



COMUNE DI SASSO MARCONI
Città Metropolitana di Bologna

INTERVENTO DI RIPRISTINO MOVIMENTO FRANOSO STRADA COMUNALE VIA TIGNANO

Progetto Esecutivo

Oggetto: RELAZIONE GEOTECNICA E STRUTTURALE

R.04

02 Revisione
01 Revisione
00 Emissione

Dicembre 2016

Progetto



Binini Partners S.r.l.
via Gazzata,4
42121 Reggio Emilia
tel. +39.0522.580.578
tel. +39.0522.580.586

fax +39.0522.580.557
e-mail: Info@bininipartners.it
www.bininipartners.it
C.F. e P.IVA e R.I. 02409150352
Capitale sociale €100.000 I.v.



Sommario

1	PREMESSA	3
1.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
2	SCELTE PROGETTUALI	5
2.1	RILEVATO ALLEGGERITO CON CONDOTTE ONDULATE METALLICHE	5
2.2	RILEVATO IN TERRA RINFORZATA	5
2.2.1	<i>Gabbionatura di sostegno e armatura del rilevato</i>	7
2.2.2	<i>Requisiti richiesti per il rilevato</i>	8
3	RISULTATI DELLE INDAGINI	9
3.1	PROSPEZIONE DOWN HOLE	9
3.2	CAROTAGGIO	9
3.3	PROVE DI PENETRAZIONE STANDARD	9
3.4	PRELIEVO DEL CAMPIONE INDISTURBATO	10
4	CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA	11
4.1	APPROCCI E COMBINAZIONI DI CARICO	11
4.1.1	<i>Approccio 1</i>	11
4.1.2	<i>Approccio 2</i>	11
4.1.3	<i>Coefficienti parziali di sicurezza</i>	12
4.2	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO	13
4.3	AZIONI SISMICHE	13
5	DIMENSIONAMENTO GEOTECNICO	19
5.1	AZIONI	19
5.1.1	<i>Carichi permanenti</i>	19
5.1.2	<i>Sovraccarichi accidentali</i>	19
5.1.3	<i>Azione sismica</i>	19
5.2	COMBINAZIONI	20
5.3	STATI LIMITE E VERIFICHE	20
5.3.1	<i>Verifiche statiche</i>	20
5.3.2	<i>Verifiche sismiche</i>	21
5.4	CALCOLI GEOTECNICI	21
5.4.1	<i>Caso statico</i>	21
5.4.2	<i>Caso sismico con accelerazione verticale negativa</i>	35
5.4.3	<i>Caso sismico con accelerazione verticale positiva</i>	47
6	DESCRIZIONE DELLE FASI E MODALITÀ COSTRUTTIVE	60



6.1	DESCRIZIONE DELLE FASI REALIZZATIVE	60
6.1.1	<i>Accantieramento.....</i>	60
6.1.2	<i>Scavo e preparazione del piano di posa.....</i>	60
6.1.3	<i>Realizzazione del rilevato in terra rinforzata.....</i>	61
6.1.4	<i>Realizzazione del rilevato naturale</i>	61
6.1.5	<i>Realizzazione del pacchetto stradale e finitura.....</i>	61
6.2	COMPATTAZIONE.....	61



1 PREMESSA

La presente relazione geotecnica è svolta in relazione all'intervento di ripristino del movimento franoso avvenuto nel Comune di Sasso Marconi in via Tignano. Il movimento si è verificato nel tratto di strada compreso tra il civico 25 di via Tignano e l'intersezione con via Angonella; il luogo della frana è identificabile con le seguenti coordinate:

- 44.427655° Nord
- 11.217526° Est

Il movimento franoso ha interessato dapprima solo una porzione della carreggiata, estendendosi poi ad occuparla tutta, come mostrato nelle seguenti fotografie.



Figura 1 - Fotografia del 31.05.2016





Figura 2 - Fotografia del 28.07.2016

Si analizzeranno in seguito le scelte progettuali, i risultati delle indagini, la caratterizzazione e modellazione geotecnica, il dimensionamento geotecnico delle opere e la descrizione delle fasi e modalità costruttive.

1.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le principali fonti normative prese a riferimento sono:

1. D.M. del 14/01/2008: "Norme tecniche per le costruzioni" (da qui in avanti NTC 2008);
2. Circolare n° 617 del 2 febbraio 2009 – Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio (da qui in avanti Circolare del 2009).



2 SCELTE PROGETTUALI

La relazione geologica redatta dal dott. Mario Mambrini per il presente progetto suggeriva alcune ipotesi progettuali che potevano risultare particolarmente appropriate. Si è quindi deciso in fase di progetto definitivo di analizzare le varie soluzioni proposte evidenziandone gli aspetti positivi e le criticità.

Tutte le soluzioni prese in considerazione dovevano essere facilmente replicabili per essere estese oltre l'area del presente progetto, qualora si dovessero creare nuovi movimenti franosi in futuro. In fase di progettazione definitiva, in accordo con i tecnici dell'Area dei Servizi alla Collettività e al Territorio del Comune di Sasso Marconi, si è deciso di scartare la soluzione a condotte ondulate metalliche, in favore della soluzione con rilevato in terre rinforzate. Si riporta comunque in seguito, per motivi di completezza, anche la soluzione scartata.

2.1 RILEVATO ALLEGGERITO CON CONDOTTE ONDULATE METALLICHE

La realizzazione di un rilevato alleggerito con l'inserimento di condotte metalliche al di sotto del pacchetto di pavimentazione stradale presentava l'ovvio vantaggio di alleggerire il rilevato stradale, evitando in tal modo un ricarico con terreno che avrebbe potuto nuovamente smottare in futuro. Oltre a questo, le condotte avrebbero potuto drenare agevolmente le acque provenienti da monte (Monte Torrone) e avrebbero permesso la ventilazione, e la conseguente asciugatura, del versante al di sotto della superficie stradale. Le bocche di valle delle condotte si sarebbero potute chiudere con una griglia o rete metallica elettrosaldata al fine di evitare intrusioni di animali.

Gli svantaggi di questa soluzione risultavano essere un costo decisamente elevato rispetto alla soluzione esposta in seguito e una modalità costruttiva complessa. Le fasi di lavoro avrebbero, infatti, previsto la posa delle condotte metalliche che dovevano essere in seguito rinfiancate mediante ghiaia di buone qualità meccaniche; il rinfianco si sarebbe sostenuto mediante un sistema di terre rinforzate che prevede la stesa del rinforzo, la stesa della ghiaia e la compattazione della stessa, con la difficoltà di dover operare tra le condotte e senza accesso diretto mediante mezzi meccanici dotati di rullo. La costipazione sarebbe avvenuta mediante costipatori verticali dilungando la durata delle lavorazioni e offrendo un peggiore risultato meccanico nel rilevato rinforzato. Le condotte metalliche, inoltre, avrebbero incontrato diverse difficoltà nell'essere posate tutte insieme prima del rinfianco, interferendo quindi per tutta la durata della realizzazione del rilevato con la stesa e compattazione del materiale laterale.

In sommità si sarebbe dovuta realizzare una ulteriore soletta in calcestruzzo per la ripartizione dei carichi sulla porzione di tubo tagliata a becco di flauto che non riesce ad instaurare quindi la distribuzione tensionale del tubo nella sua sezione piena.

2.2 RILEVATO IN TERRA RINFORZATA

La soluzione proposta come alternativa alla precedente è costituita da un rilevato in terra rinforzata. Questa soluzione è stata scelta, condividendo la scelta con i tecnici del Comune di Sasso Marconi, a motivo della sua economicità, semplicità e rapidità di esecuzione. Veniva inoltre rispettato il principio di possibile replicabilità in eventuali dissesti futuri nell'area, principio che ha guidato la progettazione sin dalle sue fasi iniziali.



Il rilevato risulta non essere alleggerito, ma essendo posato direttamente su di uno strato di marne di qualità meccaniche idonee a sopportarne la pressione derivante da esso. Il rilevato sarà eseguito mediante un sistema di gabbionate a gravità la cui rete a doppia torsione verrà inserita nel rilevato stesso per una lunghezza definita dai calcoli di progetto e mostrata negli elaborati grafici. In questo caso il rilevato sarà realizzato con materiale le cui caratteristiche sono indicate in seguito.

Il drenaggio delle acque sarà effettuato mediante un pannello drenante posto sulla superficie di base lato monte, che permetterà di raccogliere le acque e portarle a valle mediante apposite tubazioni in HDPE collocate in punti definiti. Il pannello drenante è costituito da un gabbione rivestito in tessuto non tessuto per evitare l'ingresso della frazione di fino che potrebbe intasarlo; sul fondo del pannello è collocata una geomembrana occhiellata (LDPE) rinforzata con armatura interna in tessuto (HDPE) che impedisce l'uscita delle acque raccolte dal geodreno.

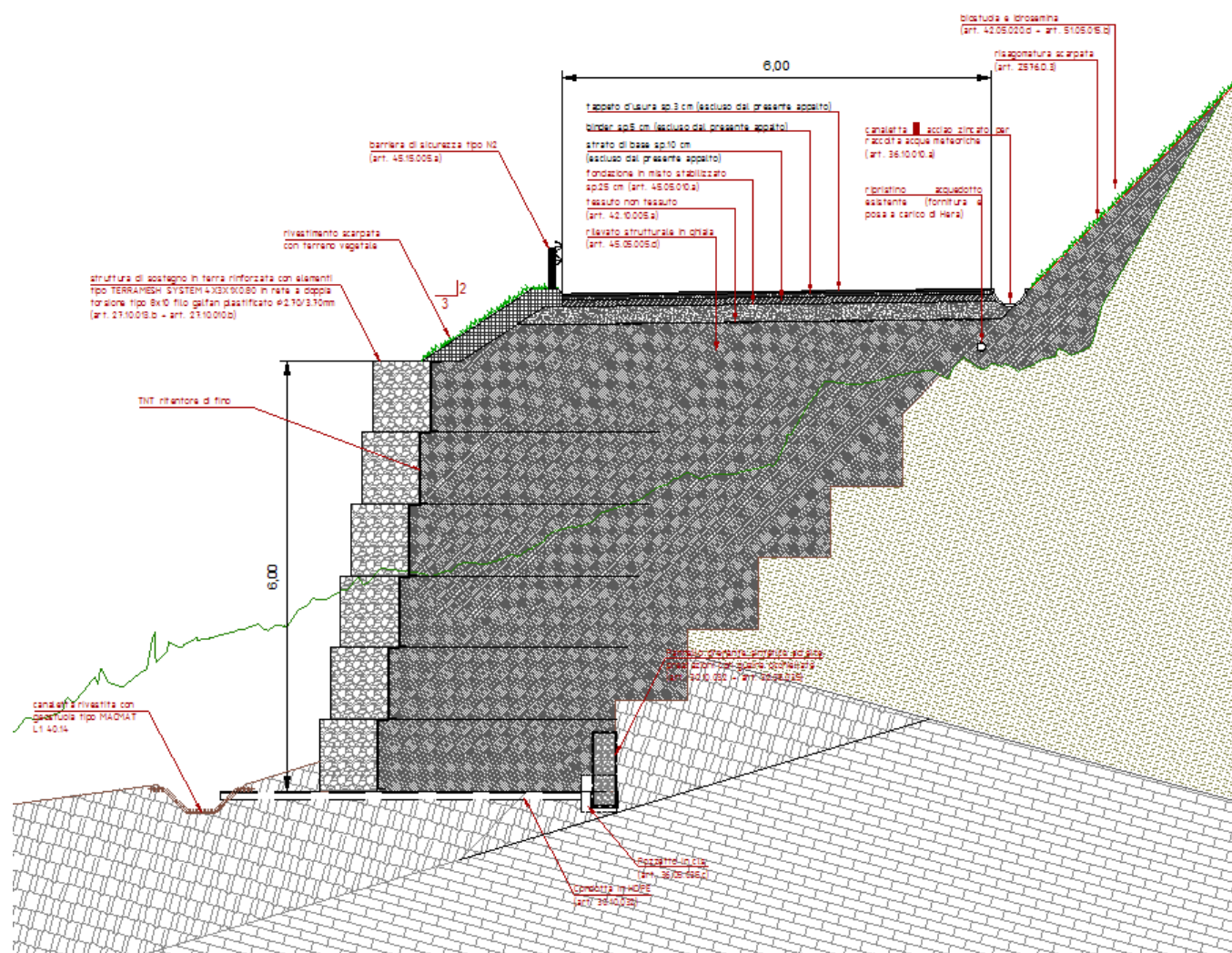


Figura 3 - Sezione tipo



COMUNE DI SASSO MARCONI
Città Metropolitana di Bologna

**INTERVENTO DI RIPRISTINO MOVIMENTO
FRANOSO STRADA COMUNALE VIA TIGNANO**
"Progetto Definitivo"

Relazione geotecnica e strutturale

Il rilevato in terra rinforzata è costituito da un materiale composito che combina la tipica resistenza di due differenti elementi in grado di migliorare le caratteristiche globali dell'insieme. In particolare le proprietà geotecniche del terreno, materiale resistente a compressione, sono migliorate dalla combinazione con rinforzi in geogrilglie sintetiche ed acciaio, entrambi materiali ad alta resistenza a trazione.

L'intervento prevede il posizionamento di una successione di strati di terreno compattato, agli strati di base dello spessore di circa 1,00 m, intervallati dai rinforzi principali in geogrilglie sintetiche. Il terreno sarà contenuto sul paramento dai moduli costituiti da rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale caratterizzati da una lunghezza di rinforzo mostrata negli elaborati grafici progettuali. Il paramento esterno dei moduli è costituito da un elemento scatolare in rete metallica a doppia torsione che sarà riempito con pietrame; tale elemento di scatolare avrà altezza pari a 1,00 m e larghezza pari a 0,80 m. Come è possibile osservare dalla figura soprastante, saranno sovrapposti sei elementi scatolari sfalsandoli planimetricamente l'uno con l'altro in modo da ottenere una pendenza rispetto all'orizzontale di circa 80°.

La sommità del paramento in terra rinforzata viene raccordata alla quota del piano stradale tramite un rilevato superiore in terra sagomato a scarpata naturale con pendenza non superiore a 3:2 (orizzontale : verticale).

Il piano di imposta del rilevato, come sopra descritto, sarà realizzato sul terreno in situ previo adeguato scotico, regolarizzazione secondo le quote di progetto e compattazione meccanica.

Vengono in seguito descritti brevemente i vari componenti del rilevato in terra rinforzata.

2.2.1 Gabbionatura di sostegno e armatura del rilevato

Elementi di armatura planari orizzontali per la formazione di una struttura di sostegno in terra rinforzata con paramento in pietrame marcata CE in accordo con la ETA 13/0295 per gli specifici impieghi come "sistemi in rete metallica per il rinforzo del terreno per opere di sostegno". La struttura è costituita da elementi di armatura planari orizzontali, larghi 3.0 m, in rete metallica a doppia torsione, realizzati in accordo con le "Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione" approvate dal Consiglio Superiore LL.PP. (n.69/2013), ed in accordo con la UNI EN 10223-3:2013.

La rete metallica a doppia torsione deve essere realizzata con maglia esagonale tipo 8x10 (UNI-EN 10223-3), tessuta con filo in acciaio trafilato, avente un diametro pari 2.70 mm, galvanizzato con lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%), conforme all'EN 10244-2 (Classe A) con un quantitativo non inferiore a 245 g/mq. Oltre a tale trattamento il filo sarà ricoperto da un rivestimento di materiale plastico che dovrà avere uno spessore nominale di 0.5 mm, portando il diametro esterno al valore nominale di 3.70 mm. La resistenza del polimero ai raggi UV sarà tale che a seguito di un'esposizione di 4000 ore a radiazioni UV (secondo ISO 4892-2 o ISO 4892-3) il carico di rottura e l'allungamento a rottura non variano in misura maggiore al 25%.

