

A	DICEMBRE 2011	EMISSIONE				E.PERINA	G.PEZZINI	F.BUSOLA													
REV.	DATA	DESCRIZIONE				ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO													
SOSTITUISCE L'ELABORATO N°						SOSTITUITO DALL'ELABORATO N°															
<b>CONSORZIO PER LE AUTOSTRADE SICILIANE</b> <b>AUTOSTRADA SIRACUSA – GELA</b> <b>2° TRONCO: ROSOLINI – RAGUSA</b> <b>LOTTO 10/11</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>																					
IDENTIFICAZIONE ELABORATO																					
E	A	1	8	10	11	T	0	0	M	U	0	0	S	T	R	R	E	0	0	2	A
PROG.	STRADA	LOTTO	MACRO OPERA	OPERA		PARTE DI OPERA		TIPOLOGIA ELABORATO	N. ELABORATO	REV.											
<b>MURI DI SOSTEGNO</b> <b>MURI IN TERRA RINFORZATA</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>																					
DATA	DICEMBRE 2011					PROGETTAZIONE															
CODICE CAD-FILE	EA181011T00MU00STRRE002A.doc					IL RESPONSABILE : DOTT. ING. F. BUSOLA															
<small>OPERA PROTETTA AI SENSI DELLA LEGGE 22 APRILE 1941 N. 633 TUTTI I DIRITTI RISERVATI          QUALSIASI RIPRODUZIONE ED UTILIZZAZIONE NON AUTORIZZATE SARANNO PERSEGUITE A RIGORE DI LEGGE</small>																					

 <b>PROGETTA</b>	E	A	1	8	1	1	T	0	0	M	U	0	0	S	T	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n. 1
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera		Parte di opera		Tipo elab		N. Elab.		Rev							

## **AUTOSTRADA SIRACUSA-GELA**

### **2° TRONCO ROSOLINI - RAGUSA**

#### **PROGETTO ESECUTIVO**

**LOTTO 10 "IRMINIO"  
LOTTO 11 "RAGUSA"**

#### **MURI IN TERRA RINFORZATA**

#### **RELAZIONE DI CALCOLO**

 <b>GENERALITÀ</b>	D	A	1	8	1	1	T	0	0	M	U	0	0	S	T	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n. 2
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera		Parte di opera		Tipo elab		N. Elab.		Rev							

## INDICE

1.	GENERALITÀ	3
1.1.	Normativa di riferimento	3
2.	OPERA 42 – LOTTO 11	4
2.1.	Dati di input	4
2.2.	Analisi statica	7
2.3.	Analisi dinamica positiva	12
2.4.	Analisi dinamica negativa	17

 <b>INGEGNERIA</b>	D	A	1	8	1	1	T	0	0	M	U	0	0	S	T	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n. 3
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev							

## 1. GENERALITÀ

L'oggetto del presente elaborato è l'analisi e la verifica delle opere in terra rinforzata previste nel Lotto 10-11 dell'autostrada Siracusa-Gela.

Le verifiche nei confronti degli stati limite ultimi di stabilità globale del complesso terreno-opera e di stabilità interna, in condizioni statiche e sismiche, secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14-1-2008.

Per le analisi, vista la relazione geologica, ci si è avvalsi dei dati ricavati dai profili stratigrafici ottenuti tramite una campagna di sondaggi geognostici, dall'interpretazione delle prove di laboratorio e dalle indagini geofisiche unitamente a diversi sopralluoghi in sito.

### 1.1. Normativa di riferimento

Le verifiche di sicurezza e stabilità sono state svolte utilizzando il metodo agli stati limite con particolare riferimento alle seguenti norme tecniche:

- D.M. 14.01.2008 "Norme tecniche per le costruzioni", abbreviate nel seguito con l'acronimo NTC;
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP. "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008".
- Eurocodice 7: Progettazione geotecnica;
- Eurocodice 8: Progettazione antisismica.

 <b>PROGETTA</b>	D	A	1	8	1	1	T	0	0	M	U	0	0	S	T	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n. 4
	Pr	Strada			Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev						

## 2. OPERA 42 – LOTTO 11

### 2.1. Dati di input

#### 2.1.1. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

**Terreno : RIL**                      Descrizione : terreno da rilevato  
 Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 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<sup>3</sup>].....: 19.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 19.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**Terreno : SITU**                      Descrizione : terreno in situ  
 Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 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<sup>3</sup>].....: 23.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 23.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

#### 2.1.2. PROFILI STRATIGRAFICI

**Strato: 1**                      Descrizione: profilo terreno naturale

Terreno : SITU

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
-15.00	25.00	7.50	25.00	14.00	39.00	15.00	39.00
20.00	39.00	35.00	39.00				

 <b>PROGETTA</b>	D	A	1	8	1	1	T	0	0	M	U	0	0	S	T	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n. 5
	Pr	Strada			Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev						

### 2.1.3. BLOCCHI RINFORZATI

#### Blocco : TMV\_1

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 7.00 Altezza.....= 8.36  
 Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 0.00 Ordinata.....= 24.24  
 Inclinazione paramento.....[°].....: 20.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia  
 Rilevato strutturale.....: RIL  
 Terreno di riempimento a tergo.....: RIL  
 Terreno di copertura.....: RIL  
 Terreno di fondazione.....: SITU

