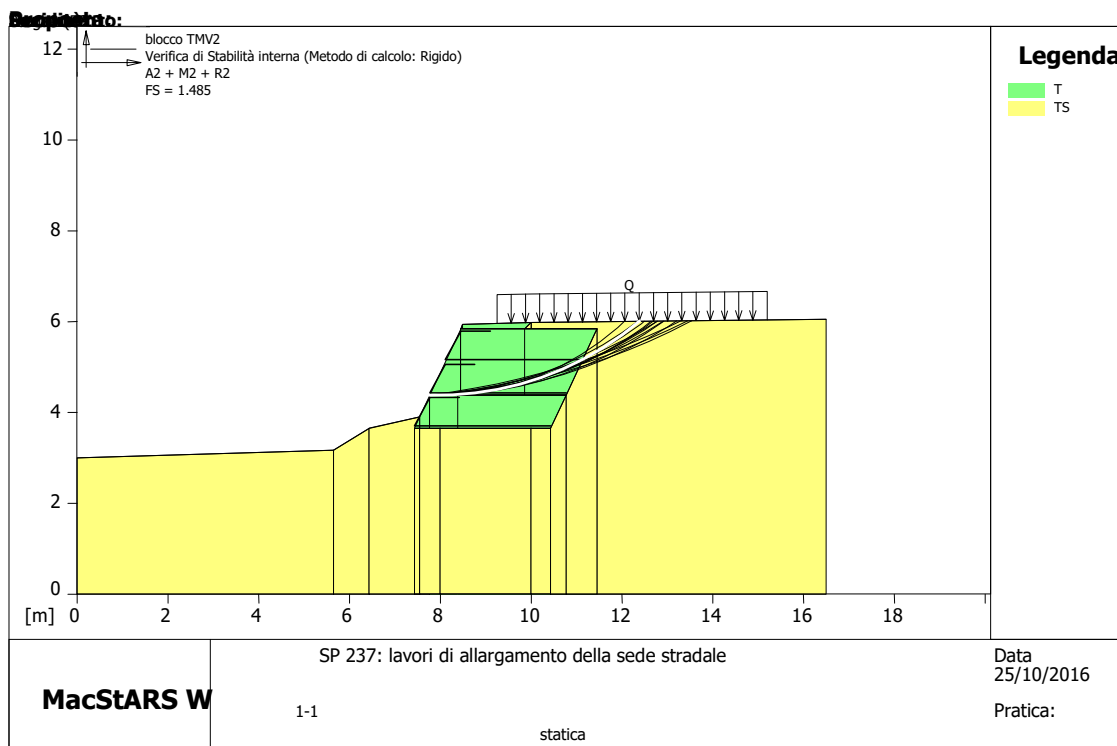
Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato : 1.554

Blocco TMV1	Intervallo di ricerca delle superfici	
	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto	Secondo punto
	10.00	16.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....	:	1
Numero totale superfici di prova.....	:	2100
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m]	:	1.00
Angolo limite orario..... [°]	:	0.00
Angolo limite antiorario..... [°]	:	0.00

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità interna : blocco TMV2

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

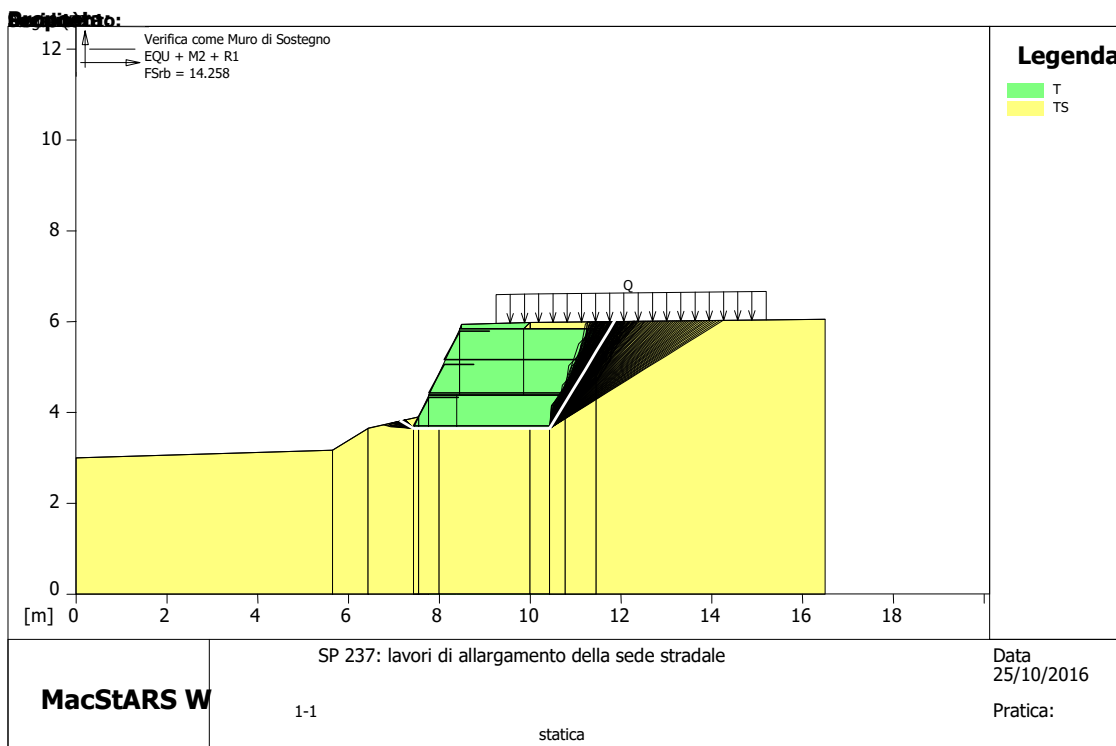
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato : 1.485

Blocco TMV2	Intervallo di ricerca delle superfici	
	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto	Secondo punto
	11.00	16.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....	:	1
Numero totale superfici di prova.....	:	1100
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m]	:	0.50
Angolo limite orario..... [°]	:	0.00
Angolo limite antiorario..... [°]	:	0.00

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità

S.P. 237 "DEL CAFFARO" MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLE BARRIERE DI SICUREZZA TRA LA PROG.VA KM 33+540
E LA PROG.VA KM 33+720.



Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : EQU + M2 + R1

Stabilità verificata sul blocco : TMV1

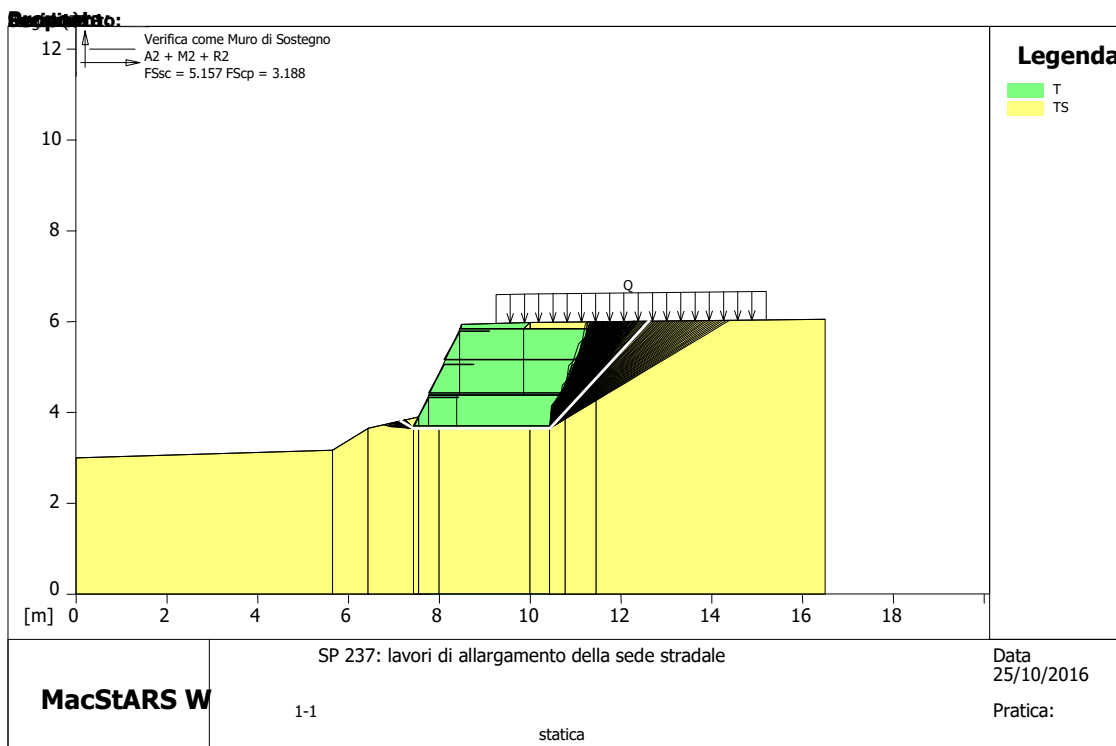
Momento Stabilizzante.....[kN*m/m].....: 425.38

Momento Instabilizzante.....[kN*m/m].....: 29.83

Classe momento.....: Coeff. parziale R - Ribaltamento

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 14.258

Fattore	Classe
1.50	Variabile - sfavorevole
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
0.90	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento



Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Stabilità verificata sul blocco : TMV1

Forza Stabilizzante.....[kN/m] : 101.52

Forza Instabilizzante.....[kN/m] : 19.68

Classe scorrimento.....: Coeff. parziale R - Scorrimento

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 5.157

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima.....[kN/m²] : 195.70

Pressione media agente.....[kN/m²] : 61.40

Classe pressione.....: Coeff. parziale R - Capacità portante

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 3.188

Fondazione equivalente.....[m] : 3.00

Eccentricità forza normale.....[m] : -0.67

Braccio momento.....[m] : 1.43

Forza normale.....[kN] : 183.14

Pressione estremo di valle.....[kN/m²] : -156.62

Pressione estremo di monte.....[kN/m²] : 377.20

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.00	Coeff. parziale R - Capacità portante

S.P. 237 "DEL CAFFARO" MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLE BARRIERE DI SICUREZZA TRA LA PROG.VA KM 33+540
E LA PROG.VA KM 33+720.

allegato 2:
REPORT di calcolo SEZIONE 1-1
(condizioni sismiche)

Brescia, Novembre 2016

Il progettista

MacStARS W – Rel. 4.0

Proposta... : SP 237: lavori di allargamento della sede stradale

Sezione... : 1-1

Località... : Barghe (BS)

Data..... : 25/10/2016

**Verifiche condotte in accordo alla normativa :
Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008
Verifiche nei confronti dello SLU**

SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI.....	3
PROFILI STRATIGRAFICI.....	3
BLOCCHI RINFORZATI	3
Blocco : TMV1	3
Blocco : TMV2	4
CARICHI.....	4
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI	4
VERIFICHE IN CONDIZIONI SISMICHE (+-)	6
Verifica di stabilità globale :	6
Verifica di stabilità interna : blocco TMV1.....	7
Verifica di stabilità interna : blocco TMV2.....	8
Verifica come muro di sostegno :	9
Verifica come muro di sostegno :	10
VERIFICHE IN CONDIZIONI SISMICHE (++)	11
Verifica di stabilità globale :	11
Verifica di stabilità interna : blocco TMV1.....	12
Verifica di stabilità interna : blocco TMV2.....	13
Verifica come muro di sostegno :	14
Verifica come muro di sostegno :	15