La resistenza a trazione nominale della rete dovrà essere non inferiore a 50 kN/m (test eseguiti in accordo alla UNI EN 10223-3:2013).

La rete una volta sottoposta al 50% del carico massimo a rottura nominale per trazione 25 kN/m, non dovrà presentare rotture del rivestimento plastico del filo all'interno delle torsioni.

La rete deve presentare una resistenza a corrosione in SO_2 ($0,2 \text{ dm}^3 \text{ SO}_2$ per 2 dm^3 acqua) tale per cui dopo 28 cicli la percentuale di ruggine rossa non deve essere superiore al 5% (test eseguito in accordo alla EN ISO 6988).

La rete deve presentare una resistenza a corrosione in test in nebbia salina tale per cui dopo 6000h la



percentuale di ruggine rossa non deve essere superiore al 5% (test eseguito in accordo alla EN ISO 9227).

Il paramento, costituito da un elemento scatolare di sezione 1.00 m x 1.00 m, sarà realizzato risvoltando frontalmente la rete metallica a doppia torsione e collegandola posteriormente con un pannello posteriore di chiusura, solidale con l'elemento di rinforzo orizzontale; in tal modo l'elemento sarà realizzato conferendo continuità, senza legature, tra paramento esterno ed armature di rinforzo. Gli elementi di rinforzo contigui saranno posti in opera e legati tra loro con punti metallici meccanizzati galvanizzati con lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%) classe A secondo la UNI EN 10244-2, con diametro 3.00 mm e carico di rottura minimo pari a 1700 MPa.

Il riempimento del paramento esterno sarà realizzato con elementi litoidi di adeguato peso specifico ed adeguata compattezza e non gelivi.

A tergo dello scatolare costituente il paramento esterno si provvederà alla stesa e compattazione del terreno per la formazione del rilevato strutturale; questa avverrà per strati di altezza pari a circa 25/30 cm.

2.2.2 Requisiti richiesti per il rilevato

Il terreno di riempimento che costituisce il rilevato strutturale dell'opera, potrà provenire, in accordo con il Committente e la Direzione Lavori, sia da scavi precedentemente eseguiti, sia da cave di prestito e facendo riferimento alle classificazioni riportate alle Norme UNI 10006 dovrà appartenere ai gruppi ai A1-a e A1-b con esclusione di pezzature superiori a 15 cm.

Il materiale con dimensioni superiori a 10 cm è ammesso con percentuale inferiore al 15% del totale.

In ogni caso saranno esclusi i materiali che, da prove opportune, presentino angoli d'attrito minori di quelli previsti in progetto.

Il peso di volume del terreno di riempimento, in opera compattato, dovrà essere superiore a 18,50 kN/m³.

Altri materiali, anche non rispondenti alle classificazioni espresse, potranno essere utilizzati, previo studio di un'appropriata miscelazione con materiali diversi, in modo da ottenere comunque le caratteristiche ed i paramenti utilizzati nei calcoli di progetto.



3 RISULTATI DELLE INDAGINI

I sondaggi sono stati realizzati in punti nei quali la posizione della frana, al momento dell'esecuzione degli stessi, permettesse di realizzarli in totale sicurezza per gli operatori; i punti individuati, inoltre, sono stati scelti in modo tale da permettere un'agevole raggiungimento degli stessi mediante le macchine e l'attrezzatura necessaria. La posizione del carotaggio, della prospezione down hole e dello scavo per il prelievo del campione indisturbato sono mostrati nella relazione geologica a firma del dott. Mario Mambrini, alla quale si rimanda per qualsiasi altro approfondimento.

I risultati delle indagini, vista la difficoltà nella realizzazione dei prelievi, sono stati scarsi per ottenere una convincente caratterizzazione meccanica del terreno. I dati riportati nei successivi capitoli sono pertanto stati ricavati nella relazione geologica mediante analisi inverse della stabilità.

3.1 PROSPEZIONE DOWN HOLE

Si è realizzata una prospezione sismica down hole i cui risultati sono mostrati in maniera sintetica nella tabella seguente.

Profondità	Tipologia di terreno	Velocità onde di taglio
5 m	Coltre rilassata	
10 m	Roccia a bassa rigidità	400 m/s circa
A seguire	Formazione più competente	800 m/s circa

I risultati raccolti mediante la prova down hole sono stati utilizzati per la definizione della categoria di sottosuolo ai fini sismici. Si vedano i successivi capitoli della presente relazione per una maggiore definizione dei dati sismici del suolo.

3.2 CAROTAGGIO

Il carotaggio ha mostrato che le marne si trovano sotto i 4 m e presentano stati di fratturazione variabili, in parte naturali, in parte prodotti dal rilascio tensionale del campionamento e dai diversi tipi di carotiere utilizzati. Di quelle rocce è difficile ottenere materiale rappresentativo poiché l'acqua necessaria per procedere con il carotiere doppio degrada la compagine.

3.3 PROVE DI PENETRAZIONE STANDARD

Le prove di penetrazione standard (SPT) sono finite quasi tutte a rifiuto. Questo dimostra che nemmeno i campionatori a parete spessa sono in grado di avanzare a percussione.



3.4 PRELIEVO DEL CAMPIONE INDISTURBATO

Il prelievo del campione indisturbato è stato complesso, ma ha permesso la realizzazione di una prova di taglio diretto Casagrande. Alcuni spezzoni carotati sono stati sottoposti a test di compressione non confinata, i cui risultati sono visionabili tra gli allegati della suddetta relazione geologica.



4 CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

Come già accennato nei paragrafi precedenti, i risultati delle indagini, vista la difficoltà nella realizzazione dei prelievi, sono stati scarsi per ottenere una convincente caratterizzazione meccanica del terreno. I dati riportati nel presente capitolo sono pertanto stati ricavati nella relazione geologica mediante analisi inverse della stabilità. Queste partono dal presupposto che la frana si verifichi nel momento in cui il fattore di sicurezza della stabilità scende al di sotto del valore unitario indicante l'equilibrio limite (in pratica quanto le azioni superano le resistenze). Il momento di arresto della frana, al contrario, sarà presumibilmente connotato da un fattore di sicurezza di poco superiore all'unità (le resistenze sono di poco superiori alle azioni).

4.1 APPROCCI E COMBINAZIONI DI CARICO

Le verifiche delle opere di sostegno vengono effettuate, in accordo con le NTC 2008 e relativa Circolare del 2009, prendendo in considerazione due approcci detti Approccio 1 e Approccio 2. I seguenti approcci verranno in seguito descritti; a seguito della descrizione degli approcci verranno riportati per completezza i vari coefficienti parziali di sicurezza da utilizzare.

Fatta eccezione per la verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno (che deve essere effettuata utilizzando la Combinazione 2 dell'Approccio 1), tutte le verifiche possono essere effettuate indifferentemente secondo uno dei due approcci.

4.1.1 Approccio 1

La progettazione mediante l'Approccio 1 prevede l'applicazione di due Combinazioni: la Combinazione 1 utilizza i coefficienti parziali di sicurezza $A1+M1+R1$, mentre la Combinazione 2 utilizza i coefficienti parziali di sicurezza $A2+M2+R2$.

In accordo con la Circolare 2009, le verifiche agli stati limite ultimi per il dimensionamento geotecnico della fondazione del muro (GEO) considerano lo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dal raggiungimento della resistenza del terreno. Per tali verifiche è consigliato l'utilizzo della Combinazione 2.

Le verifiche per il raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali o comunque negli elementi che costituiscono il muro di sostegno (STR) vengono effettuate utilizzando la Combinazione 1.

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno deve essere effettuata necessariamente secondo la Combinazione 2 dell'Approccio 1 ($A2+M2+R2$) ai sensi del paragrafo 6.5.3.1.1 delle NTC 2008.

4.1.2 Approccio 2

La progettazione mediante l'Approccio 2, secondo le NTC 2008, prevede l'applicazione di una sola Combinazione che utilizza i coefficienti $A1+M1+R3$.



La Circolare del 2009, tuttavia, approfondisce esplicitando che l'utilizzo dei coefficienti A1+M1+R3 è limitato alle verifiche di tipo geotecnico (GEO), mentre per quelle strutturali (STR) ci si può ricondurre all'utilizzo dei coefficienti della Combinazione 1 dell'Approccio 1 (A1+M1+R1).

4.1.3 Coefficienti parziali di sicurezza

I coefficienti parziali di sicurezza per le varie combinazioni dei due approcci sono reperibili nelle NTC 2008. In particolare i coefficienti sulle azioni vengono mostrati dalla tabella 6.2.I delle suddette Norme Tecniche, i coefficienti sulle resistenze vengono mostrati dalla tabella 6.2.II, mentre i coefficienti parziali γ_R vengono mostrati nella tabella 6.5.I.

I vari coefficienti vengono riportati in seguito per completezza riportando rispettivamente le tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I delle NTC 2008.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ¹	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$

¹ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti (§6.2.3.1.1 delle NTC 2008).



Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$
--------------------------------	------------------	------------------	------------------

4.2 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO

La modellazione per le verifiche geotecniche ha preso in considerazione i seguenti strati di terreno:

- Terreno di alterazione superficiale (sinteticamente chiamato A), ossia lo strato di terreno effettivamente che effettivamente è franato e il medesimo strato a valle della frana; questo terreno ha scarse caratteristiche geomeccaniche.
- Arenarie (sinteticamente chiamate AR), ossia il Monte Torrone collocato a monte nella sezione della frana.
- Ghiaia (sinteticamente chiamata G), ossia il nuovo rilevato stradale a tergo dei gabbioni.
- Gabbione (sinteticamente chiamato GB), ossia il terreno di riempimento dei gabbioni collocati a sostegno del rilevato; si ricorda che i gabbioni sovrapposti sono 6 e hanno dimensioni pari a 1,00 m di altezza e 0,80 m di larghezza.
- Marne (sinteticamente chiamate M), collocate al di sotto dello strato di alterazione superficiale e su cui poggeranno le ghiaie e i gabbioni costituenti il nuovo rilevato stradale; tali marne hanno caratteristiche meccaniche superiori allo strato di alterazione superficiale.

Di seguito vengono tabulati in forma molto sintetica i valori caratteristici utilizzati per il calcolo geotecnico dell'opera, per maggiori informazioni si rimanda alla relazione geologica a firma del dott. Mario Mambrini.

STRATO TERRENO	SIGLA TERRENO	c'_k (kN/m ²)	ϕ'_k (°)	γ'_k (kN/m ³)	$\gamma_{sat,k}$ (kN/m ³)
Alterazione superficiale	A	17,5	25,9	19,0	21,0
Arenarie	AR	60,0	45,0	21,0	22,0
Ghiaia	G	0,0	40,0	19,0	20,0
Gabbione	GB	12,5	40,0	17,5	20,0
Marne	M	40,0	30,0	21,0	22,0

Nella precedente tabella si è utilizzata la simbologia più frequentemente utilizzata in letteratura, ossia:

- c'_k è la coesione efficace caratteristica;
- ϕ'_k è l'angolo di resistenza al taglio caratteristico;
- γ'_k è il peso caratteristico per unità di volume sopra falda;
- $\gamma_{sat,k}$ è il peso caratteristico per unità di volume in falda.

4.3 AZIONI SISMICHE

Il Comune di Sasso Marconi è considerato Zona 3 (sismicità bassa), quindi l'O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2006 aggiornata al 16 gennaio 2006 indica una PGA (Peak Ground Acceleration, ossia picco di accelerazione al suolo) compresa tra 0,05 g e 0,15 g, compresa cioè circa tra i 0,49 m/s² e i 1,47 m/s².



Ai fini del calcolo geotecnico, tuttavia, si è considerato il reticolo di accelerazioni al suolo inserito nelle NTC 2008. Il calcolo delle accelerazioni sismiche è stato effettuato mediante il foglio di calcolo *Spettri-NTC ver 1.03* reperibile sul sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Di seguito si mostrano i passaggi effettuati per ricavare l'accelerazione da utilizzare nelle fasi di calcolo.

Figura 4 - Inserimento coordinate in Spettri-NTC ver 1.03

Nella Fase 1 si inseriscono le coordinate del sito in cui è avvenuta la frana all'interno del foglio di calcolo. Si noti come sarebbe stato possibile effettuare la ricerca anche indicando semplicemente il Comune in cui ricade il sito in esame, ma si è deciso di effettuare un calcolo più preciso e calibrato sulla situazione in oggetto.



COMUNE DI SASSO MARCONI
Città Metropolitana di Bologna

**INTERVENTO DI RIPRISTINO MOVIMENTO
FRANOSO STRADA COMUNALE VIA TIGNANO
"Progetto Definitivo"**

Relazione geotecnica e strutturale

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	45
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	75
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	712
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	1462

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametrizzazione

Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 5 - Inserimento vita nominale e coefficiente d'uso in Spettri-NTC ver 1.03

Nella Fase 2 si inseriscono i valori di vita nominale della costruzione e coefficiente d'uso della costruzione. La vita nominale viene fissata a 50 anni in accordo con la tabella 2.4.I delle NTC 2008 per "Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale". Il coefficiente d'uso è strettamente legato alla Classe d'uso della costruzione; attenendosi alla definizione del paragrafo 2.4.2 delle NTC 2008 l'opera in oggetto ricade nella Classe d'uso III:

Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

L'opera in oggetto non può considerarsi ricadente in Classe d'uso IV che, infatti, identifica reti viarie di importanza maggiore:

Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti



viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Il coefficiente d'uso viene pertanto fissato pari a 1,5 secondo la tabella 2.4.11 delle NTC 2008 e il periodo di riferimento dell'opera viene calcolato come segue:

$$V_R = V_N \cdot C_U = 50 \text{ anni} \cdot 1,5 = 75 \text{ anni}$$

dove:

V_R è il periodo di riferimento dell'opera;

V_N è la vita nominale dell'opera;

C_U è il coefficiente d'uso dell'opera.

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	45	0.065	2.488	0.267
SLD	75	0.080	2.496	0.276
SLV	712	0.185	2.442	0.303
SLC	1462	0.230	2.469	0.314

Figura 6 - a_g da Spettri-NTC ver 1.03

Da questa Fase di Spettri-NTC ver 1.03 è possibile osservare come l'accelerazione per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) abbia un valore pari a 0,185 g (vedi figura soprastante). Questo mostra come l'accelerazione al suolo secondo le NTC 2008 venga di poco superiore a quanto si sarebbe considerato utilizzando l'O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2006 aggiornata al 16 gennaio 2006 che indicava una PGA (Peak Ground Acceleration, ossia picco di accelerazione al suolo) massima pari 0,150 g nel Comune di Sasso Marconi (zona sismica 3)



FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV** ▼ info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **B** ▼ info $S_s = 1.200$ $C_c = 1.397$ info

Categoria topografica **T2** ▼ info $h/H = 0.000$ $S_T = 1.000$ info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

☒ Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) **5** $\eta = 1.000$ info

☐ Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_o **3** Regol. in altezza **no** info

Compon. verticale

Spettro di progetto Fattore q **1.5** $\eta = 0.667$ info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta ▶▶

Parametri e punti spettri di risposta ▶▶

— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

Spettri di risposta

$S_{a,s}$ [g]
 $S_{a,v}$ [g]
 S_e [g]

T [s]

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 7 - Inserimento categoria di sottosuolo e categoria topografica in Spettri-NTC ver 1.03

Nella Fase 3 si inseriscono la categoria di sottosuolo e la categoria topografica in accordo al paragrafo 3.2.2 delle NTC 2008.