#### Rinforzi :

Linear Composites - ParaLink - 300

Lunghezza.....[m].....= 6.00

Interasse.....[m].....= 0.76

Risolto.....[m].....= 0.65

#### Profilo di ricopertura:

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
1.20	0.70	3.00	1.00				

#### Blocco : TMV\_2

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 5.50 Altezza.....= 6.08  
 Arretramento.....[m].....= 2.50 da TMV\_1  
 Inclinazione paramento.....[°].....: 20.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia  
 Rilevato strutturale.....: RIL  
 Terreno di riempimento a tergo.....: RIL  
 Terreno di copertura.....: RIL  
 Terreno di fondazione.....: SITU

#### Rinforzi :

Linear Composites - ParaLink - 300

Lunghezza.....[m].....= 4.50

Interasse.....[m].....= 0.76

Risolto.....[m].....= 0.65

#### Profilo di ricopertura:

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.20	0.30	7.00	0.30				

 <b>INGEGNERIA</b>	D	A	1	8	1	1	T	0	0	M	U	0	0	S	T	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n. 6
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev							

#### 2.1.4. CARICHI

**Pressione : Q**                      Descrizione : carico stradale  
 Classe : Variabile - sfavorevole  
 Intensità.....[kN/m<sup>2</sup>]...= 20.00    Inclinazione.....[°]...= 0.00  
 Ascissa.....[m] : Da = 11.00 To = 30.00

**Sisma :**  
 Classe : Sisma  
 Accelerazione            [m/s<sup>2</sup>]: Orizzontale = 1.06    Verticale = 0.53

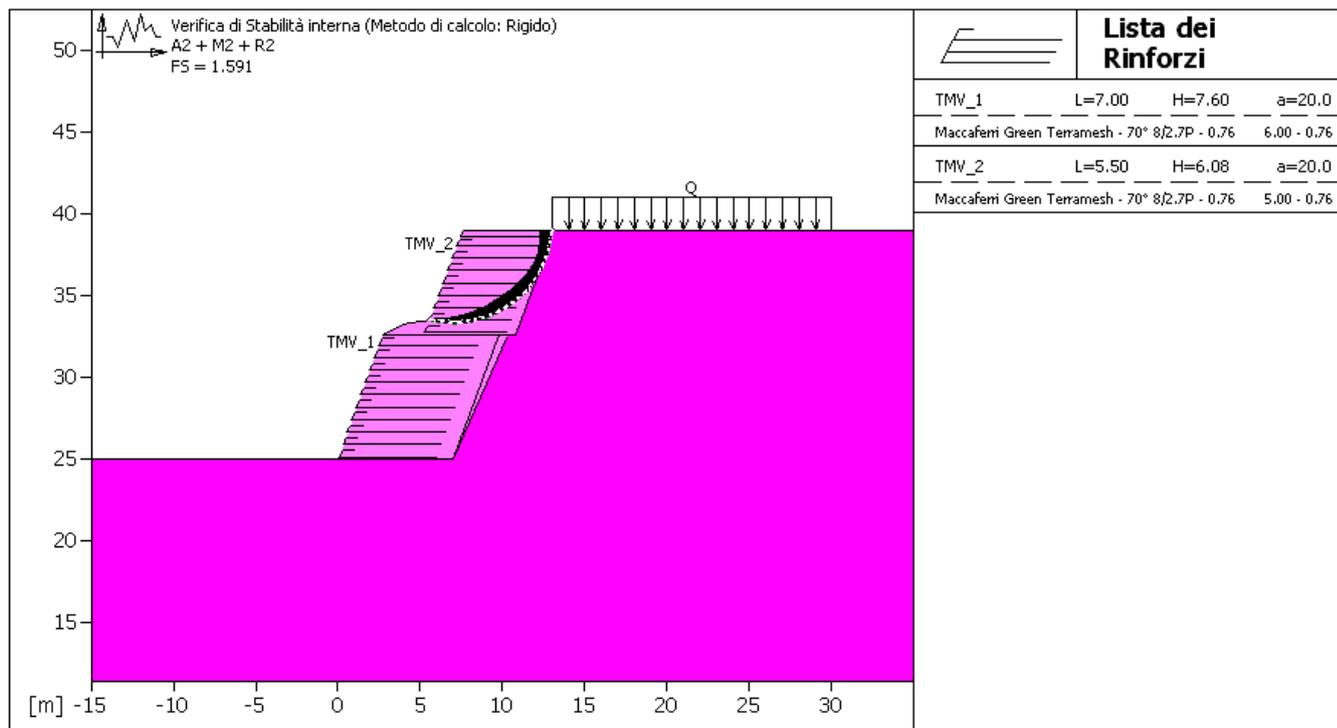
#### 2.1.5. PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Linear Composites - ParaLink - 300