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : T Descrizione : terreno strutturale
 Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione.....[kN/m²].....: 0.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 33.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 18.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 19.00
 Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

Terreno : TS Descrizione : terreno in sito
 Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione.....[kN/m²].....: 0.00
 Angolo d'attrito.....[°].....: 29.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 19.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00
 Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: PA Descrizione: profilo attuale
 Terreno : TS

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	3.00	5.65	3.17	6.43	3.65	8.00	4.00
10.00	5.98	16.50	6.05				

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : TMV1
 Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 3.00 Altezza.....= 0.73
 Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 7.43 Ordinata.....= 3.65
 Inclinazione paramento.....[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
 Rilevato strutturale.....: T
 Terreno di riempimento a tergo.....: T
 Terreno di copertura.....: T
 Terreno di fondazione.....: TS

Parametri per il calcolo della capacità portante com Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof
 Affondamento fondazione.....[m] : 0.00
 Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

Rinforzi :
 Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.2P - 0.73

Lunghezza.....[m].....= 3.00
 Interasse.....[m].....= 0.73
 Risvolto.....[m].....= 0.65

Blocco : TMV2

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 3.00 Altezza.....= 1.46
 Arretramento.....[m].....= 0.00 da TMV1
 Inclinazione paramento.....[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
 Rilevato strutturale.....: T
 Terreno di riempimento a tergo.....: T
 Terreno di copertura.....: T
 Terreno di fondazione.....: T

Parametri per il calcolo della capacità portante com Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Affondamento fondazione.....[m].....: 0.00
 Inclinazione pendio a valle.....[°].....: 0.00

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.2P - 0.73

Lunghezza.....[m].....= 3.00
 Interasse.....[m].....= 0.73
 Risvolto.....[m].....= 0.65

Profilo di ricopertura:

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.04	0.10	1.55	0.14				

CARICHI

Pressione : Q

Descrizione : carico stradale

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m²].....= 4.00 Inclinazione.....[°].....= 0.00

Ascissa.....[m].....: Da = 9.25 To = 15.20

Sisma :

Classe : Sisma

Accelerazione.....[m/s²].....: Orizzontale.....= 0.69 Verticale.....= -0.34

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.2P - 0.73

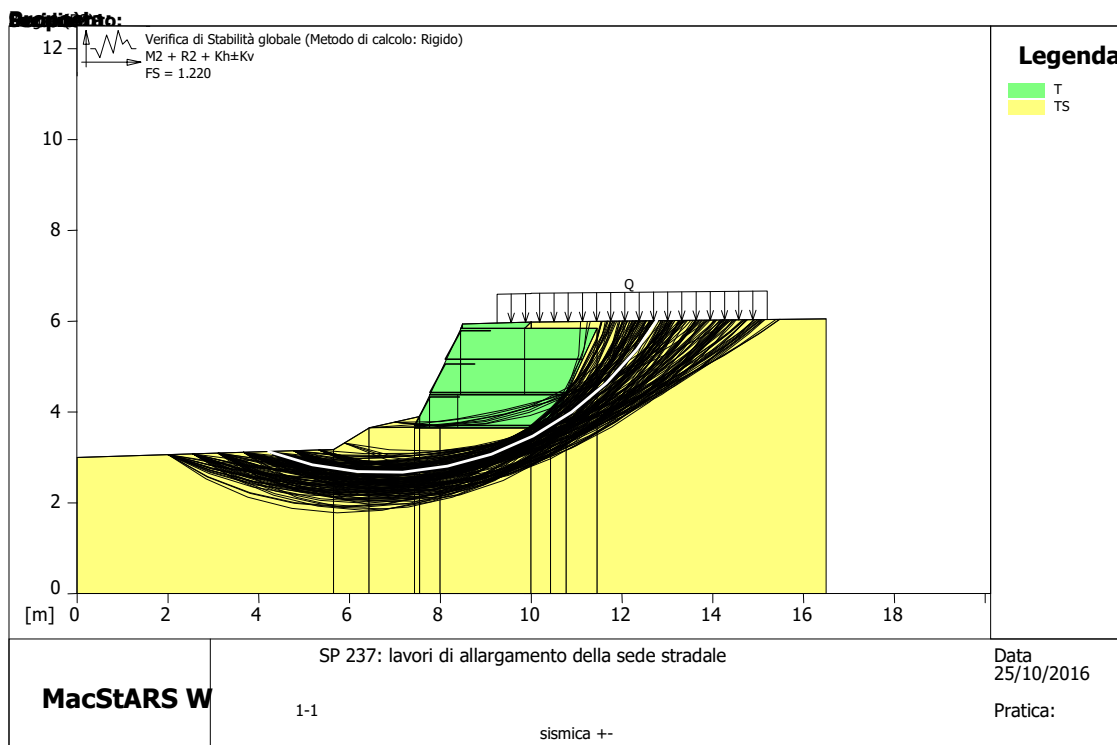
Carico di rottura Nominale Tr	[kN/m].....	35.00
Rapporto di Scorrimento plastico		2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico	[m ³ /kN].....	1.10e-04
Rigidezza estensionale	[kN/m].....	350.00
Lunghezza minima di ancoraggio	[m].....	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia)		1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia)		1.17
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo)		1.17
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla)		1.17
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		1.00

S.P. 237 "DEL CAFFARO" MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLE BARRIERE DI SICUREZZA TRA LA PROG.VA KM 33+540

E LA PROG.VA KM 33+720.

Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo	:	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia	:	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo	:	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla	:	0.30

VERIFICHE IN CONDIZIONI SISMICHE (+-)



Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

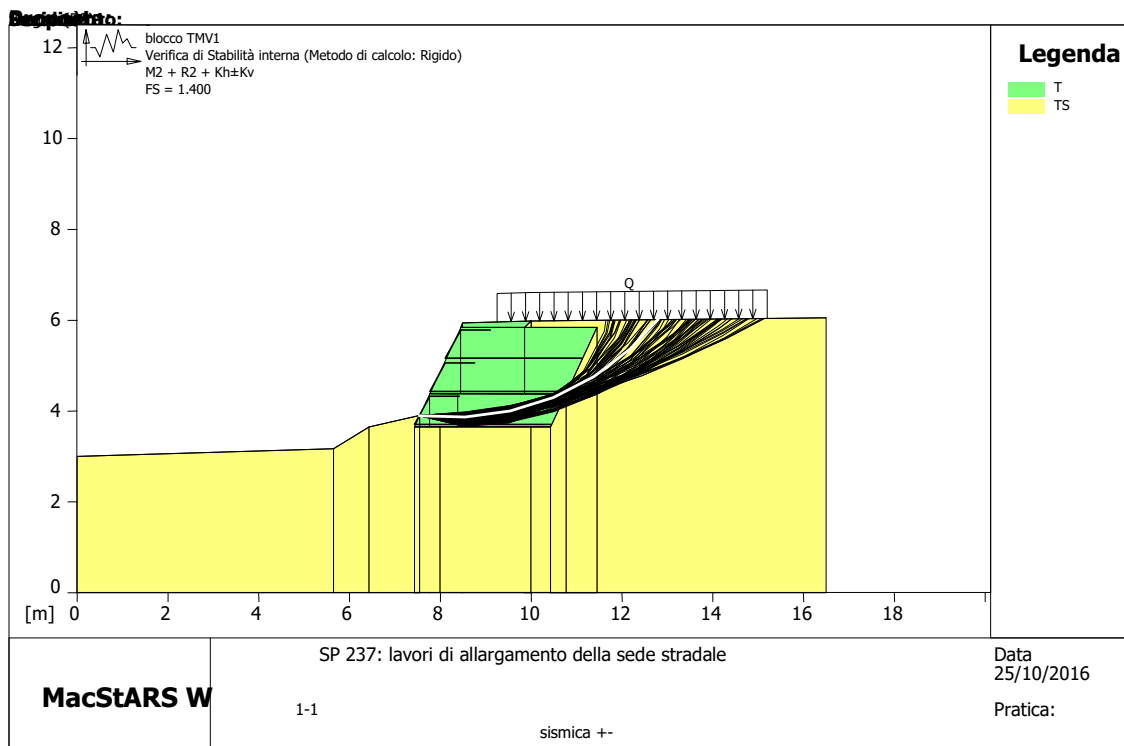
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.220

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
2.00	7.00	11.00	16.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		10	
Numero totale superfici di prova.....:		2110	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		1.00	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità interna : blocco TMV1

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.400

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco

Segmento di arrivo, ascisse [m]

