



ANAS S.p.A.

DIREZIONE CENTRALE PROGRAMMAZIONE PROGETTAZIONE

PA 12/09

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENO - NORD EUROPA

ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA - A19

S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001

Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

PROGETTO ESECUTIVO

Contraente Generale:



OPERE D'ARTE MINORI - TERRE RINFORZATE

TR.14 - Muro in terra rinforzata 61.95 mt da 19+156.30 a 19+220,30

Tabulato analisi delle verifiche

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

Codice Elaborato:

PA12_09 - E 0 5 1 | T R 2 2 1 | T R 1 4 7 | R H 0 4 6 A

Scala:

F							
E							
D							
C							
B							
A	Aprile 2011	EMISSIONE	L. BOCCUNI	A. TURSO	M. LITI	P. PAGLINI	
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO	
Responsabile del procedimento:		Ing. MAURIZIO AMMANNO					

Il Progettista:



Il Consulente Specialista:



Il Geologo:



Il Coordinatore per la sicurezza in fase di progetto:



Il Direttore dei lavori:



**S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"
AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO
ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001
Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19**

PROGETTO ESECUTIVO

OPERE D'ARTE MINORI
TERRE RINFORZATE
TR.14 - MURO IN TERRA RINFORZATA
TABULATO ANALISI DELLE VERIFICHE

INDICE

INDICE	2
1. PREMESSA	3
2. TABULATI DI CALCOLO	4
2.1. SISMICA	4
2.2. STATICA	10

<i>Cod. elab.:</i> 051TR221-TR14-7-RH-046_A	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - TERRE RINFORZATE	<i>Data:</i> Aprile 2011
<i>Nome file:</i> 051TR221-TR14-7-RH-046_A.docx	TR.14 - Muro in terra rinforzata 61.95 mt da 19+156.30 a 19+220.30 - Tabulato analisi delle verifiche	<i>Pagina</i> 2 di 15

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica è stata redatta nell'ambito del progetto esecutivo delle opere in terra rinforzata da realizzarsi lungo i tratti dell' "Ammodernamento ed adeguamento alla Cat. B D.M. 5/11/2001 della S.S. 640 Agrigento – Caltanissetta tratto dal Km 44+1000 allo svincolo con l'autostrada A19".

Di seguito si riportano i tabulati relativi alle analisi delle verifiche di stabilità delle sezioni più gravose in condizioni sismiche e statiche, così come indicato nella Relazione Generale di Calcolo, per la terra rinforzata TR.14 ubicata lungo l'asse principale in sinistra tra le progressive km 19+156.30 e km 19+220.30.

<i>Cod. elab.:</i> 051TR221-TR14-7-RH-046_A	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - TERRE RINFORZATE	<i>Data:</i> Aprile 2011
<i>Nome file:</i> 051TR221-TR14-7-RH-046_A.docx	TR.14 - Muro in terra rinforzata 61.95 mt da 19+156.30 a 19+220.30 - Tabulato analisi delle verifiche	<i>Pagina</i> 3 di 15

2. TABULATI DI CALCOLO

2.1. SISMICA

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : TN	Descrizione :
Classe coesione.....:	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....[kN/m ²].....:	21.00
Classe d'attrito.....:	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....[°].....:	14.90
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].....:	19.10
Peso specifico in falda.....[kN/m ³].....:	20.00
Modulo elastico.....[kN/m ²].....:	0.00
Coefficiente di Poisson.....:	0.30

Terreno : TS	Descrizione :
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.....[°].....:	35.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....:	0.00
Classe di peso.....:	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....[kN/m ³].....:	18.00
Peso specifico in falda.....[kN/m ³].....:	20.00
Modulo elastico.....[kN/m ²].....:	0.00
Coefficiente di Poisson.....:	0.30

Cod. elab.: 051TR221-TR14-7-RH-046_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - TERRE RINFORZATE	Data: Aprile 2011
Nome file: 051TR221-TR14-7-RH-046_A.docx	TR.14 - Muro in terra rinforzata 61.95 mt da 19+156.30 a 19+220.30 - Tabulato analisi delle verifiche	Pagina 4 di 15

PROGETTO ESECUTIVO

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: PC

Descrizione:

Terreno : TN

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	3.00	27.20	4.70	50.00	5.00		

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : TMV1

Dati principali[m].....: Larghezza.....= 5.00 Altezza.....= 4.38
 Coordinate Origine...[m].....: Ascissa.....= 14.70 Ordinata.....= 3.10
 Inclinazione paramento.....[°]...: 25.00

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

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73
 Lunghezza.....[m].....= 5.00
 Interasse.....[m].....= 0.73
 Risvolto.....[m].....= 0.65