Carico di rottura Nominale.....[kN/m].....:	300.00
Rapporto di Scorrimento plastico.....:	0.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....[m <sup>3</sup> /kN].....:	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....[kN/m].....:	2500.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....[m].....:	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....:	1.57
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....:	1.52
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....:	1.52
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....:	1.52
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo.....:	0.27
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....:	0.70
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....:	0.40

## 2.2. Analisi statica

### Verifica di stabilità interna : Verifica di Stabilità in cond. Statiche - stabilità interna - TMV 2



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.....: 1.606

#### Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto	Secondo punto
TMV_2	7.00	13.00

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

Numero totale superfici di prova.....: 500

Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....: 0.50

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

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

Blocco : TMV\_2

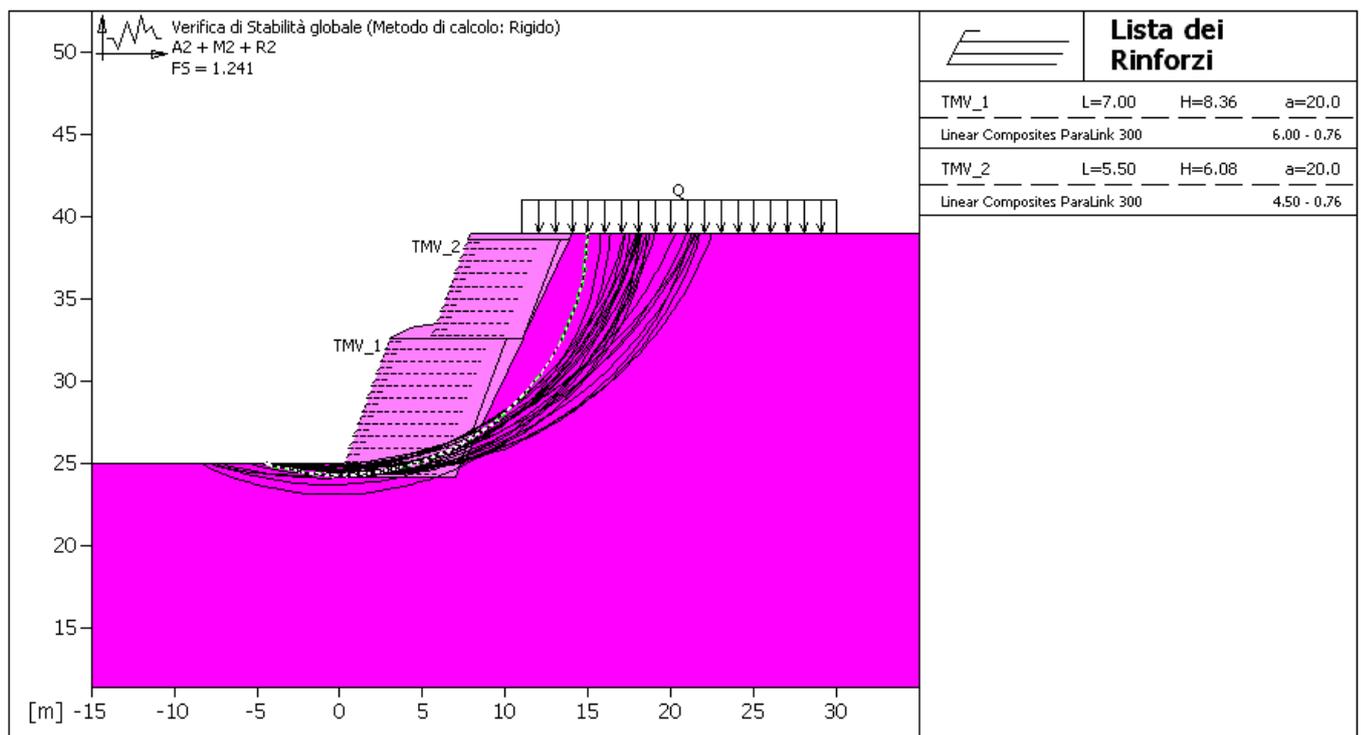
Linear Composites - ParaLink - 300

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
1.52	0.172

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
0.00	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 globale : Verifica di Stabilità in cond. statiche - stabilità globale**