TMV1

Primo punto

Secondo punto

10.00

16.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 1

Numero totale superfici di prova.....: 2100

Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....: 1.00

Angolo limite orario.....[°].....: 0.00

Angolo limite antiorario.....[°].....: 0.00

Fattore

Classe

1.00

Variabile - sfavorevole

1.00

Sisma

1.25

Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

1.25

Coeff. Parziale - Coesione efficace

1.00

Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

1.00

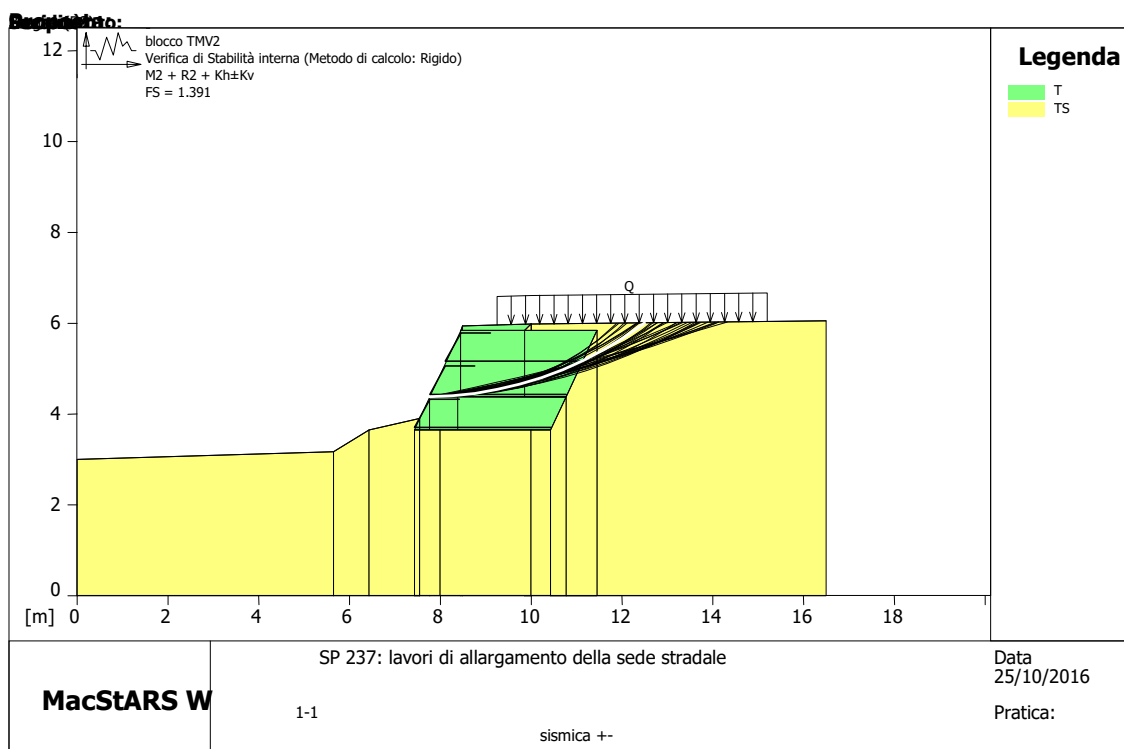
Fs Rottura Rinforzi

1.00

Fs Sfilamento Rinforzi

1.10

Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità interna : blocco TMV2

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

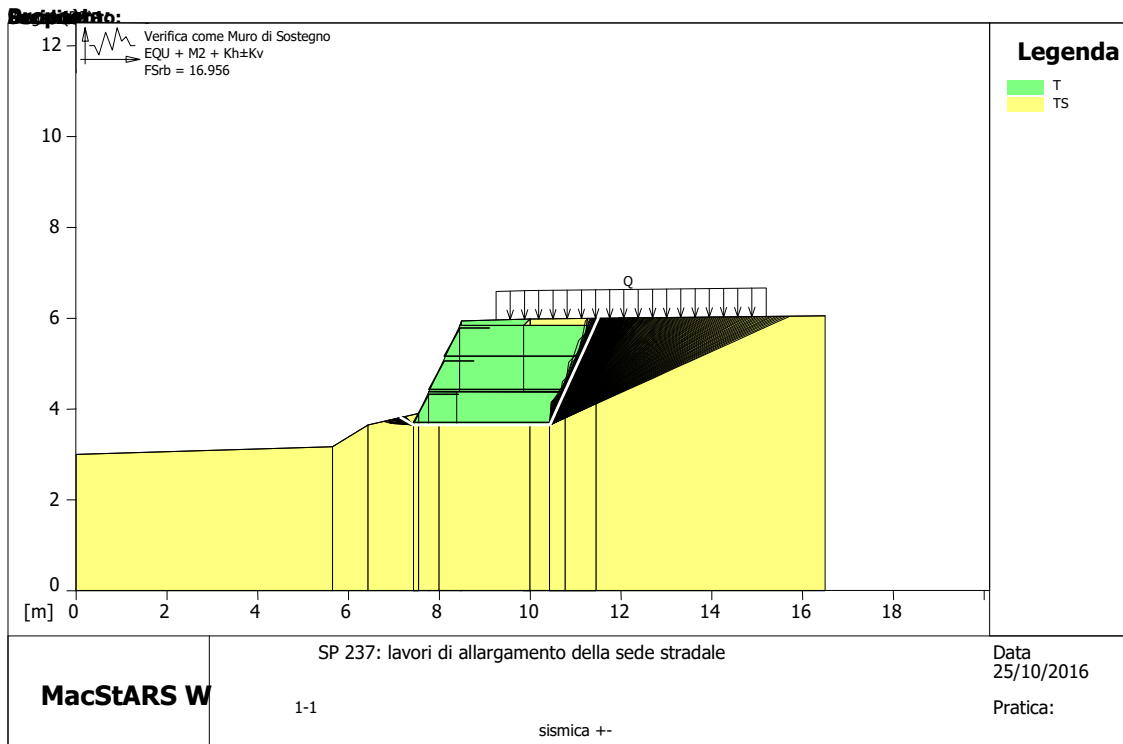
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: **1.391**

Blocco	Intervallo di ricerca delle superfici	
	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
TMV2	Primo punto	Secondo punto
	11.00	16.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		1
Numero totale superfici di prova.....:		1100
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità

S.P. 237 "DEL CAFFARO" MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLE BARRIERE DI SICUREZZA TRA LA PROG.VA KM 33+540
E LA PROG.VA KM 33+720.



Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : EQU + M2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : TMV1

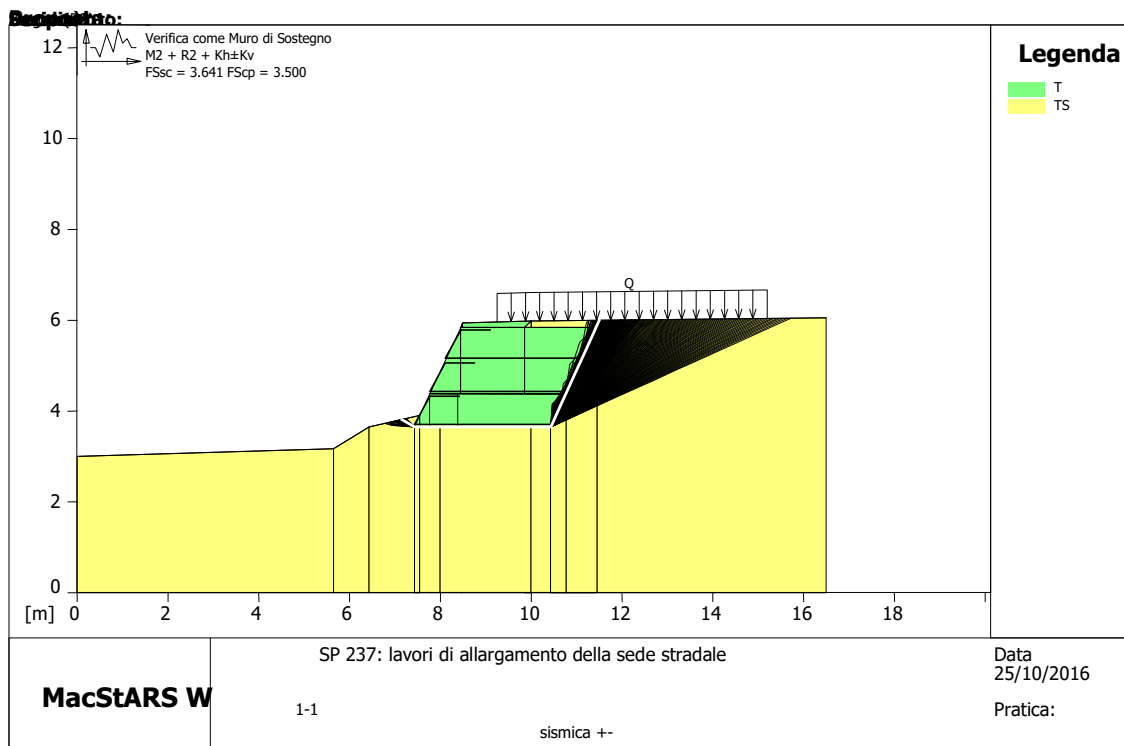
Momento Stabilizzante.....[kN*m/m].....: 283.95