La categoria di sottosuolo viene posta uguale a B in quanto la descrizione della tabella 3.2.II delle suddette Norme Tecniche la definisce come:

Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

La prospezione down hole ha permesso di scoprire due strati di terreno dai 10 m di profondità con velocità di 400 m/s e 800 m/s, quindi si è deciso di optare per la suddetta categoria di sottosuolo.

La categoria topografica è stata posta pari a T2 in accordo con la tabella 3.2.IV delle NTC 2008, la quale per la categoria in esame indica:



Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$.

Si è quindi ottenuta un'accelerazione per lo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) pari a 0,55 g sul plateau dello spettro delle accelerazioni, che risulta circa pari a 5,40 m/s². Tale accelerazione è quella utilizzata in fase di progetto dell'opera di sostegno allo SLV.



5 DIMENSIONAMENTO GEOTECNICO

Il calcolo di dimensionamento geotecnico delle opere di sostegno, incluse le terre rinforzate, è trattato nel paragrafo 6.5 delle NTC 2008 di cui si riporta un breve stralcio:

Le norme si applicano a tutte le opere geotecniche e agli interventi atti a sostenere in sicurezza un corpo di terreno o di materiale con comportamento simile:

[...]

- strutture miste, che esplicano la funzione di sostegno anche per effetto di trattamenti di miglioramento e per la presenza di particolari elementi di rinforzo e collegamento (ad esempio, ture, terra rinforzata, muri cellulari).*

In seguito verranno descritte le azioni e gli specifici aspetti progettuali con cui si realizzeranno la modellazione e i calcoli in uno stadio di progettazione esecutiva. La soluzione riportata nel presente progetto definitivo è frutto di calcoli di predimensionamento che hanno dato risposta positiva nel pieno rispetto delle NTC 2008 e relativa Circolare del 2009.

5.1 AZIONI

Le principali azioni che devono essere prese in considerazione sono quelle permanenti, i sovraccarichi accidentali e l'azione sismica.

5.1.1 Carichi permanenti

Il carico permanente principale è certamente il peso proprio del rilevato che graverà verticalmente sul piano di posa dello stesso ed eserciterà una spinta attiva orizzontale sulla gabbionata prevista in progetto. La progettazione verrà eseguita considerando di avere in superficie il pacchetto stradale completo anche se questo verrà realizzato in un secondo stralcio dei lavori.

5.1.2 Sovraccarichi accidentali

Il sovraccarico accidentale più gravoso sarà costituito dal traffico stradale che verrà considerato pari a 20 kN/m² e agente sulla verticale. Il sovraccarico accidentale verrà ridotto al 20% del caso statico nella combinazione sismica (4 kN/m²).

5.1.3 Azione sismica

I parametri che verranno utilizzati per il calcolo dell'azione sismica sono già stati ampiamente trattati nei paragrafi precedenti, si rimanda a essi per una esaustiva trattazione.



5.2 COMBINAZIONI

Gli approcci e le combinazioni previste dalle NTC 2008 per le opere di sostegno sono già state ampiamente descritte nei paragrafi precedenti della presente relazione. Si sottolinea solamente come, in caso di sisma, verrà applicato un coefficiente di non contemporaneità che ridurrà il carico del traffico presente sulla strada in quel momento.

Si tenderà comunque ad utilizzare l'Approccio 1 in quanto una delle verifiche più gravose per il caso in esame risulta essere quella di stabilità globale che, per obblighi normativi, deve comunque essere effettuata secondo la Combinazione 2 dell'Approccio 1.

5.3 STATI LIMITE E VERIFICHE

Gli Stati Limite che devono essere presi in considerazione sono lo Stato Limite Ultimo (SLU) e lo Stato Limite di Esercizio (SLE) per le verifiche statiche; per le verifiche sismiche si considereranno lo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) e Stato Limite di Danno (SLD).

5.3.1 Verifiche statiche

Le verifiche statiche prese in considerazione per gli SLU saranno principalmente quelle di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno, scorrimento sul piano di posa e ribaltamento per quanto riguarda le verifiche geotecniche (GEO) e di equilibrio del corpo rigido (EQU). Nel caso di terre rinforzate occorre inoltre accompagnare le verifiche di stabilità globale con verifiche di stabilità locale e di funzionalità e durabilità degli elementi singoli.

Dal punto di vista strutturale si verifica il raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali, tuttavia tale verifica è poco significativa nel caso delle terre rinforzate in quanto lo strappamento della rete di rinforzo non avviene mai prima dello sfilamento della stessa dal terreno.

Per quanto riguarda le verifiche agli SLE si riporta un estratto del paragrafo 6.5.3.2 delle NTC 2008:

Nelle condizioni di esercizio, gli spostamenti dell'opera di sostegno e del terreno circostante devono essere valutati per verificarne la compatibilità con la funzionalità dell'opera.

In fase di progetto esecutivo verranno pertanto mostrati anche gli spostamenti nelle combinazioni SLE per valutare che essi siano compatibili con le esigenze progettuali e siano assecondebili dal manufatto stradale che verrà realizzato al di sopra del rilevato. Si ricorda che i coefficienti sulle azioni, sulle resistenze e sulle proprietà meccaniche dei terreni devono essere considerati unitari, come riportato al paragrafo 6.5.3.2 della Circolare del 2009:

I valori delle proprietà meccaniche da adoperare nell'analisi sono quelli caratteristici e i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri di resistenza sono sempre unitari.



5.3.2 Verifiche sismiche

Dal punto di vista sismico si riporta un estratto del paragrafo 7.11.6.1 delle NTC 2008:

La sicurezza delle opere di sostegno deve essere garantita prima, durante e dopo il terremoto di progetto. Sono ammissibili spostamenti permanenti indotti dal sisma che non alterino significativamente la resistenza dell'opera e che siano compatibili con la sua funzione e con quella di eventuali strutture o infrastrutture interagenti con essa.

La valutazione degli spostamenti può essere visionata nella relazione geologica. In essa i calcoli effettuati dal dott. Mario Mambrini hanno mostrato come gli spostamenti in caso di evento sismico siano ridotti e compatibili con le opere oggetto del progetto. Il metodo utilizzato è quello del blocco rigido di Newmark, ossia un metodo dinamico degli spostamenti; in questa metodologia di calcolo si utilizzano i valori caratteristici delle azioni statiche e dei parametri di resistenza (vedi paragrafo 7.11.6.2 della Circolare del 2009). Verranno utilizzati, per le verifiche sulla gabbionata e sul rilevato rinforzato, i metodi di analisi pseudostatici mostrati nelle NTC 2008 al paragrafo 7.11.6.2.1. Dal punto di vista delle verifiche a SLV si effettueranno in particolare quelle di stabilità globale, ma anche quelle di equilibrio già descritte in precedenza.

Per l'analisi pseudostatica si può utilizzare indifferentemente l'Approccio 1 o l'Approccio 2, come specificato al paragrafo 7.11.6.2 della Circolare del 2009. Qualsiasi sia la combinazione in esame e l'approccio utilizzato, i coefficienti di sicurezza parziali sulle azioni vanno posti pari a 1 (sia nel caso di A1, sia nel caso di A2).

Nella Combinazione 2 dell'Approccio 1, utilizzata per l'analisi di stati limite ultimi per raggiungimento della resistenza del terreno, le variazioni di spinta prodotte dalle azioni sismiche si calcolano con i coefficienti parziali M2 e le forze d'inerzia sul muro si sommano alla spinta.

La Combinazione 1 dell'Approccio 1 si utilizza per l'analisi di stati limite per raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali o nei vincoli.

Per le verifiche di scorrimento sul piano di posa la Circolare del 2009 consiglia l'utilizzo dell'Approccio 1 in quanto l'Approccio 2 è molto meno cautelativo.

Le verifiche sismiche verranno effettuate in due casi, ossia con accelerazione orizzontale tendente a ribaltare il muro di sostegno in gabbioni, associato una prima volta a un'accelerazione verticale verso il basso e una seconda volta a un'accelerazione verticale verso l'alto.

5.4 **CALCOLI GEOTECNICI**

I calcoli geotecnici, come accennato in precedenza, sono stati svolti per tre casi differenti: caso statico, caso sismico con accelerazione verticale negativa e caso sismico con accelerazione verticale positiva. I calcoli sono stati effettuati con l'ausilio del software *MacStARS W – Rel. 4.0* della Officine Maccaferri S.p.A. (Via Kennedy 10 - 40069 Zola Predosa, Bologna).

5.4.1 Caso statico

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI



COMUNE DI SASSO MARCONI
Città Metropolitana di Bologna

**INTERVENTO DI RIPRISTINO MOVIMENTO
FRANOSO STRADA COMUNALE VIA TIGNANO
"Progetto Definitivo"**

Relazione geotecnica e strutturale

Terreno : A Descrizione : Alterazione superficiale

Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace	
Coesione.....	[kN/m ²]:	17.50
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio	
Angolo d'attrito.....	[°]:	25.90
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]:	21.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²]:	0.00
Coefficiente di Poisson.....	:	0.30

Terreno : AR Descrizione : Arenaria

Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace	
Coesione.....	[kN/m ²]:	60.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio	
Angolo d'attrito.....	[°]:	45.00
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]:	21.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³]:	22.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²]:	0.00
Coefficiente di Poisson.....	:	0.30

Terreno : G Descrizione : Ghiaia

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.....	[°]:	40.00
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

Terreno : GB Descrizione : Gabbione

Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace	
----------------------	---------------------------------------	--



Coesione[kN/m²].....: 12.50
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 40.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
 Peso specifico sopra falda[kN/m³].....: 17.50
 Peso specifico in falda[kN/m³].....: 20.00

 Modulo elastico[kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson: 0.30

Terreno : M

Descrizione : Marne

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione[kN/m²].....: 40.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 30.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
 Peso specifico sopra falda[kN/m³].....: 21.00
 Peso specifico in falda[kN/m³].....: 22.00

 Modulo elastico[kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson: 0.30

PROFILI STRATIGRAFICI**Strato: A**

Descrizione: Alterazione superficiale

Terreno : A

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	0.00	11.40	3.40	25.10	4.90		

Strato: AR

Descrizione: Arenaria

Terreno : AR

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
26.25	5.95	30.40	11.20	33.40	14.20		



Strato: M

Descrizione: Marne

Terreno : M

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	-3.50	22.40	3.25	25.10	4.90	26.25	5.95
33.40	4.00						

BLOCCHI RINFORZATI**Blocco : TMS1**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 4.00 Altezza.....= 3.00

Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 20.90 Ordinata.....= 4.12

Inclinazione paramento.....[°].....: 8.00

Terreno riempimento gabbioni: GB

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia

Rilevato strutturale.....: G

Terreno di riempimento a tergo.....: G

Terreno di copertura.....: G

Terreno di fondazione.....: AR

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 - Terramesh System - 8/2.7P -1.0x0.8

Lunghezza.....[m].....= 4.00

Gabbione.....[m].....: Altezza.....= 1.00 Larghezza.....= 0.80

Blocco : TMS2

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 4.00 Altezza.....= 3.00

Arretramento.....[m].....= 0.00 da TMS1

Inclinazione paramento.....[°].....: 8.00

Terreno riempimento gabbioni: GB

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia

Rilevato strutturale.....: G

Terreno di riempimento a tergo.....: G

Terreno di copertura.....: G



COMUNE DI SASSO MARCONI
Città Metropolitana di Bologna

**INTERVENTO DI RIPRISTINO MOVIMENTO
FRANOSO STRADA COMUNALE VIA TIGNANO
"Progetto Definitivo"**

Relazione geotecnica e strutturale

Terreno di fondazione.....: AR

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 - Terramesh System - 8/2.7P -1.0x0.8

Lunghezza.....[m] = 4.00

Gabbione.....[m] : Altezza..... = 1.00 Larghezza... = 0.80

Profilo di ricopertura:

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.80	0.01	1.85	0.85	12.00	1.10		

CARICHI

Pressione : SC Descrizione : Sovraccarico Stradale

Classe : Variabile - sfavorevole

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

Ascissa.....[m] : Da = 24.00 To = 30.00

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P -1.0x0.8

Carico di rottura Nominale Tr	[kN/m].....	50.00
Rapporto di Scorrimento plastico		2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico	[m ³ /kN].....	1.10e-04
Rigidezza estensionale	[kN/m].....	500.00
Lunghezza minima di ancoraggio	[m].....	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia)		1.27
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia)		1.15
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo)		1.15
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla)		1.15



COMUNE DI SASSO MARCONI
Città Metropolitana di Bologna

**INTERVENTO DI RIPRISTINO MOVIMENTO
FRANOSO STRADA COMUNALE VIA TIGNANO
"Progetto Definitivo"**

Relazione geotecnica e strutturale

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

VERIFICHE

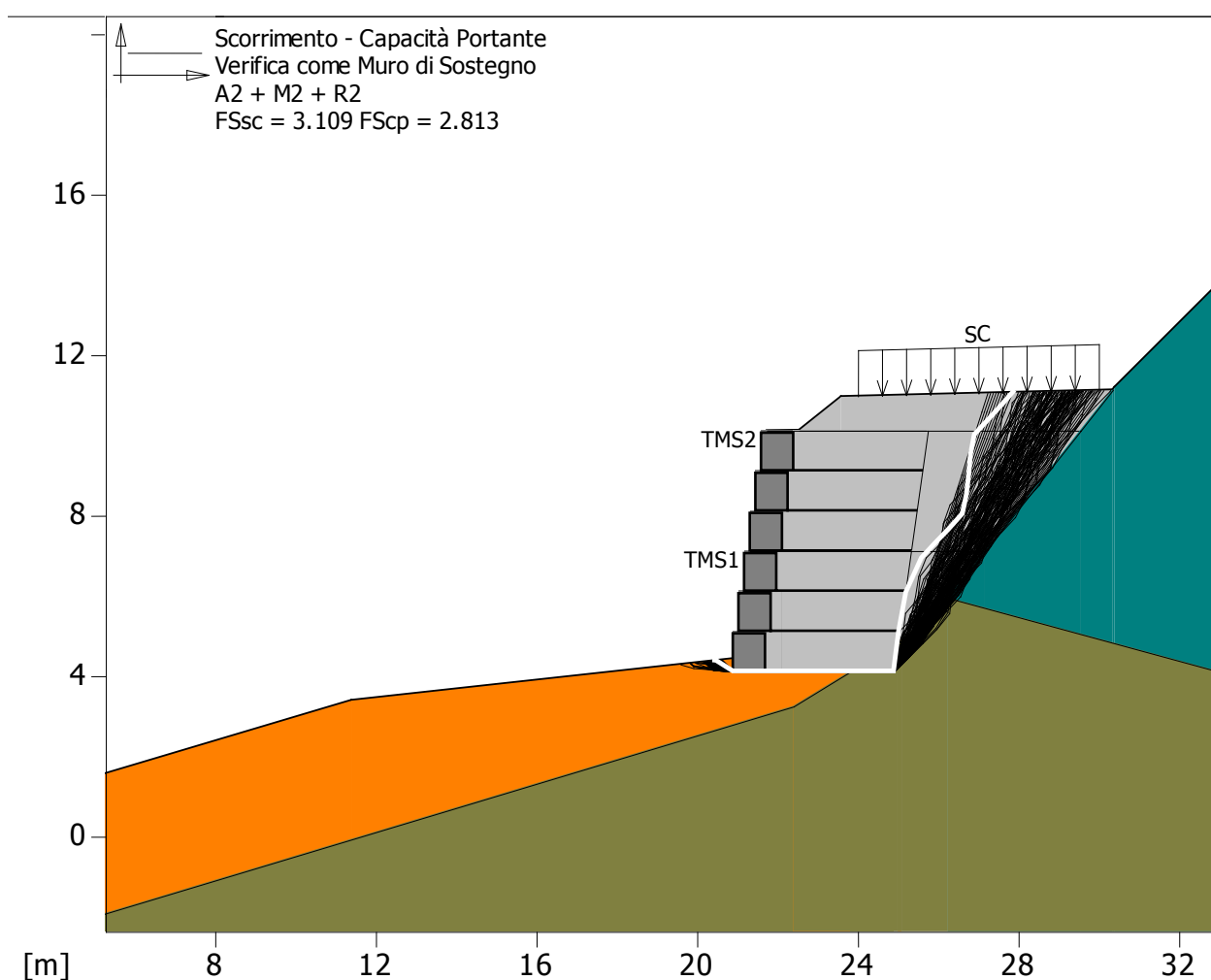


Figura 8 - Output 1 grafico del software

Categoria topografica: T2

Verifica come muro di sostegno : Scorrimento - Capacità Portante

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Stabilità verificata sul blocco : TMS1