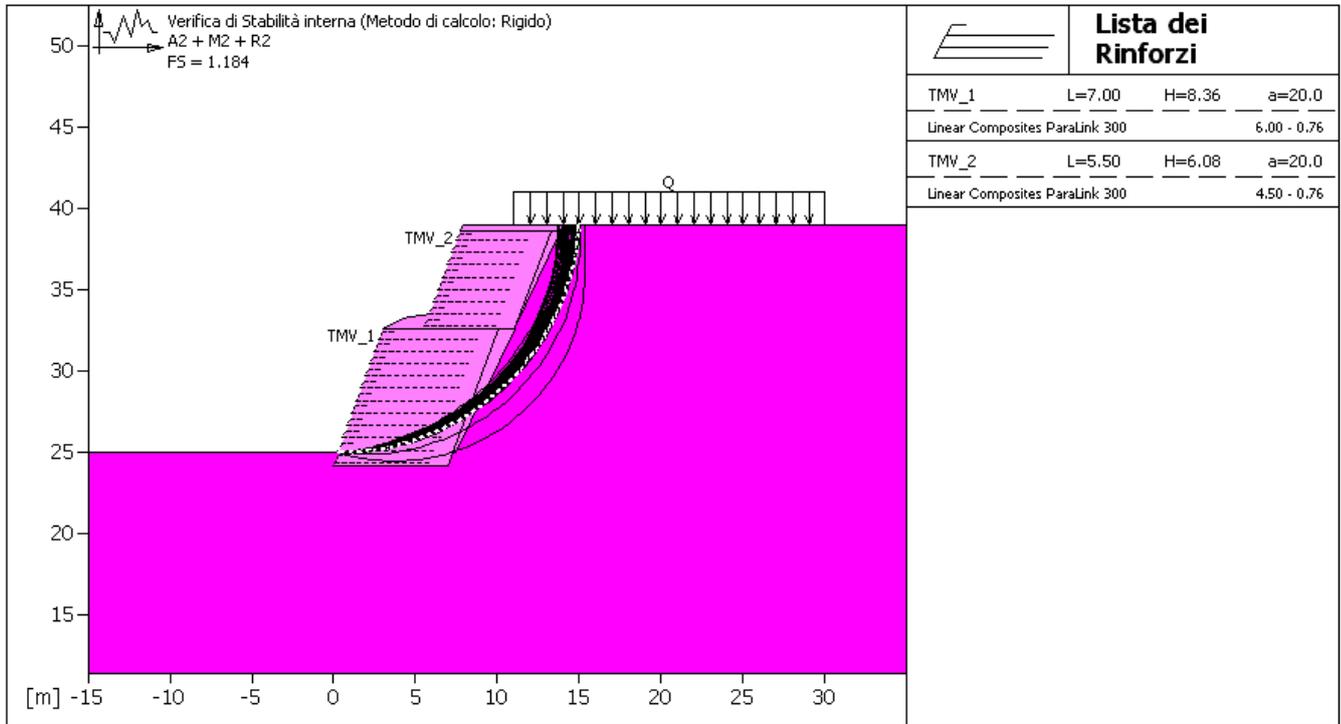


Combinazione di carico : A2 + M2 + R2  
 Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido  
 Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop  
 Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.241

Intervallo di ricerca delle superfici			
Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
-12.00	0.00	13.00	30.00



**Verifica di stabilità interna : Verifica di Stabilità in cond. Statiche - stabilità interna**



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.....: 1.184

**Intervallo di ricerca delle superfici**

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
TMV_1	Primo punto	Secondo punto
	8.00	15.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1	
Numero totale superfici di prova.....:	500	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:	0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:	0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:	0.00	

Blocco : TMV\_1  
 Linear Composites - ParaLink - 300  
 Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
1.52	0.637

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole

 <b>INGENIERIA</b>	D	A	1	8	1	1	T	0	0	M	U	0	0	S	T	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n. 11
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev							