Momento Instabilizzante.....[kN*m/m].....: 16.75

Classe momento.....: Coeff. parziale R - Ribaltamento

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 16.956

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento



Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : $M2 + R2 + Kh \pm Kv$

Stabilità verificata sul blocco : TMV1

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 77.10

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 21.18

Classe scorrimento.....: Coeff. parziale R - Scorrimento

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 3.641

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima.....[kN/m²].....: 164.15

Pressione media agente.....[kN/m²].....: 46.90

Classe pressione.....: Coeff. parziale R - Capacità portante

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 3.500

Fondazione equivalente.....[m].....: 3.00

Eccentricità forza normale.....[m].....: -0.42

Braccio momento.....[m].....: 0.79

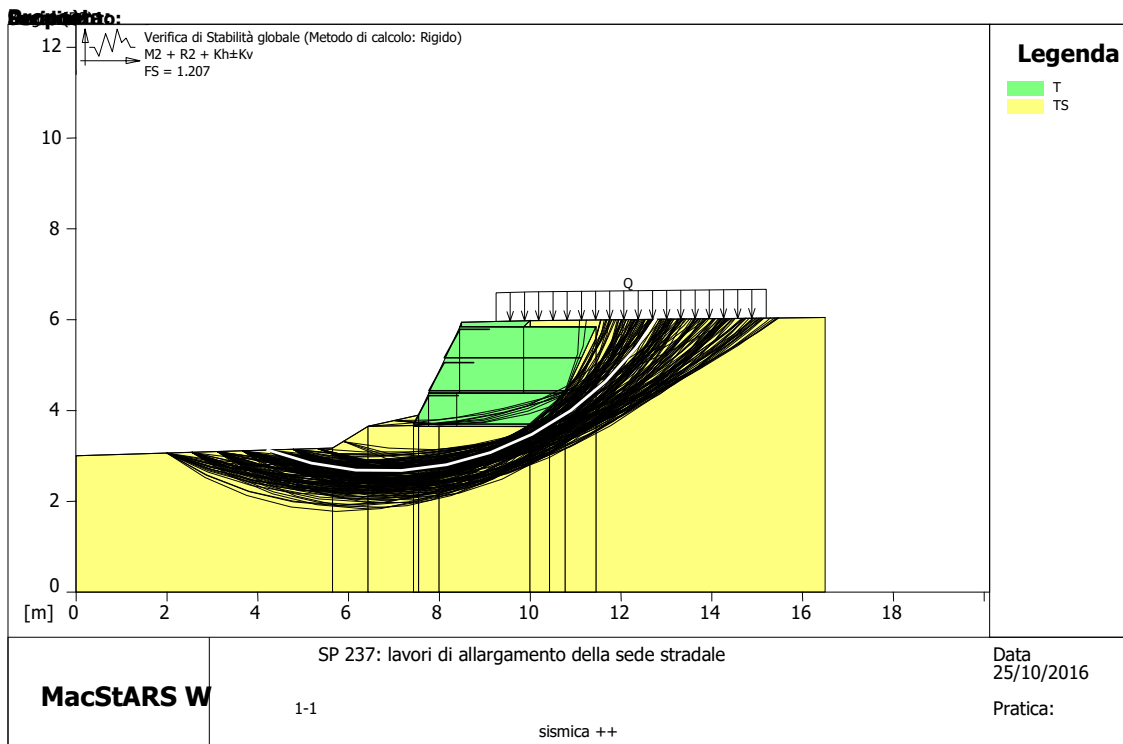
Forza normale.....[kN].....: 139.10

Pressione estremo di valle.....[kN/m²].....: -10.99

Pressione estremo di monte.....[kN/m²].....: 139.91

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.00	Coeff. parziale R - Capacità portante

VERIFICHE IN CONDIZIONI SISMICHE (++)



Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

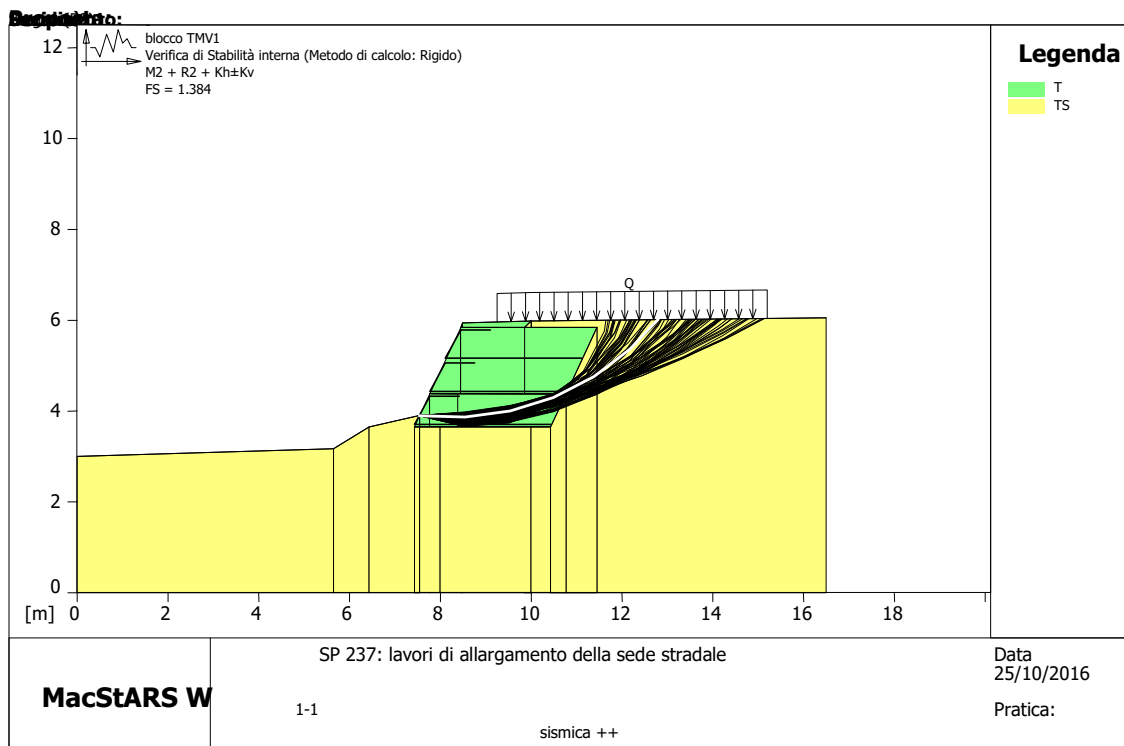
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.207