Forza Stabilizzante[kN/m].....: 295.14



COMUNE DI SASSO MARCONI
Città Metropolitana di Bologna

**INTERVENTO DI RIPRISTINO MOVIMENTO
FRANOSO STRADA COMUNALE VIA TIGNANO
"Progetto Definitivo"**

Relazione geotecnica e strutturale

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 94.92
 Classe scorrimento.....: Coeff. parziale R - Scorrimento
 Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 3.109
 Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima.....[kN/m²].....: 410.56
 Pressione media agente.....[kN/m²].....: 145.98
 Classe pressione.....: Coeff. parziale R - Capacità portante
 Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 2.813
 Fondazione equivalente.....[m].....: 3.75
 Eccentricità forza normale.....[m].....: 0.13
 Braccio momento.....[m].....: 4.46
 Forza normale.....[kN].....: 538.75
 Pressione estremo di valle.....[kN/m²].....: 160.19
 Pressione estremo di monte.....[kN/m²].....: 109.19

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	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.00	Coeff. parziale R - Capacità portante



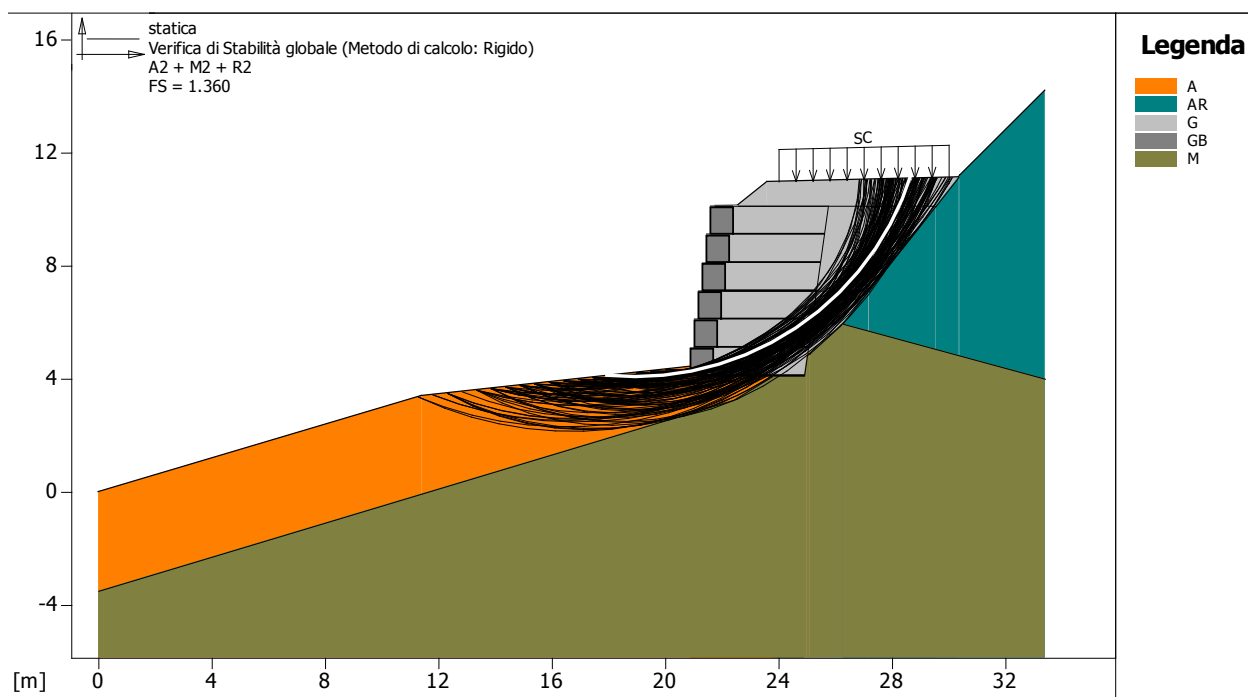


Figura 9 - Output 2 grafico del software

Categoria topografica: T2

Verifica di stabilità globale : statica

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: 1.360

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
0.00	20.00	23.00	33.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		40	
Numero totale superfici di prova.....:		2000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		1.00	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	



COMUNE DI SASSO MARCONI
Città Metropolitana di Bologna

**INTERVENTO DI RIPRISTINO MOVIMENTO
FRANOSO STRADA COMUNALE VIA TIGNANO
"Progetto Definitivo"**

Relazione geotecnica e strutturale

Blocco : TMS1
Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P -1.0x0.8

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
1.000	50.0	311.4	39.4	1.27	7.90

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	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



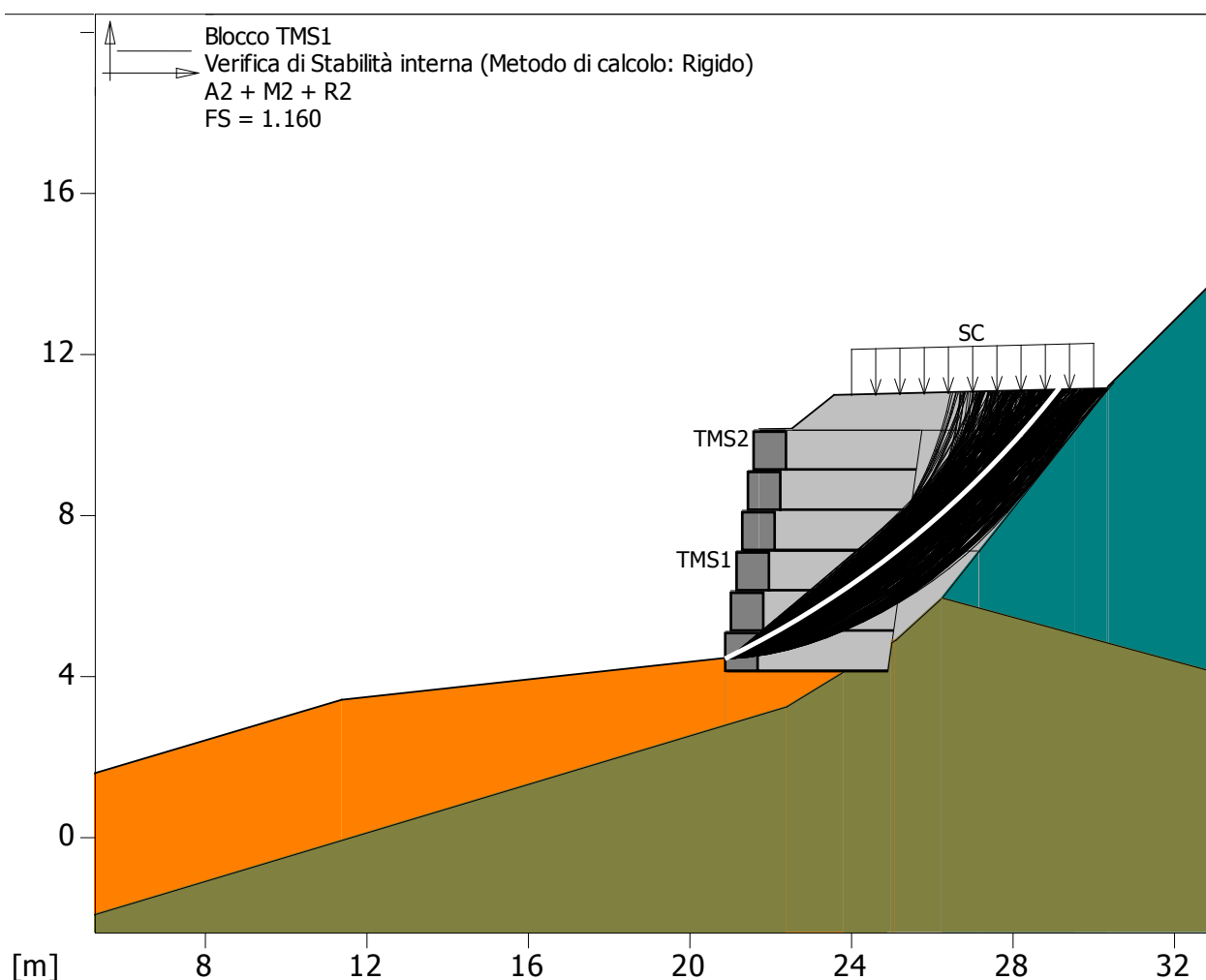


Figura 10 - Output 3 grafico del software

Categoria topografica: T2

Verifica di stabilità interna : Blocco TMS1

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: 1.160

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
TMS1	Primo punto	Secondo punto
	22.00	32.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza: 1

Numero totale superfici di prova: 2000



COMUNE DI SASSO MARCONI
Città Metropolitana di Bologna

**INTERVENTO DI RIPRISTINO MOVIMENTO
FRANOSO STRADA COMUNALE VIA TIGNANO
"Progetto Definitivo"**

Relazione geotecnica e strutturale

Lunghezza segmenti delle superfici.....[m].....: 0.50
 Angolo limite orario.....[°].....: 0.00
 Angolo limite antiorario.....[°].....: 0.00

Blocco : TMS1
 Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P -1.0x0.8

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
1.000	50.0	493.8	39.4	1.27	12.53
2.000	50.0	237.2	39.4	1.27	6.02

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	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



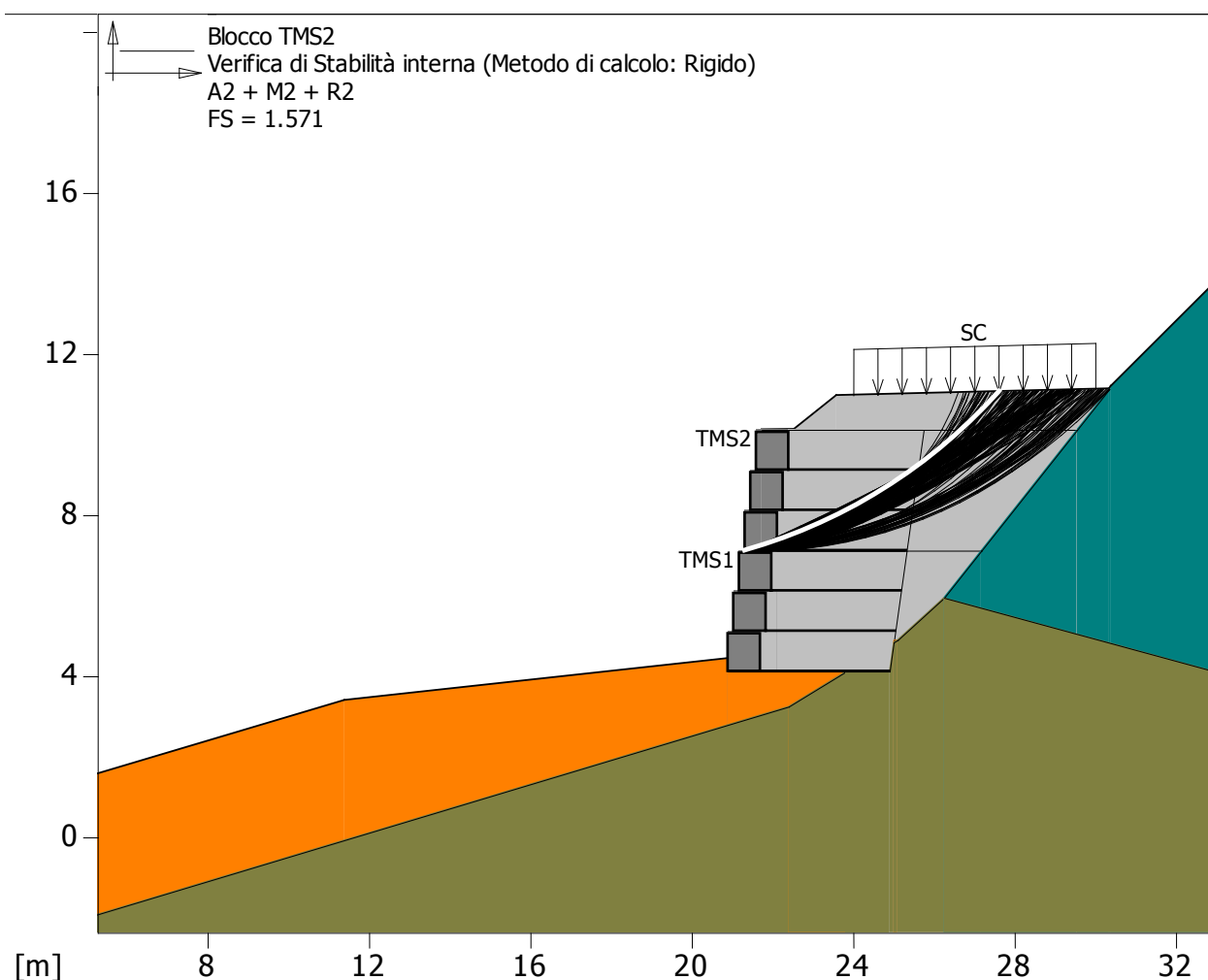


Figura 11 - Output 4 grafico del software

Categoria topografica: T2

Verifica di stabilità interna : Blocco TMS2

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.....: 1.571

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto	Secondo punto
TMS2	23.00	32.00

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

Numero totale superfici di prova.....: 2000



COMUNE DI SASSO MARCONI
Città Metropolitana di Bologna

**INTERVENTO DI RIPRISTINO MOVIMENTO
FRANOSO STRADA COMUNALE VIA TIGNANO
"Progetto Definitivo"**

Relazione geotecnica e strutturale

Lunghezza segmenti delle superfici.....[m].....: 0.50
 Angolo limite orario.....[°].....: 0.00
 Angolo limite antiorario.....[°].....: 0.00

Blocco : TMS2
 Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P -1.0x0.8

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
1.000	50.0	192.3	39.4	1.27	4.88

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	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