0.00	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

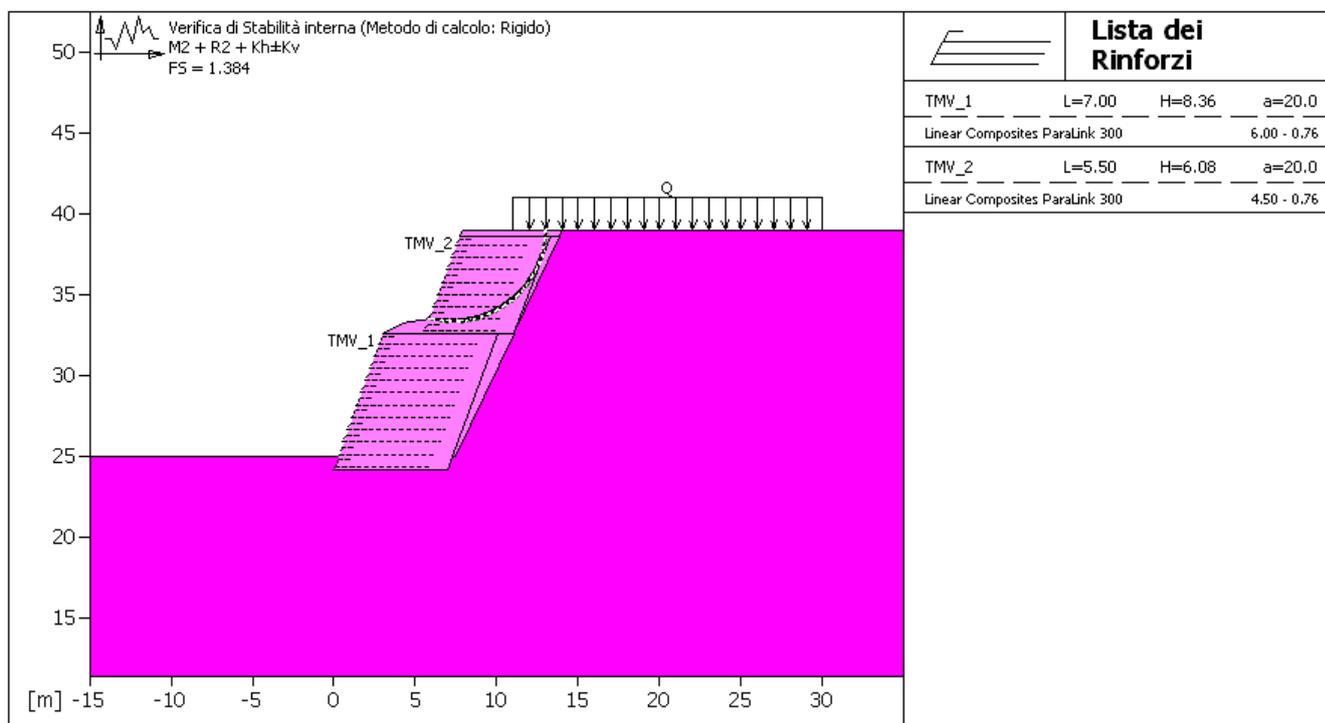
### 2.3. Analisi dinamica positiva

**Sisma :**

Classe : Sisma

Accelerazione.....[m/s<sup>2</sup>]...: Orizzontale\_= 1.06                      Verticale.....= 0.53

#### Verifica di stabilità interna : Verifica di Stabilità in cond. Dinamiche - stabilità interna - TMV 2



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

#### Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
TMV_2	Primo punto	Secondo punto
	8.00	13.00

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

Numero totale superfici di prova.....: 500

Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....: 0.50

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

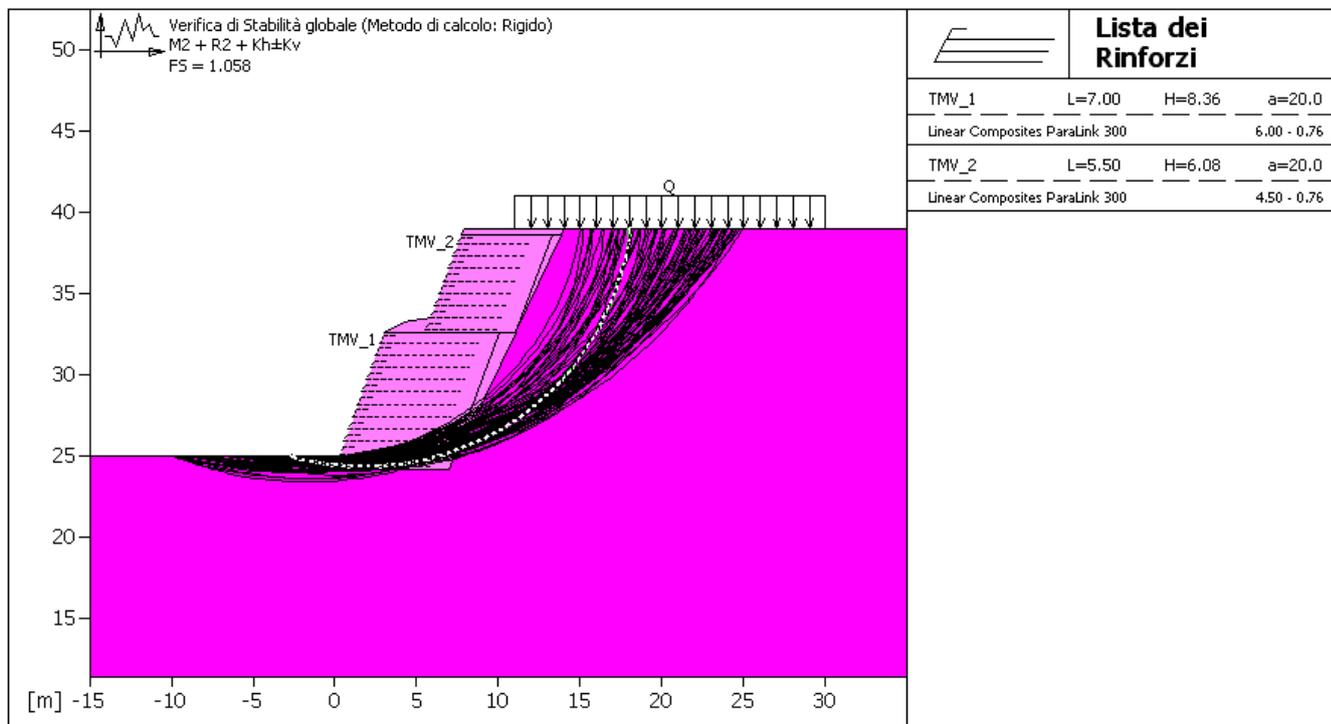
Angolo limite antiorario.....[°].....: 0.00

 <b>PROGETTA</b>	D	A	1	8	1	1	T	0	0	M	U	0	0	S	T	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n. 13
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev							

Blocco : TMV\_2  
 Linear Composites - ParaLink - 300  
 Rapporto forza/resistenza nei rinforzi  
 Y [m] Fmax  
 1.52 0.171

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 globale : Verifica di Stabilità in cond. Dinamiche - stabilità globale