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
2.00	7.00	11.00	16.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		10	
Numero totale superfici di prova.....:		2110	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		1.00	
Angolo limite orario.....[°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario.....[°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità interna : blocco TMV1

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

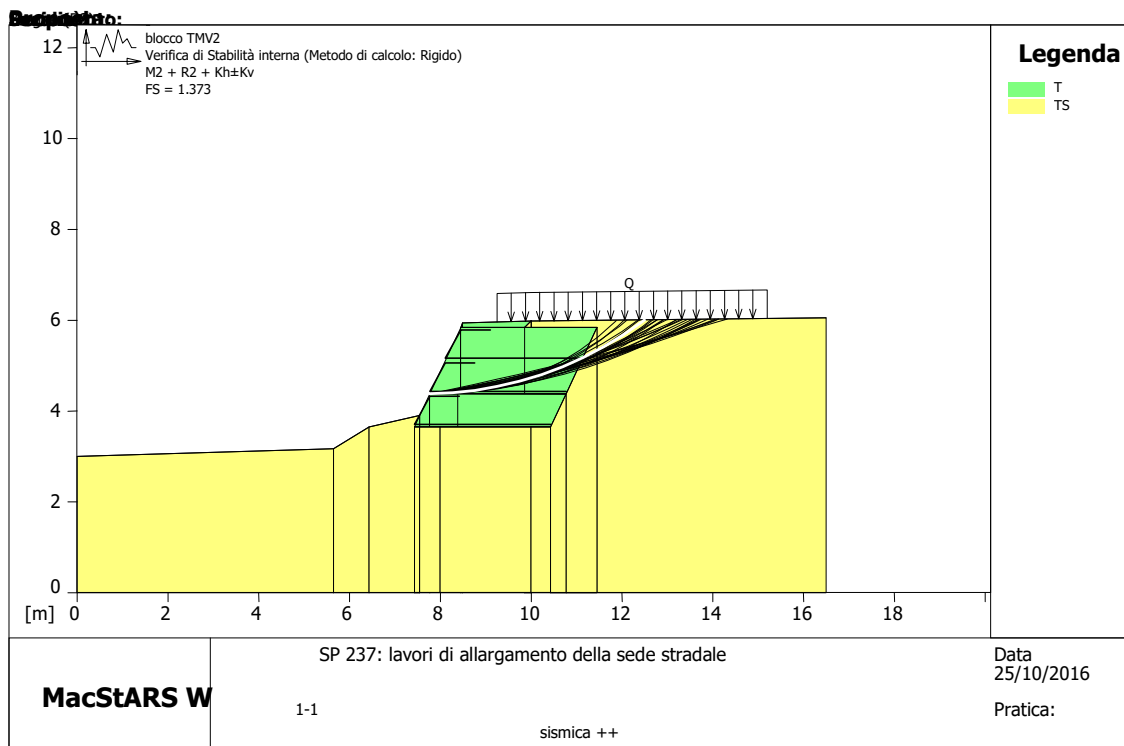
Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.384

Blocco TMV1	Intervallo di ricerca delle superfici	
	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto	Secondo punto
	10.00	16.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1	
Numero totale superfici di prova.....:	2100	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:	1.00	
Angolo limite orario.....[°].....:	0.00	
Angolo limite antiorario.....[°].....:	0.00	