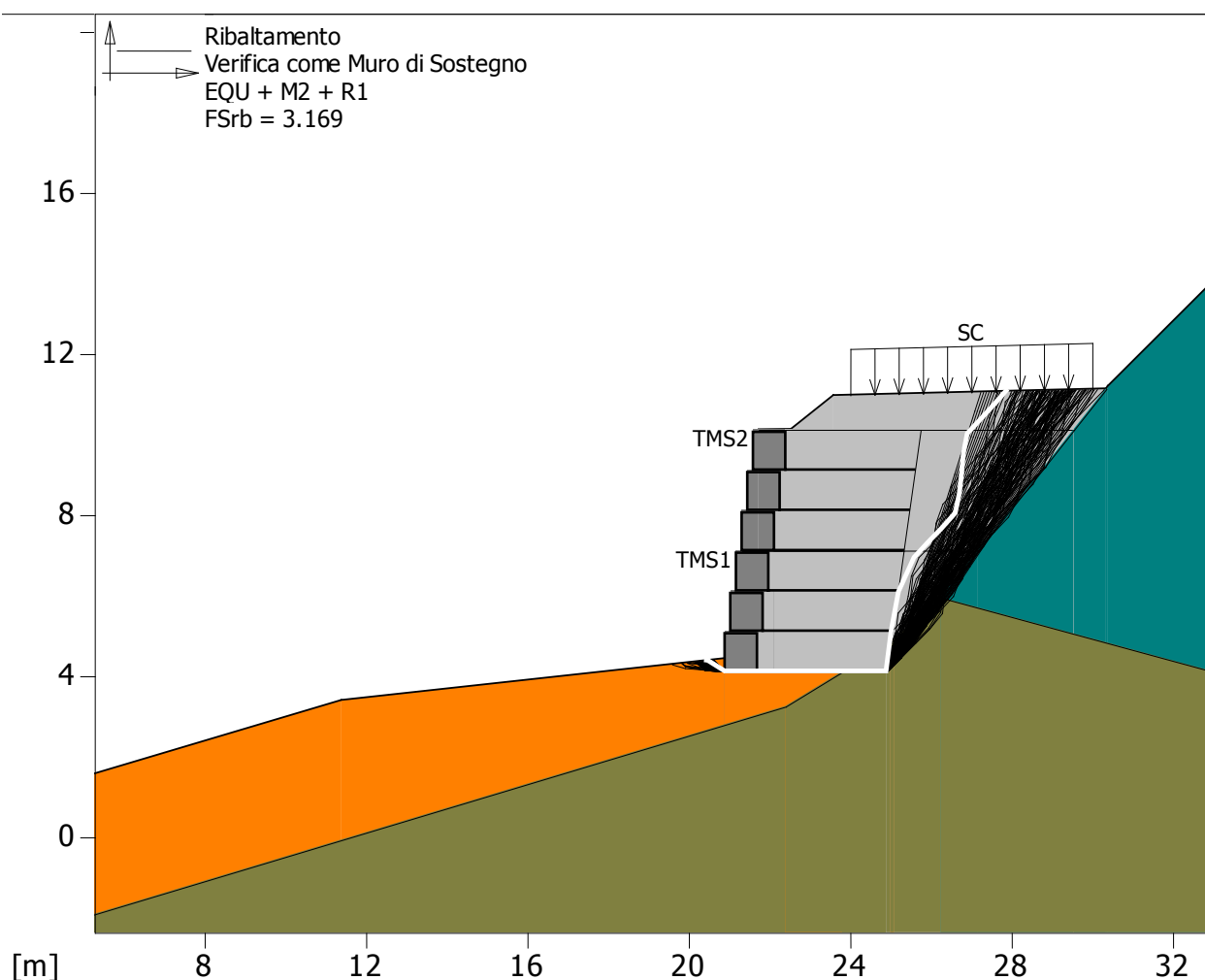


Figura 12 - Output 5 grafico del software

Categoria topografica: T2

Verifica come muro di sostegno : Ribaltamento

Combinazione di carico : EQU + M2 + R1

Stabilità verificata sul blocco : TMS1

Momento Stabilizzante.....[kN*m/m].....: 1335.40

Momento Instabilizzante.....[kN*m/m].....: 421.39

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 3.169

Fattore	Classe
1.50	Variabile - sfavorevole
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace



COMUNE DI SASSO MARCONI
Città Metropolitana di Bologna

**INTERVENTO DI RIPRISTINO MOVIMENTO
FRANOSO STRADA COMUNALE VIA TIGNANO
"Progetto Definitivo"**

Relazione geotecnica e strutturale

0.90	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.10	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento

5.4.2 Caso sismico con accelerazione verticale negativa

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : A	Descrizione : Alterazione superficiale
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²].....: 17.50
Classe d'attrito.....	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°].....: 25.90
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].....: 21.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²].....: 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30

Terreno : AR	Descrizione : Arenaria
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²].....: 60.00
Classe d'attrito.....	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°].....: 45.00
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].....: 21.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³].....: 22.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²].....: 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30

Terreno : G	Descrizione : Ghiaia
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.....	[°].....: 40.00



Rapporto di pressione interstiziale (R_u).....: 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

Terreno : GB

Descrizione : Gabbione

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione.....[kN/m²].....: 12.50
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 40.00
 Rapporto di pressione interstiziale (R_u).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 17.50
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00
 Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

Terreno : M

Descrizione : Marne

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione.....[kN/m²].....: 40.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 30.00
 Rapporto di pressione interstiziale (R_u).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 21.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 22.00
 Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30



PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: A

Descrizione: Alterazione superficiale

Terreno : A

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	0.00	11.40	3.40	25.10	4.90		

Strato: AR

Descrizione: Arenaria

Terreno : AR

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
26.25	5.95	30.40	11.20	33.40	14.20		

Strato: M

Descrizione: Marne

Terreno : M

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	-3.50	22.40	3.25	25.10	4.90	26.25	5.95
33.40	4.00						

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : TMS1

Dati principali[m].....: Larghezza.....= 4.00 Altezza.....= 3.00

Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 20.90 Ordinata.....= 4.12

Inclinazione paramento.....[°].....: 8.00

Terreno riempimento gabbioni: GB

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia

Rilevato strutturale.....: G

Terreno di riempimento a tergo.....: G

Terreno di copertura.....: G

Terreno di fondazione.....: AR

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 :



COMUNE DI SASSO MARCONI
Città Metropolitana di Bologna

**INTERVENTO DI RIPRISTINO MOVIMENTO
FRANOSO STRADA COMUNALE VIA TIGNANO
"Progetto Definitivo"**

Relazione geotecnica e strutturale

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P -1.0x0.8

Lunghezza.....[m] = 4.00

Gabbione.....[m] : Altezza..... = 1.00 Larghezza... = 0.80

Blocco : TMS2

Dati principali.....[m] : Larghezza..... = 4.00 Altezza..... = 3.00

Arretramento.....[m] = 0.00 da TMS1

Inclinazione paramento.....[°] : 8.00

Terreno riempimento gabbioni: GB

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia

Rilevato strutturale.....: G

Terreno di riempimento a tergo.....: G

Terreno di copertura.....: G

Terreno di fondazione.....: AR

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 - Terramesh System - 8/2.7P -1.0x0.8

Lunghezza.....[m] = 4.00

Gabbione.....[m] : Altezza..... = 1.00 Larghezza... = 0.80

Profilo di ricopertura:

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.80	0.01	1.85	0.85	12.00	1.10		

CARICHI

Pressione : SC

Descrizione : Sovraccarico Stradale

Classe : Variabile - sfavorevole

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

Ascissa.....[m] : Da = 24.00 To = 30.00

Sisma :

Classe : Sisma



COMUNE DI SASSO MARCONI
Città Metropolitana di Bologna

**INTERVENTO DI RIPRISTINO MOVIMENTO
FRANOSO STRADA COMUNALE VIA TIGNANO
"Progetto Definitivo"**

Relazione geotecnica e strutturale

Accelerazione $[m/s^2]$: Orizzontale = 0.55 Verticale = -0.27

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P -1.0x0.8

Carico di rottura Nominale Tr	[kN/m] :	50.00
Rapporto di Scorrimento plastico	:	2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico	$[m^3/kN]$:	1.10e-04
Rigidezza estensionale	[kN/m] :	500.00
Lunghezza minima di ancoraggio	[m] :	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia)	:	1.27
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia)	:	1.15
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo)	:	1.15
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla)	:	1.15
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
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla	:	0.30

VERIFICHE



COMUNE DI SASSO MARCONI
Città Metropolitana di Bologna

**INTERVENTO DI RIPRISTINO MOVIMENTO
FRANOSO STRADA COMUNALE VIA TIGNANO
"Progetto Definitivo"**

Relazione geotecnica e strutturale

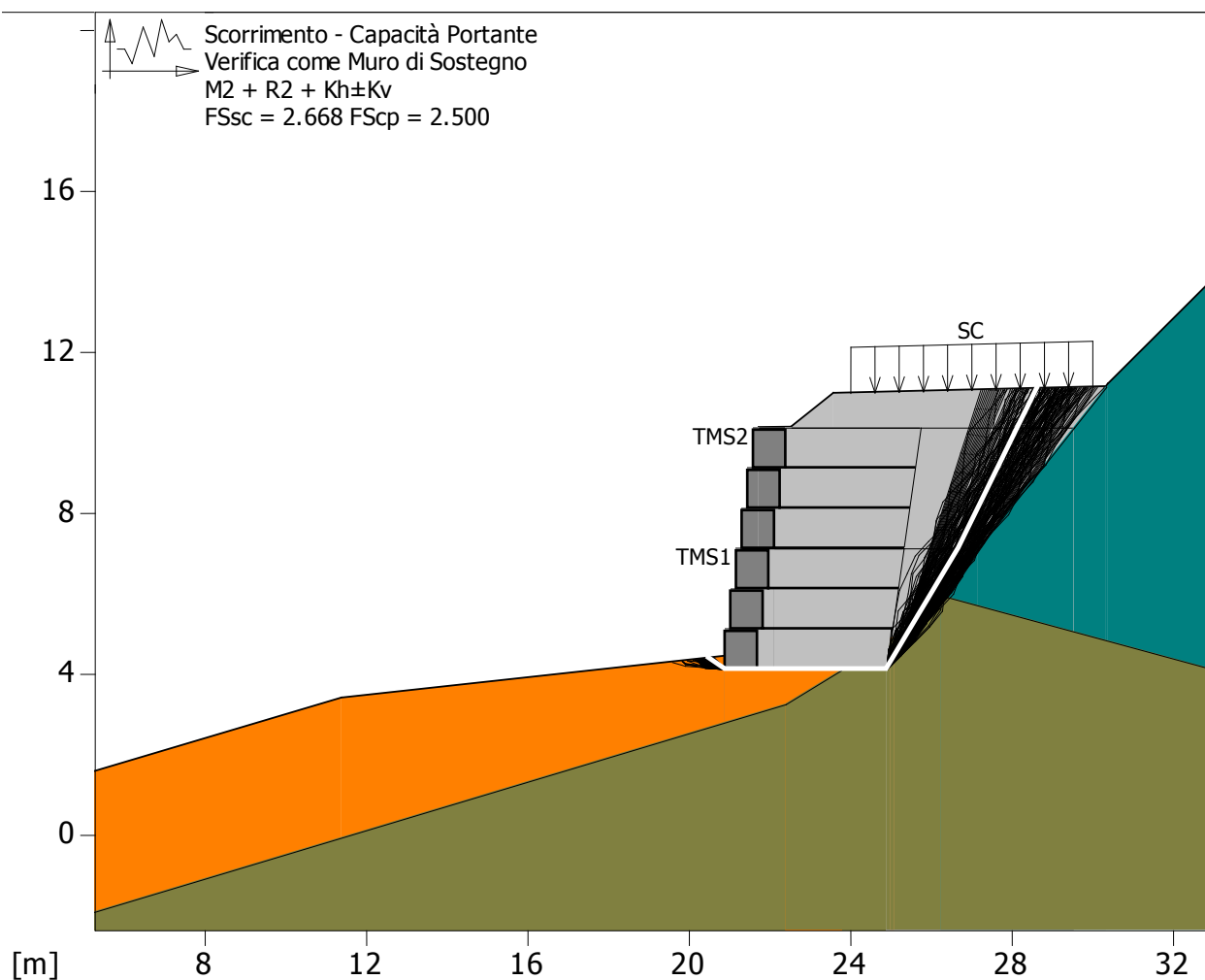


Figura 13 - Output 6 grafico del software

Categoria topografica: T2

Verifica come muro di sostegno : Scorrimento - Capacità Portante

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : TMS1

Forza Stabilizzante[kN/m] : 278.04

Forza Instabilizzante[kN/m] : 104.21

Classe scorrimento : Coeff. parziale R - Scorrimento

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento : 2.668

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima[kN/m²] : 372.02

Pressione media agente[kN/m²] : 148.81

Classe pressione : Coeff. parziale R - Capacità portante



COMUNE DI SASSO MARCONI
Città Metropolitana di Bologna

**INTERVENTO DI RIPRISTINO MOVIMENTO
FRANOSO STRADA COMUNALE VIA TIGNANO
"Progetto Definitivo"**

Relazione geotecnica e strutturale

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....	:	2.500
Fondazione equivalente.....[m].....	:	3.53
Eccentricità forza normale.....[m].....	:	0.24
Braccio momento.....[m].....	:	3.59
Forza normale.....[kN].....	:	514.20
Pressione estremo di valle.....[kN/m ²].....	:	174.28
Pressione estremo di monte.....[kN/m ²].....	:	82.81

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	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.00	Coeff. parziale R - Capacità portante

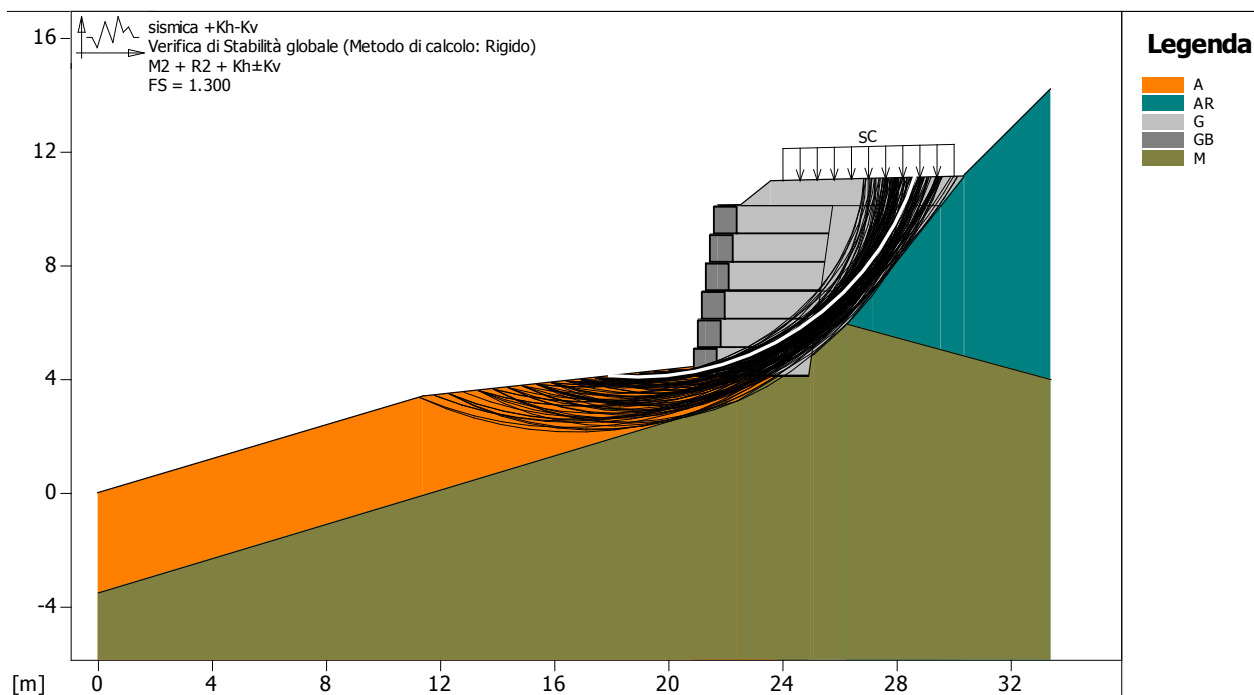


Figura 14 - Output 7 grafico del software

Categoria topografica: T2



COMUNE DI SASSO MARCONI
Città Metropolitana di Bologna

**INTERVENTO DI RIPRISTINO MOVIMENTO
FRANOSO STRADA COMUNALE VIA TIGNANO
"Progetto Definitivo"**

Relazione geotecnica e strutturale

Verifica di stabilità globale : sismica +Kh-Kv

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: 1.300

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
0.00	20.00	23.00	33.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		40	
Numero totale superfici di prova.....:		2000	
Lunghezza segmenti delle superfici.....[m].....:		1.00	
Angolo limite orario.....[°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario.....[°].....:		0.00	