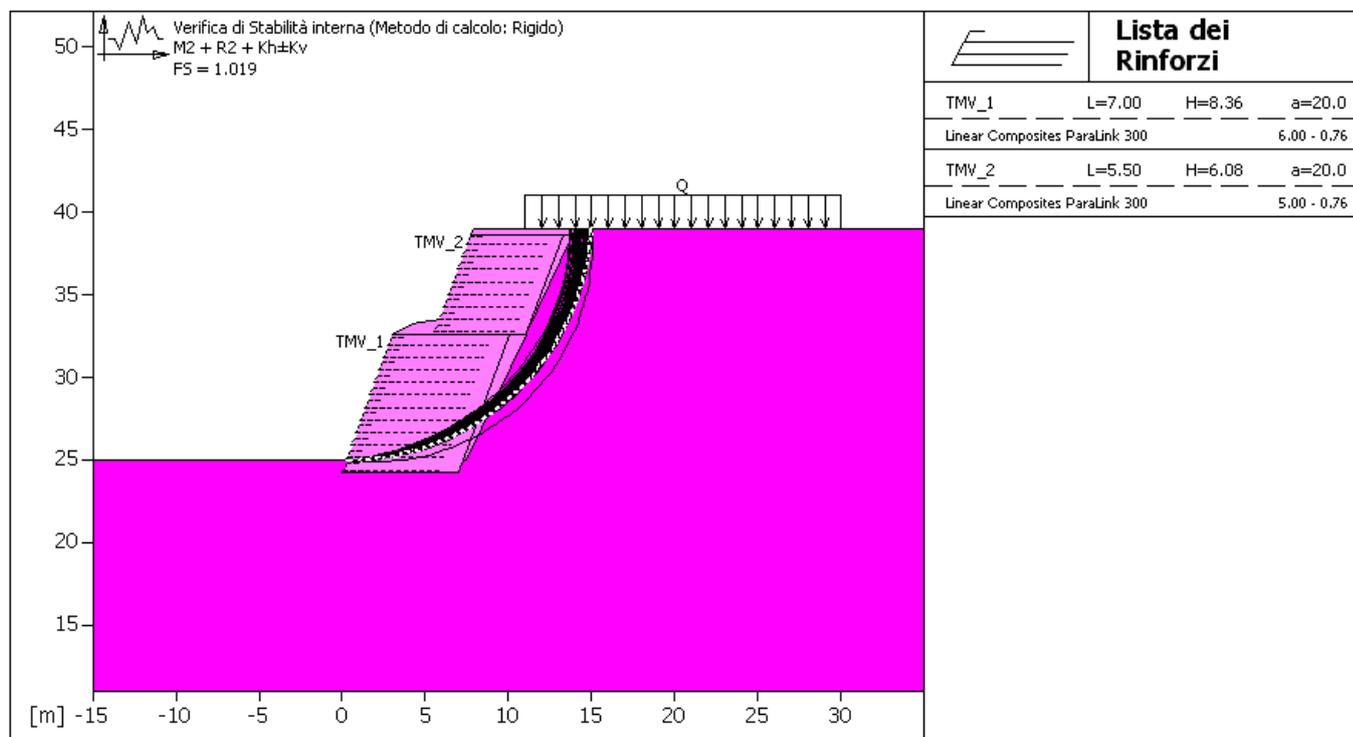
Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv  
 Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido  
 Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop  
 Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.058

#### Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
-10.00	0.00	13.00	25.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		50	
Numero totale superfici di prova.....:		500	
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

**Verifica di stabilità interna : Verifica di Stabilità in cond. Dinamiche - stabilità interna**



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.....: 1.019

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
TMV_1	Primo punto	Secondo punto
	8.00	15.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 1  
 Numero totale superfici di prova.....: 500  
 Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....: 0.50  
 Angolo limite orario.....[°].....: 0.00  
 Angolo limite antiorario.....[°].....: 0.00

Blocco : TMV\_1  
 Linear Composites - ParaLink - 300  
 Rapporto forza/resistenza nei rinforzi  
 Y [m] Fmax  
 1.52 0.637

 <b>INFRASTRUTTURE</b>	D	A	1	8	1	1	T	0	0	M	U	0	0	S	T	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n. 16
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev							