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità interna : blocco TMV2

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

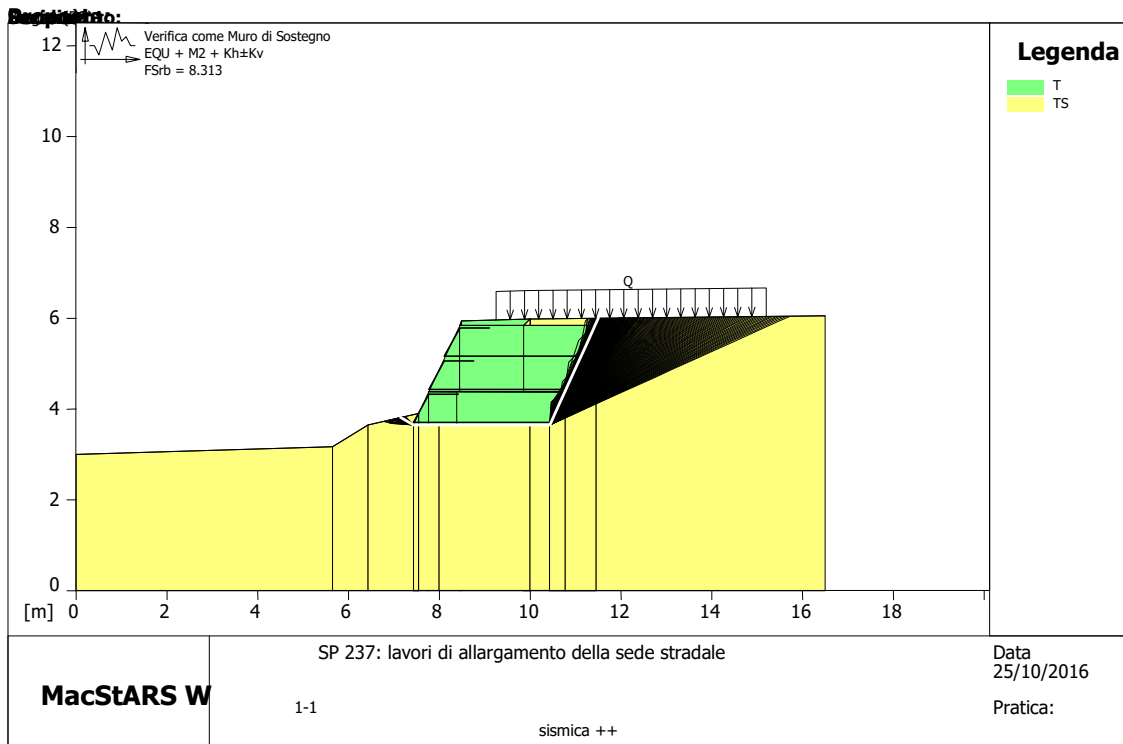
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.373

Blocco TMV2	Intervallo di ricerca delle superfici	
	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto	Secondo punto
	11.00	16.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1	
Numero totale superfici di prova.....:	1100	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:	0.50	
Angolo limite orario.....[°].....:	0.00	
Angolo limite antiorario.....[°].....:	0.00	

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità

S.P. 237 "DEL CAFFARO" MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLE BARRIERE DI SICUREZZA TRA LA PROG.VA KM 33+540
E LA PROG.VA KM 33+720.



Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : EQU + M2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : TMV1

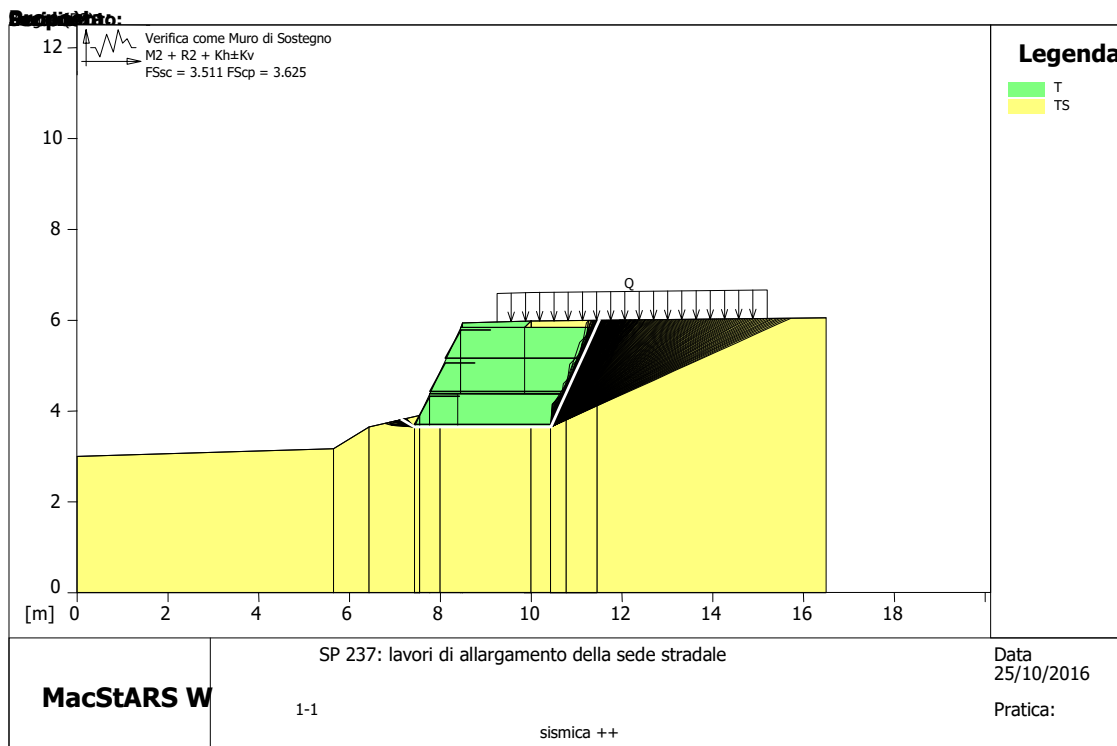
Momento Stabilizzante.....[kN*m/m].....: 283.95

Momento Instabilizzante.....[kN*m/m].....: 34.16

Classe momento.....: Coeff. parziale R - Ribaltamento

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 8.313

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento



Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : $M2 + R2 + Kh \pm Kv$

Stabilità verificata sul blocco : TMV1

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 72.22

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 20.57

Classe scorrimento.....: Coeff. parziale R - Scorrimento

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 3.511

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima.....[kN/m²].....: 159.38

Pressione media agente.....[kN/m²].....: 43.97

Classe pressione.....: Coeff. parziale R - Capacità portante

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 3.625

Fondazione equivalente.....[m].....: 3.00

Eccentricità forza normale.....[m].....: -0.42

Braccio momento.....[m].....: 1.66

Forza normale.....[kN].....: 130.28

Pressione estremo di valle.....[kN/m²].....: -9.40

Pressione estremo di monte.....[kN/m²].....: 129.73

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.00	Coeff. parziale R - Capacità portante

S.P. 237 "DEL CAFFARO" MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLE BARRIERE DI SICUREZZA TRA LA PROG.VA KM 33+540
E LA PROG.VA KM 33+720.