Blocco : TMS1

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P -1.0x0.8

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
1.000	50.0	276.9	39.4	1.27	7.03

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	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



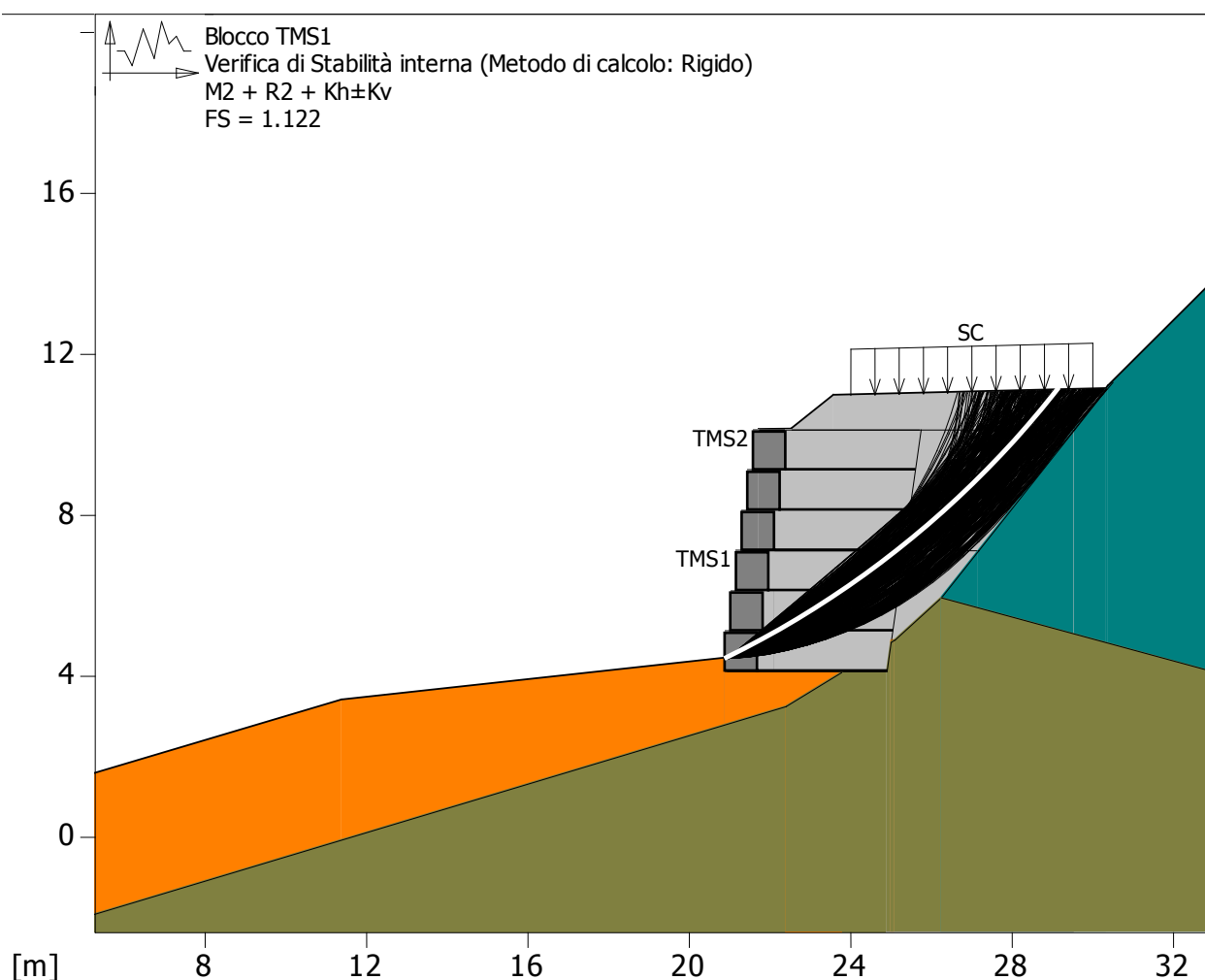


Figura 15 - Output 8 grafico del software

Categoria topografica: T2

Verifica di stabilità interna : Blocco TMS1

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.....: 1.122

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto	Secondo punto
TMS1	22.00	32.00

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

Numero totale superfici di prova.....: 2000



COMUNE DI SASSO MARCONI
Città Metropolitana di Bologna

**INTERVENTO DI RIPRISTINO MOVIMENTO
FRANOSO STRADA COMUNALE VIA TIGNANO
"Progetto Definitivo"**

Relazione geotecnica e strutturale

Lunghezza segmenti delle superfici.....[m].....: 0.50
 Angolo limite orario.....[°].....: 0.00
 Angolo limite antiorario.....[°].....: 0.00

Blocco : TMS1
 Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P -1.0x0.8

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
1.000	50.0	459.7	39.4	1.27	11.67
2.000	50.0	197.8	39.4	1.27	5.02

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	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



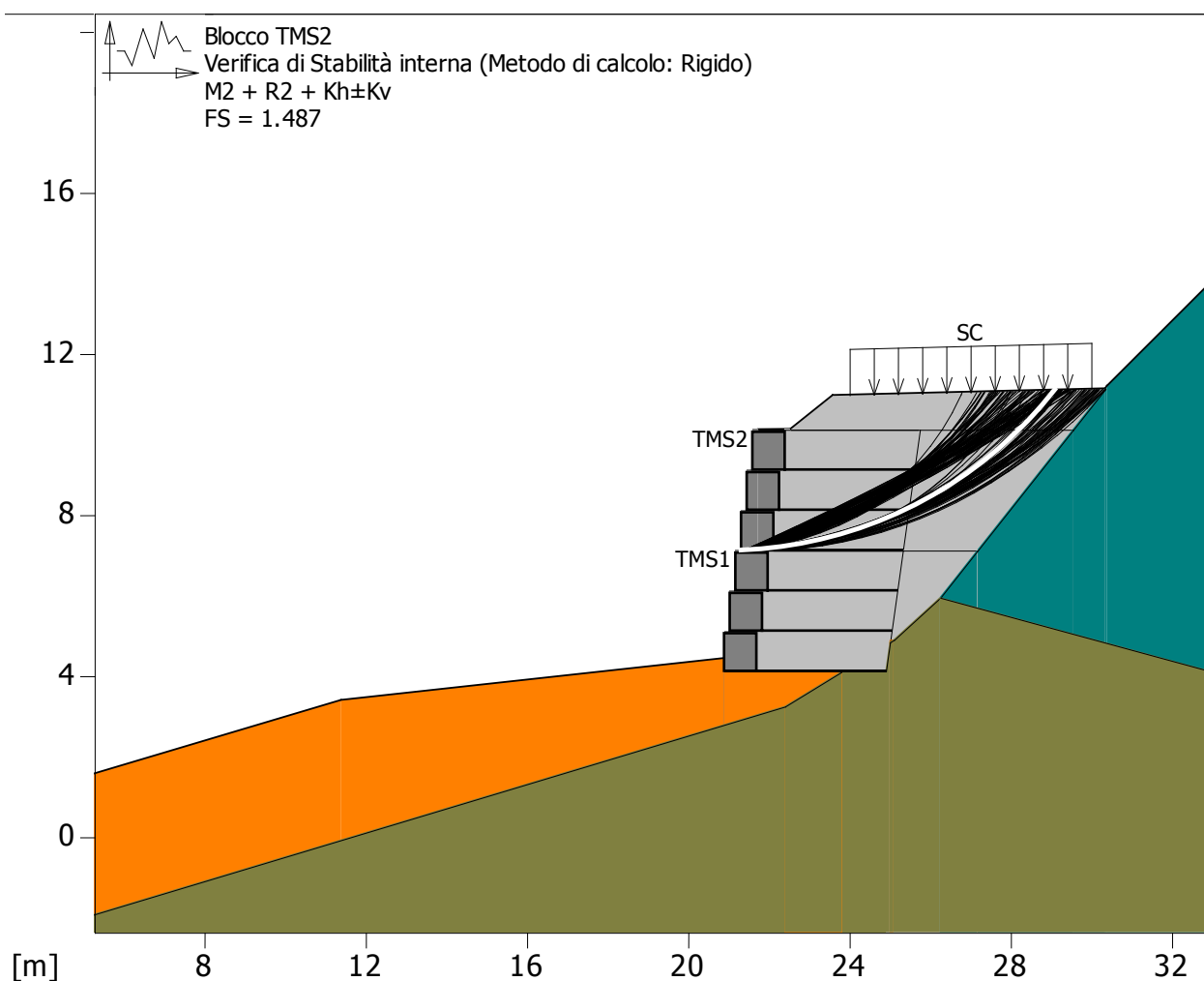


Figura 16 - Output 9 grafico del software

Categoria topografica: T2

Verifica di stabilità interna : Blocco TMS2

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.....: 1.487

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto	Secondo punto
TMS2	23.00	32.00

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

Numero totale superfici di prova.....: 2000



COMUNE DI SASSO MARCONI
Città Metropolitana di Bologna

**INTERVENTO DI RIPRISTINO MOVIMENTO
FRANOSO STRADA COMUNALE VIA TIGNANO
"Progetto Definitivo"**

Relazione geotecnica e strutturale

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	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità

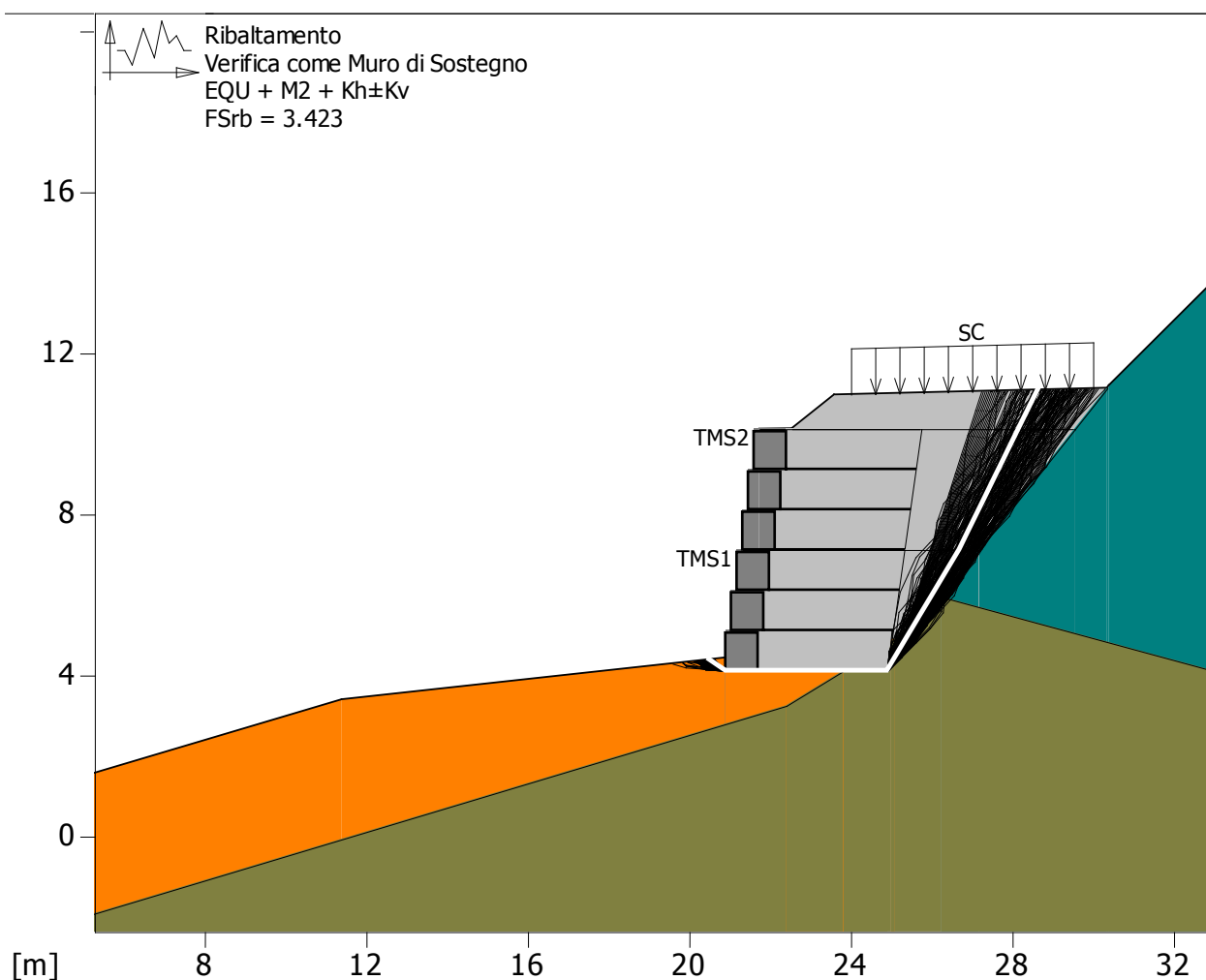


Figura 17 - Output 10 grafico del software



COMUNE DI SASSO MARCONI
 Città Metropolitana di Bologna

**INTERVENTO DI RIPRISTINO MOVIMENTO
 FRANOSO STRADA COMUNALE VIA TIGNANO
 "Progetto Definitivo"**

Relazione geotecnica e strutturale

Categoria topografica: T2

Verifica come muro di sostegno : Ribaltamento

Combinazione di carico : EQU + M2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : TMS1

Momento Stabilizzante[kN*m/m] : 1280.50

Momento Instabilizzante[kN*m/m] : 374.06

Classe momento: Coeff. parziale R - Ribaltamento

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento: 3.423

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	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento

5.4.3 Caso sismico con accelerazione verticale positiva

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : A	Descrizione : Alterazione superficiale
Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace	
Coesione[kN/m ²] : 17.50	
Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio	
Angolo d'attrito[°] : 25.90	
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] : 21.00	
Modulo elastico[kN/m ²] : 0.00	
Coefficiente di Poisson: 0.30	

Terreno : AR	Descrizione : Arenaria
Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace	



COMUNE DI SASSO MARCONI
Città Metropolitana di Bologna

**INTERVENTO DI RIPRISTINO MOVIMENTO
FRANOSO STRADA COMUNALE VIA TIGNANO
"Progetto Definitivo"**

Relazione geotecnica e strutturale

Coesione[kN/m²].....: 60.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 45.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
 Peso specifico sopra falda[kN/m³].....: 21.00
 Peso specifico in falda[kN/m³].....: 22.00

 Modulo elastico[kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson: 0.30

Terreno : G

Descrizione : Ghiaia

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.....[°].....: 40.00
 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

Terreno : GB

Descrizione : Gabbione

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione[kN/m²].....: 12.50
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 40.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
 Peso specifico sopra falda[kN/m³].....: 17.50
 Peso specifico in falda[kN/m³].....: 20.00