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

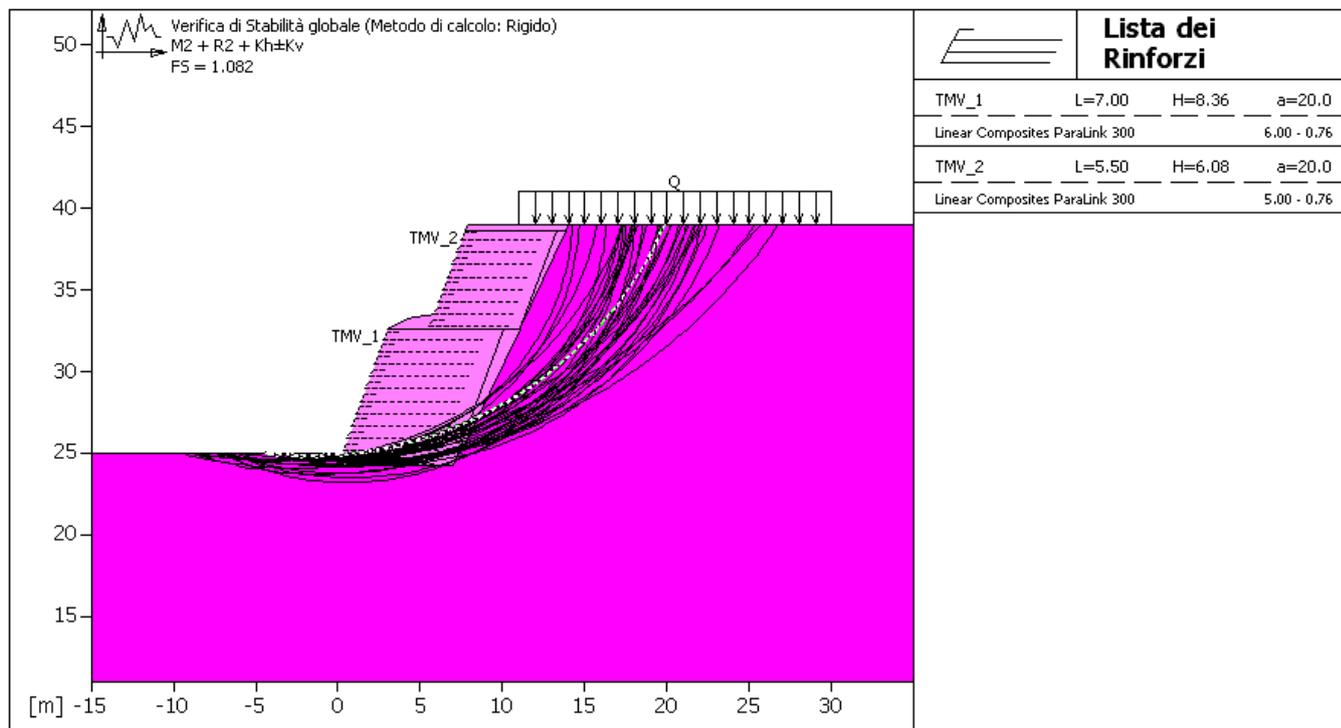
## 2.4. Analisi dinamica negativa

### Sisma :

Classe : Sisma

Accelerazione.....[m/s<sup>2</sup>]...: Orizzontale\_= 1.06                      Verticale..... = -0.53

### Verifica di stabilità globale : Verifica di Stabilità in cond. Dinamiche - 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

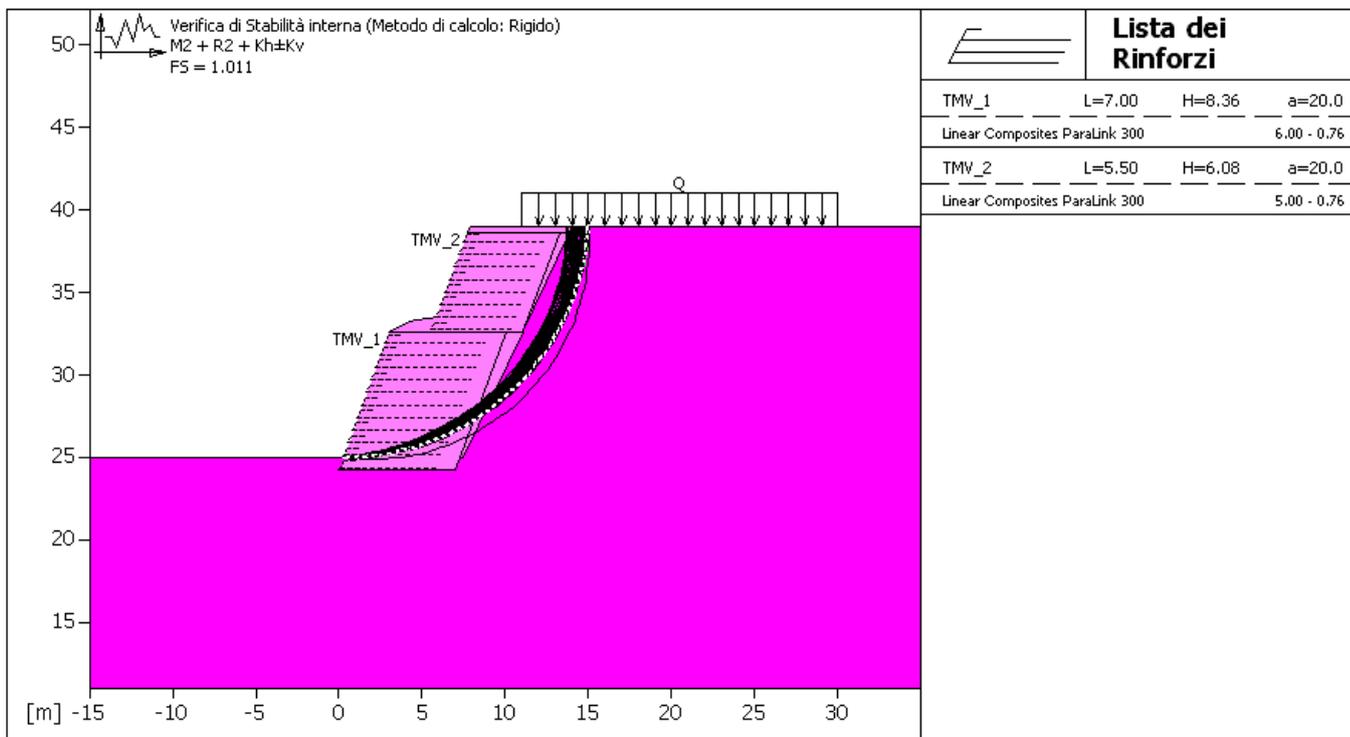
Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.082

#### Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
-10.00	0.00	13.00	30.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		50	
Numero totale superfici di prova.....:		500	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	



### Verifica di stabilità interna : Verifica di Stabilità in cond. Dinamiche - stabilità interna - TMV 1



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.....: 1.011

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
TMV_1	Primo punto	Secondo punto
	8.00	15.00

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

Numero totale superfici di prova.....: 500

Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....: 0.50

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

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

Blocco : TMV\_1

Linear Composites - ParaLink - 300

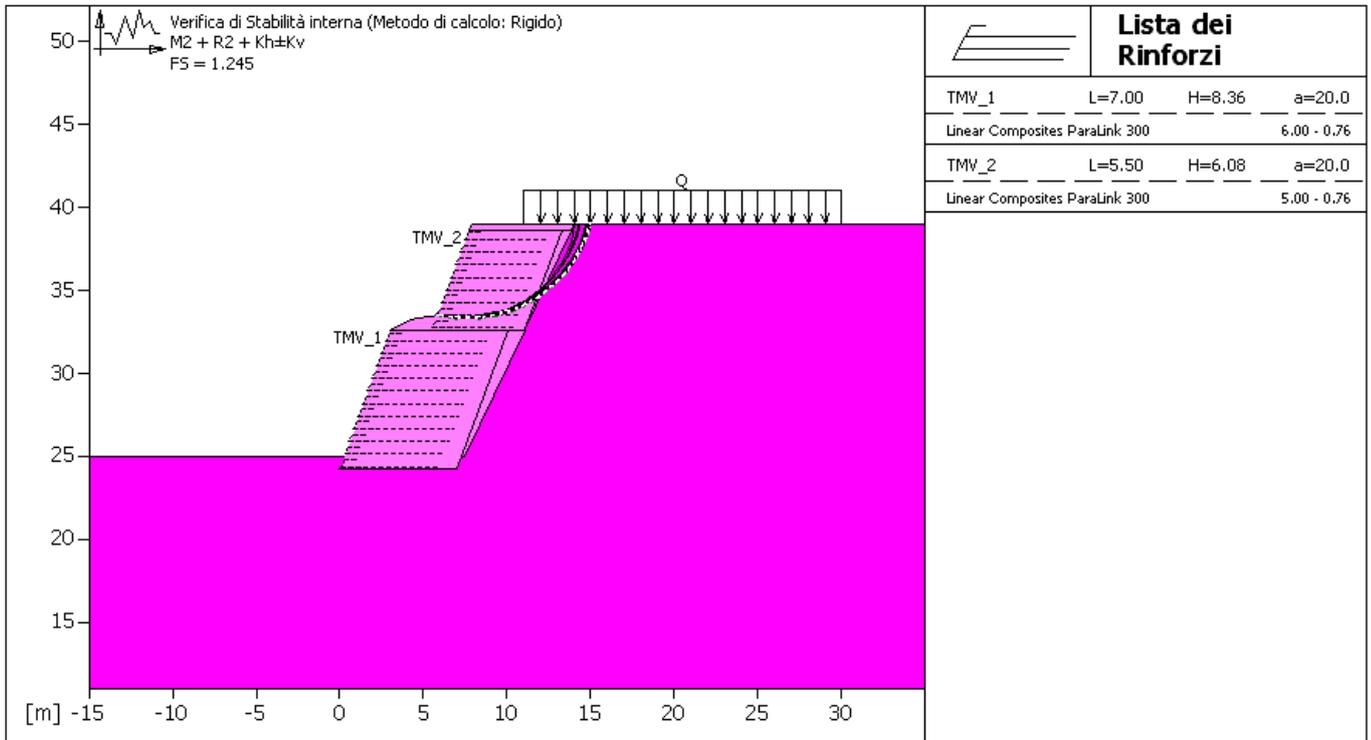
Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
1.52	0.637

 <b>MINISTERO DEI TRASPORTI E INFRASTRUTTURE</b>	D	A	1	8	1	1	T	0	0	M	U	0	0	S	T	R	R	E	0	0	2	A	Pag. n. 20
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev							

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 : Verifica di Stabilità in cond. Dinamiche - stabilità interna - TMV 2**



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.....: 1.245

**Intervallo di ricerca delle superfici**

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
TMV_2	Primo punto	Secondo punto
	8.00	15.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 1  
 Numero totale superfici di prova.....: 500  
 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