 Modulo elastico[kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson: 0.30

Terreno : M

Descrizione : Marne

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione[kN/m²].....: 40.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio



COMUNE DI SASSO MARCONI
 Città Metropolitana di Bologna

INTERVENTO DI RIPRISTINO MOVIMENTO
FRANOSO STRADA COMUNALE VIA TIGNANO
"Progetto Definitivo"

Relazione geotecnica e strutturale

Angolo d'attrito.....[°].....: 30.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 21.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 22.00

 Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: A

Descrizione: Alterazione superficiale

Terreno : A

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	0.00	11.40	3.40	25.10	4.90		

Strato: AR

Descrizione: Arenaria

Terreno : AR

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
26.25	5.95	30.40	11.20	33.40	14.20		

Strato: M

Descrizione: Marne

Terreno : M

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	-3.50	22.40	3.25	25.10	4.90	26.25	5.95
33.40	4.00						

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : TMS1

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 4.00 Altezza.....= 3.00
 Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 20.90 Ordinata.....= 4.12
 Inclinazione paramento.....[°].....: 8.00

Terreno riempimento gabbioni.....: GB
 Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia



COMUNE DI SASSO MARCONI
 Città Metropolitana di Bologna

INTERVENTO DI RIPRISTINO MOVIMENTO
FRANOSO STRADA COMUNALE VIA TIGNANO
"Progetto Definitivo"

Relazione geotecnica e strutturale

Rilevato strutturale : G
 Terreno di riempimento a tergo : G
 Terreno di copertura : G
 Terreno di fondazione : AR

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

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

Rinforzi :

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P -1.0x0.8

Lunghezza [m] = 4.00
 Gabbione [m] : Altezza = 1.00 Larghezza ... = 0.80

Blocco : TMS2

Dati principali [m] : Larghezza = 4.00 Altezza = 3.00
 Arretramento [m] = 0.00 da TMS1
 Inclinazione paramento [°] : 8.00

Terreno riempimento gabbioni : GB
 Rilevato strutturale - materiale tipo : Ghiaia
 Rilevato strutturale : G
 Terreno di riempimento a tergo : G
 Terreno di copertura : G
 Terreno di fondazione : AR

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

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

Rinforzi :

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P -1.0x0.8

Lunghezza [m] = 4.00
 Gabbione [m] : Altezza = 1.00 Larghezza ... = 0.80

Profilo di ricopertura:

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.80	0.01	1.85	0.85	12.00	1.10		



COMUNE DI SASSO MARCONI
 Città Metropolitana di Bologna

**INTERVENTO DI RIPRISTINO MOVIMENTO
 FRANOSO STRADA COMUNALE VIA TIGNANO
 "Progetto Definitivo"**

Relazione geotecnica e strutturale

CARICHI

Pressione : SC

Descrizione : Sovraccarico Stradale

Classe : Variabile - sfavorevole

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

Ascissa.....[m] : Da = 24.00 To = 30.00

Sisma :

Classe : Sisma

Accelerazione...[m/s²] : Orizzontale... = 0.55 Verticale... = 0.27

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P -1.0x0.8

Carico di rottura Nominale Tr	[kN/m] :	50.00
Rapporto di Scorrimento plastico	:	2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico	[m ³ /kN] :	1.10e-04
Rigidezza estensionale	[kN/m] :	500.00
Lunghezza minima di ancoraggio	[m] :	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia)	:	1.27
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia)	:	1.15
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo)	:	1.15
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla)	:	1.15
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
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla	:	0.30



COMUNE DI SASSO MARCONI
Città Metropolitana di Bologna

**INTERVENTO DI RIPRISTINO MOVIMENTO
FRANOSO STRADA COMUNALE VIA TIGNANO
"Progetto Definitivo"**

Relazione geotecnica e strutturale

VERIFICHE

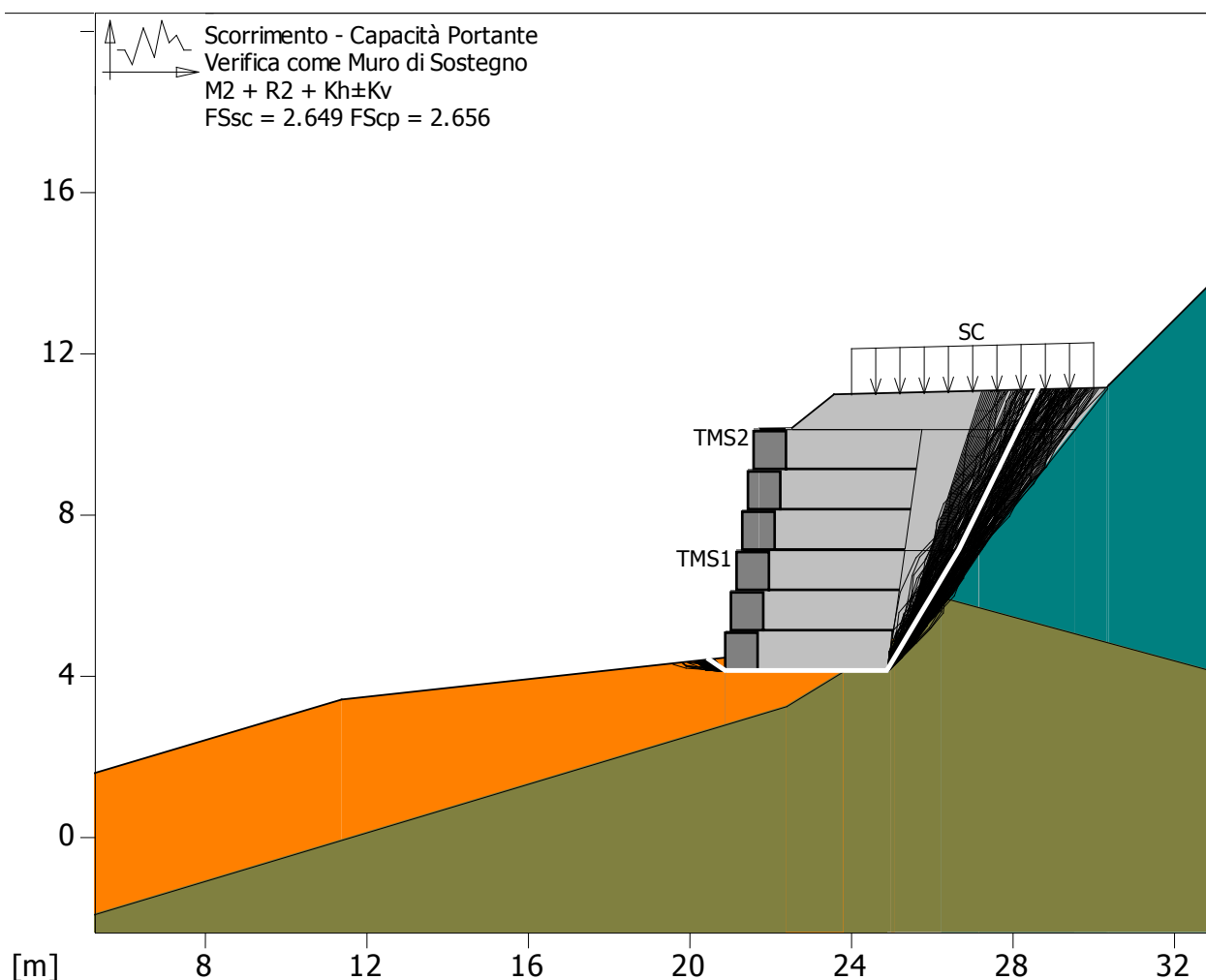


Figura 18 - Output 11 grafico del software

Categoria topografica: T2

Verifica come muro di sostegno : Scorrimento - Capacità Portante

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : TMS1

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 265.61

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 100.26

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 2.649

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima.....[kN/m²].....: 372.01



COMUNE DI SASSO MARCONI
Città Metropolitana di Bologna

**INTERVENTO DI RIPRISTINO MOVIMENTO
FRANOSO STRADA COMUNALE VIA TIGNANO
"Progetto Definitivo"**

Relazione geotecnica e strutturale

Pressione media agente.....[kN/m²] : 140.05
 Classe pressione.....: Coeff. parziale R - Capacità portante
 Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 2.656
 Fondazione equivalente.....[m] : 3.55
 Eccentricità forza normale.....[m] : 0.23
 Braccio momento.....[m] : 4.16
 Forza normale.....[kN] : 486.57
 Pressione estremo di valle.....[kN/m²] : 162.96
 Pressione estremo di monte.....[kN/m²] : 80.31

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	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.00	Coeff. parziale R - Capacità portante

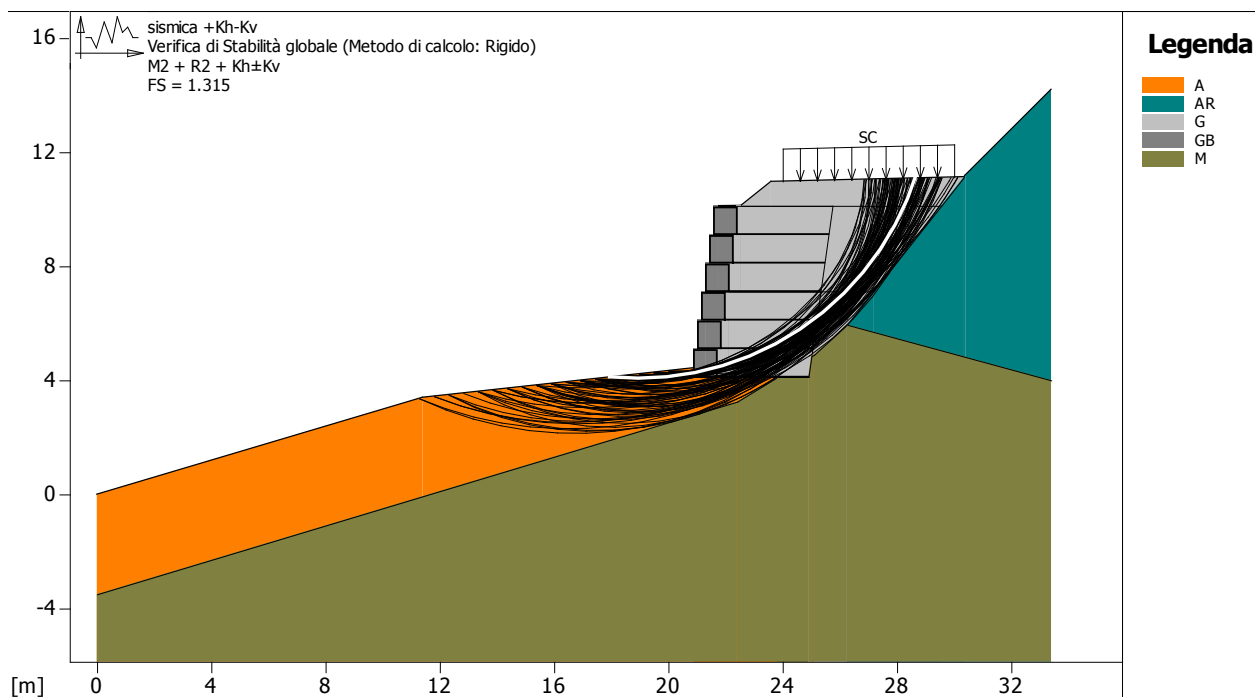


Figura 19 - Output 12 grafico del software



COMUNE DI SASSO MARCONI
 Città Metropolitana di Bologna

**INTERVENTO DI RIPRISTINO MOVIMENTO
 FRANOSO STRADA COMUNALE VIA TIGNANO
 "Progetto Definitivo"**

Relazione geotecnica e strutturale

Categoria topografica: T2

Verifica di stabilità globale : sismica +Kh-Kv

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: 1.315

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
0.00	20.00	23.00	33.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		40	
Numero totale superfici di prova.....:		2000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		1.00	
Angolo limite orario [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario [°].....:		0.00	

Blocco : TMS1

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P -1.0x0.8

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
1.000	50.0	276.9	39.4	1.27	7.03

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	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



COMUNE DI SASSO MARCONI
Città Metropolitana di Bologna

**INTERVENTO DI RIPRISTINO MOVIMENTO
FRANOSO STRADA COMUNALE VIA TIGNANO
"Progetto Definitivo"**

Relazione geotecnica e strutturale

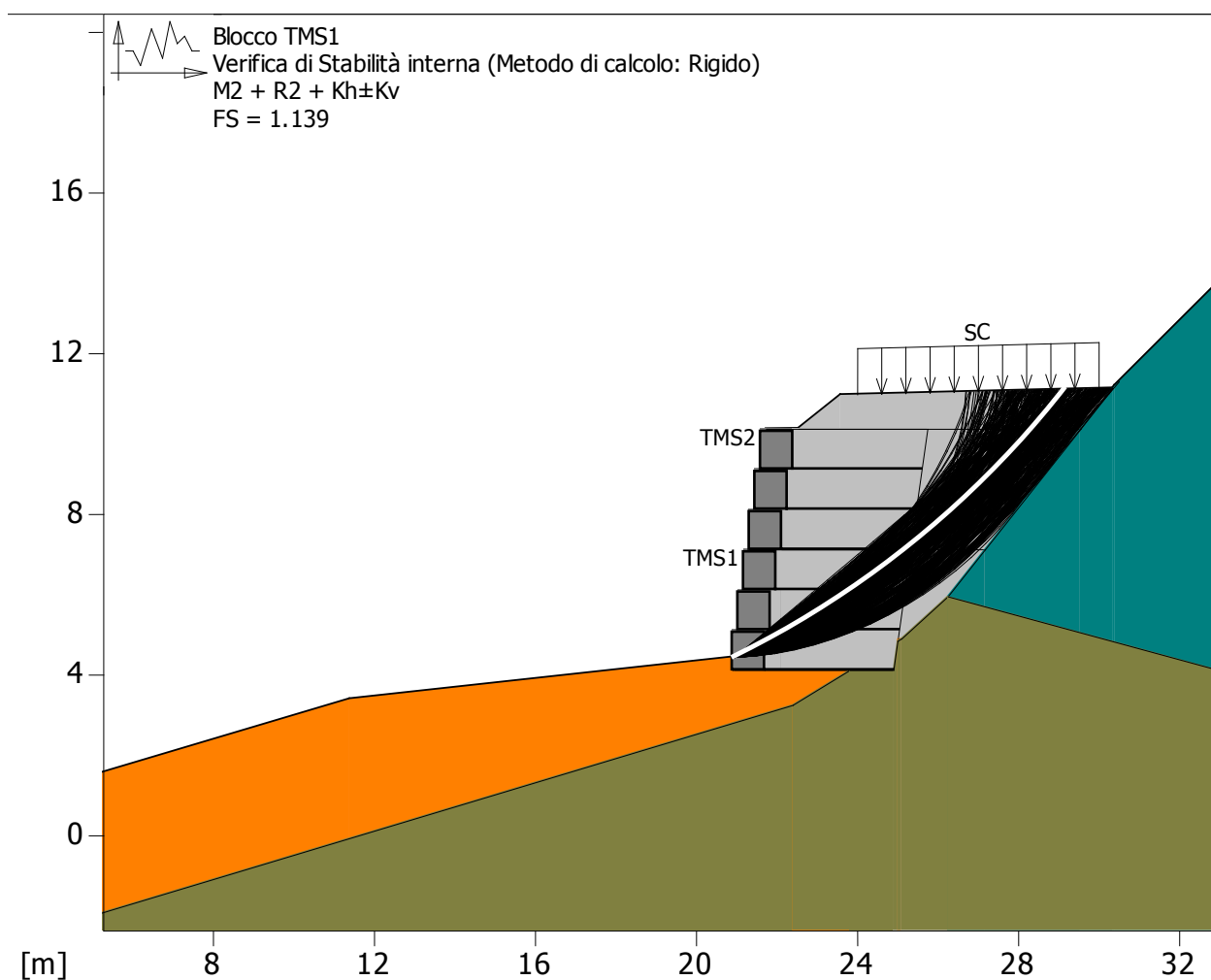


Figura 20 - Output 13 grafico del software

Categoria topografica: T2

Verifica di stabilità interna : Blocco TMS1

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.....: 1.139

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco

Segmento di arrivo, ascisse [m]

TMS1

Primo punto

Secondo punto

22.00

32.00

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

Numero totale superfici di prova.....: 2000



COMUNE DI SASSO MARCONI
Città Metropolitana di Bologna

**INTERVENTO DI RIPRISTINO MOVIMENTO
FRANOSO STRADA COMUNALE VIA TIGNANO
"Progetto Definitivo"**

Relazione geotecnica e strutturale

Lunghezza segmenti delle superfici.....[m].....: 0.50
 Angolo limite orario.....[°].....: 0.00
 Angolo limite antiorario.....[°].....: 0.00

Blocco : TMS1

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P -1.0x0.8

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
1.000	50.0	459.7	39.4	1.27	11.67
2.000	50.0	197.8	39.4	1.27	5.02

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	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



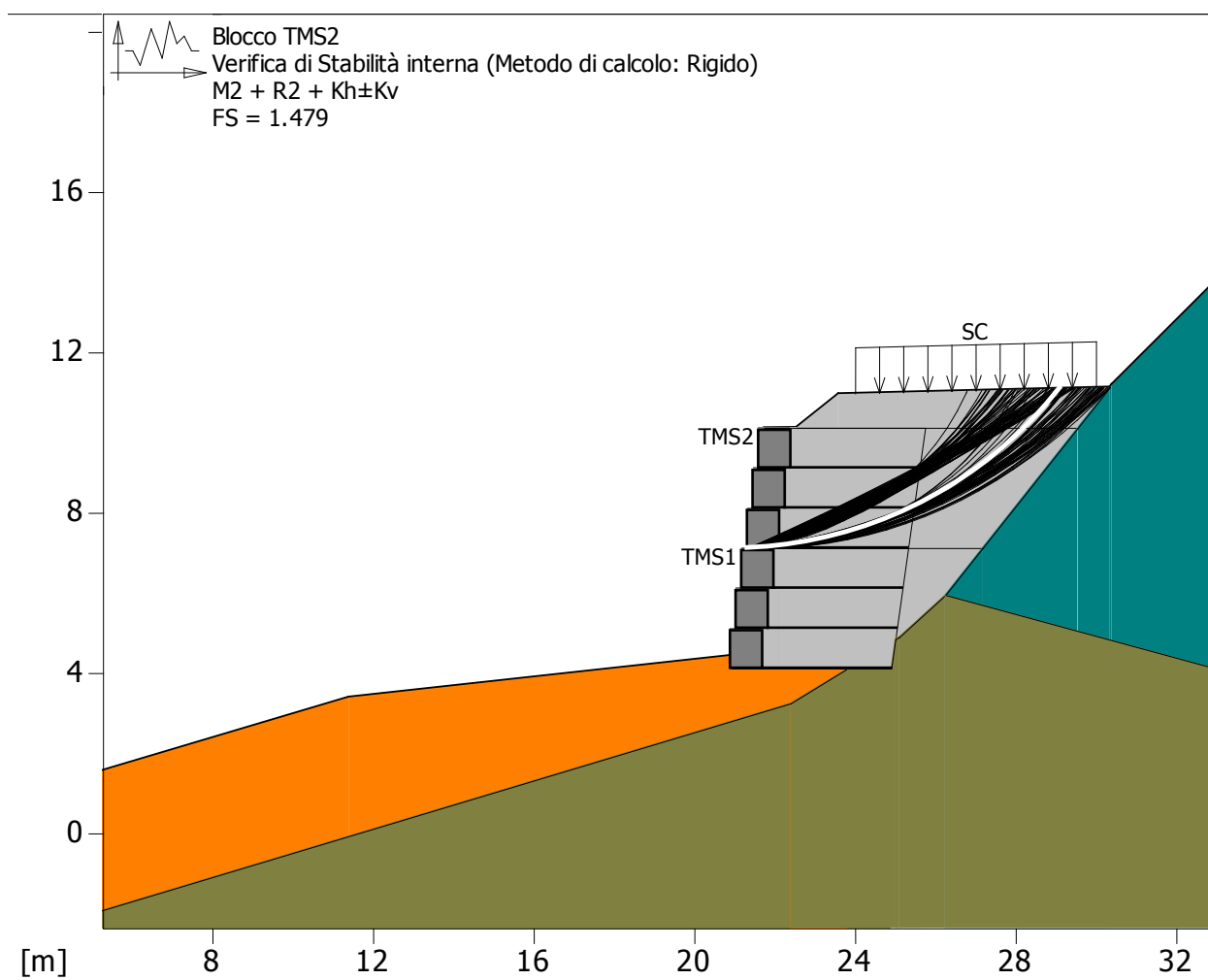


Figura 21 - Output 14 grafico del software

Categoria topografica: T2

Verifica di stabilità interna : Blocco TMS2

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.....: 1.479

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco

Segmento di arrivo, ascisse [m]

TMS2

Primo punto

Secondo punto

23.00

32.00

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

Numero totale superfici di prova.....: 2000



COMUNE DI SASSO MARCONI
Città Metropolitana di Bologna

**INTERVENTO DI RIPRISTINO MOVIMENTO
FRANOSO STRADA COMUNALE VIA TIGNANO
"Progetto Definitivo"**

Relazione geotecnica e strutturale

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	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità

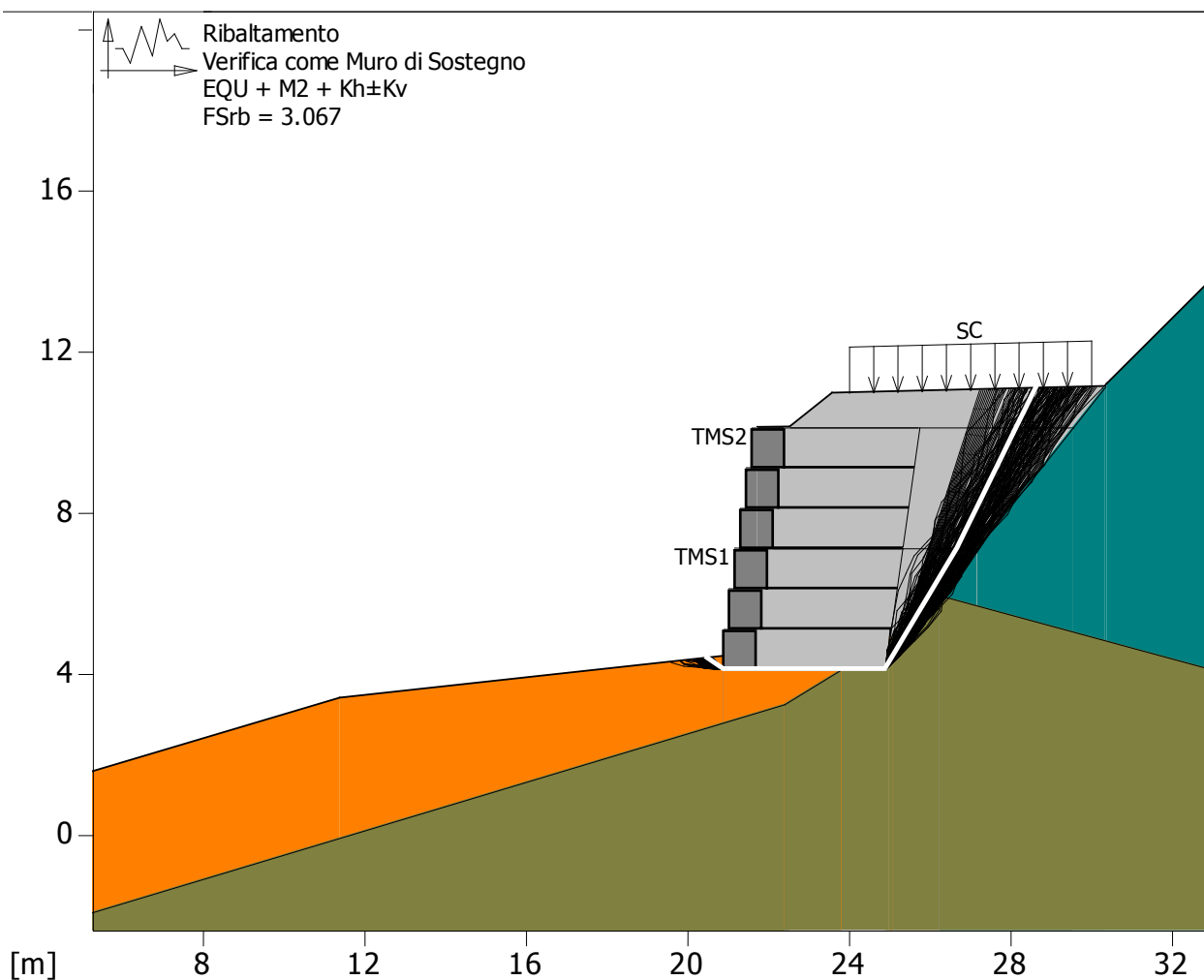


Figura 22 - Output 15 grafico del software



COMUNE DI SASSO MARCONI
 Città Metropolitana di Bologna

**INTERVENTO DI RIPRISTINO MOVIMENTO
 FRANOSO STRADA COMUNALE VIA TIGNANO
 "Progetto Definitivo"**

Relazione geotecnica e strutturale

Categoria topografica: T2

Verifica come muro di sostegno : Ribaltamento

Combinazione di carico : EQU + M2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : TMS1

Momento Stabilizzante[kN*m/m] : 1280.50

Momento Instabilizzante[kN*m/m] : 417.55

Classe momento: Coeff. parziale R - Ribaltamento

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento: 3.067

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	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R – Ribaltamento



COMUNE DI SASSO MARCONI
Città Metropolitana di Bologna

**INTERVENTO DI RIPRISTINO MOVIMENTO
FRANOSO STRADA COMUNALE VIA TIGNANO
"Progetto Definitivo"**

Relazione geotecnica e strutturale

6 DESCRIZIONE DELLE FASI E MODALITÀ COSTRUTTIVE

Nel presente capitolo saranno mostrate le fasi di realizzazione dell'opera di ripristino della strada comunale Via Tignano oggetto del progetto. Ci si focalizzerà unicamente sulla realizzazione delle opere geotecniche, lasciando agli altri elaborati progettuali la descrizione complessiva della realizzazione delle opere; si faranno solo brevi accenni a opere immediatamente precedenti o seguenti quelle geotecniche.

Alcune delle suddette fasi realizzative o operazioni in esse coinvolte verranno approfondite con trattazioni in paragrafi specifici.

6.1 DESCRIZIONE DELLE FASI REALIZZATIVE

Le fasi di realizzazione, in seguito analizzate in modo più esteso, sono le seguenti:

1. Accantieramento
2. Scavo e preparazione del piano di posa
3. Realizzazione del rilevato in terra rinforzata
4. Realizzazione del rilevato naturale
5. Realizzazione del pacchetto stradale e finitura

I materiali da utilizzare per la realizzazione del rilevato stradale non sono riportati in questo paragrafo in quanto descritti in altri paragrafi. Tali materiali dovranno comunque essere conformi a quanto indicato nelle prescrizioni dell'impresa fornitrice il sistema di rinforzo e rispettanti le prescrizioni indicate nel capitolato d'appalto.

6.1.1 Accantieramento

Le fasi di accantieramento prevederanno la necessità di creare piste per l'accesso di uomini e mezzi alla testa della frana.

6.1.2 Scavo e preparazione del piano di posa

La preparazione del piano di posa del rilevato dovrà essere accurata e dovrà portare a nudo lo strato marnoso presente al di sotto dello strato di terreno alterato. Indicativamente lo scavo sarà di 4 m di profondità rispetto alla posizione della testa della frana presente nel rilievo topografico. Gli spessori di scavo, tuttavia, potranno variare in modo anche considerevole, ma in ogni caso si dovrà giungere ad appoggiare il nuovo rilevato sulle marne a buone caratteristiche meccaniche.

Il piano di posa sulle marne a buone caratteristiche meccaniche dovrà essere orizzontale al fine di ottimizzare le prestazioni fornite dai rinforzi metallici del nuovo rilevato.



6.1.3 Realizzazione del rilevato in terra rinforzata

Si procederà alla realizzazione del rilevato in terra rinforzata mediante la stesa e compattazione per strati di 0,30 m di altezza intervallati ogni metro di altezza dalle reti metalliche solidali ai gabbioni di sostegno. I gabbioni dovranno essere riempiti rispettando scrupolosamente tutte le indicazioni fornite dall'impresa fornitrice.

Alla base del rilevato, poggiando sul piano di posa precedentemente preparato, sarà posato un pannello drenante posizionato ai fini dello scolo delle acque di monte oltre il nuovo rilevato.

La successiva compattazione per strati di terreno di riporto avverrà sino alla realizzazione di un fronte di altezza 6 m (per un totale di 6 gabbioni sovrapposti in modo sfalsato a formare un angolo pari a circa 80° rispetto all'orizzontale).

6.1.4 Realizzazione del rilevato naturale

Al di sopra del rilevato in terra rinforzata precedentemente descritto verrà realizzato un rilevato non rinforzato con un andamento di 3:2 (orizzontale:verticale) al fine di raggiungere la quota stradale presente prima dell'evento frano e raccordarsi quindi con la rete viaria non franata.

6.1.5 Realizzazione del pacchetto stradale e finitura

Arrivati alla quota prescelta mediante il rilevato non rinforzato, sarà possibile, nei tempi e modi stabiliti dalla Committenza, realizzare il pacchetto stradale vero e proprio per permettere il traffico veicolare.

6.2 COMPATTAZIONE

Per tale operazione devono essere sottoposte alla preventiva approvazione del Committente e la Direzione Lavori il tipo, le caratteristiche dei mezzi di compattazione, nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza). In ogni modo, deve ritenersi esclusa la possibilità di compattazione con pale meccaniche. Nel caso in cui lo sviluppo planimetrico dei manufatti sia modesto e gli spazi di lavoro disponibili sono esigui, si useranno mezzi di compattazione leggeri, quali piastre vibranti e costipatori vibranti azionati a mano. Ogni strato sarà messo in opera con un grado di compattazione pari al 90% del valore fornito dalle prove Proctor (ASTM D 1557). La compattazione dovrà essere condotta con metodologia atta ad ottenere un addensamento uniforme.

A tale scopo, i mezzi dovranno operare con sistematicità lungo direzioni parallele, garantendo una sovrapposizione fra ciascuna passata e quella adiacente pari al 10% del mezzo costipante. La compattazione a tergo delle opere eseguite dovrà essere tale da escludere una riduzione dell'addensamento e nello stesso tempo il danneggiamento delle opere stesse. In particolare, si dovrà fare in modo che i compattatori operino ad una distanza non inferiore a m 0.50 dal paramento esterno. Durante la costruzione si dovrà provvedere ad una manutenzione per rimediare eventuali danni causati dalle attività di cantiere oltre a quelli dovuti ad eventi meteorologici.