Blocco : TMV2

Dati principali[m].....: Larghezza.....= 4.00 Altezza.....= 2.19
 Arretramento.....[m].....= 1.00 da TMV1
 Inclinazione paramento.....[°]...: 25.00

Cod. elab.: 051TR221-TR14-7-RH-046_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - TERRE RINFORZATE	Data: Aprile 2011
Nome file: 051TR221-TR14-7-RH-046_A.docx	TR.14 - Muro in terra rinforzata 61.95 mt da 19+156.30 a 19+220.30 - Tabulato analisi delle verifiche	Pagina 5 di 15

PROGETTO ESECUTIVO

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

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

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

Interasse.....[m].....= 0.73

Risvolto.....[m].....= 0.65

Profilo di ricopertura:

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]						
0.00	0.00	1.00	0.01	4.35	2.25	40.00	2.25

CARICHI

Sisma :

Classe : Sisma

Accelerazione [m/s²].....: Orizzontale.....= 0.25 Verticale.....= 0.13

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Carico di rottura Nominale.....[kN/m].....: 50.11

Rapporto di Scorrimento plastico.....: 2.00

Coefficiente di Scorrimento elastico.....[m³/kN].....: 1.10e-04

Rigidezza estensionale.....[kN/m].....: 500.00

Lunghezza minima di ancoraggio.....[m].....: 0.15

Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....: 1.44

Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....: 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....: 1.30

Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....: 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....: 1.30

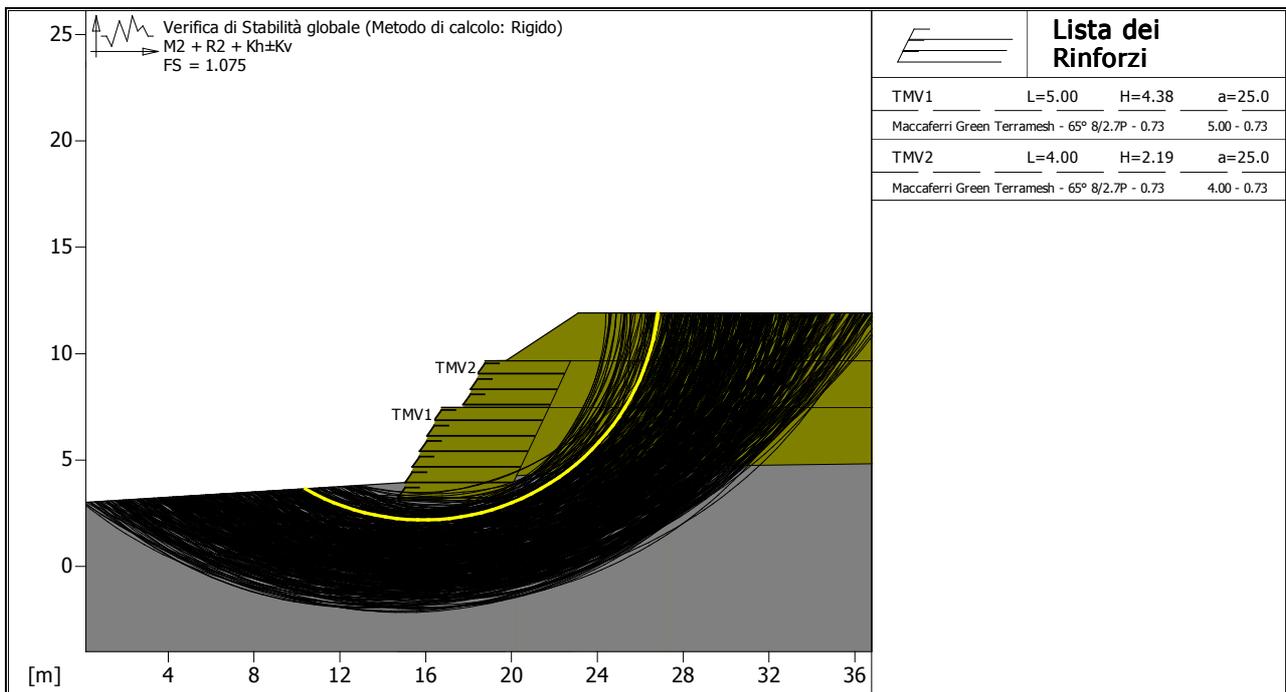
Coefficiente di sicurezza al Pull-out : 1.00

Cod. elab.: 051TR221-TR14-7-RH-046_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - TERRE RINFORZATE	Data: Aprile 2011
Nome file: 051TR221-TR14-7-RH-046_A.docx	TR.14 - Muro in terra rinforzata 61.95 mt da 19+156.30 a 19+220.30 - Tabulato analisi delle verifiche	Pagina 6 di 15

PROGETTO ESECUTIVO

Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....:	1.30
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



Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.075

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

13.00

24.00

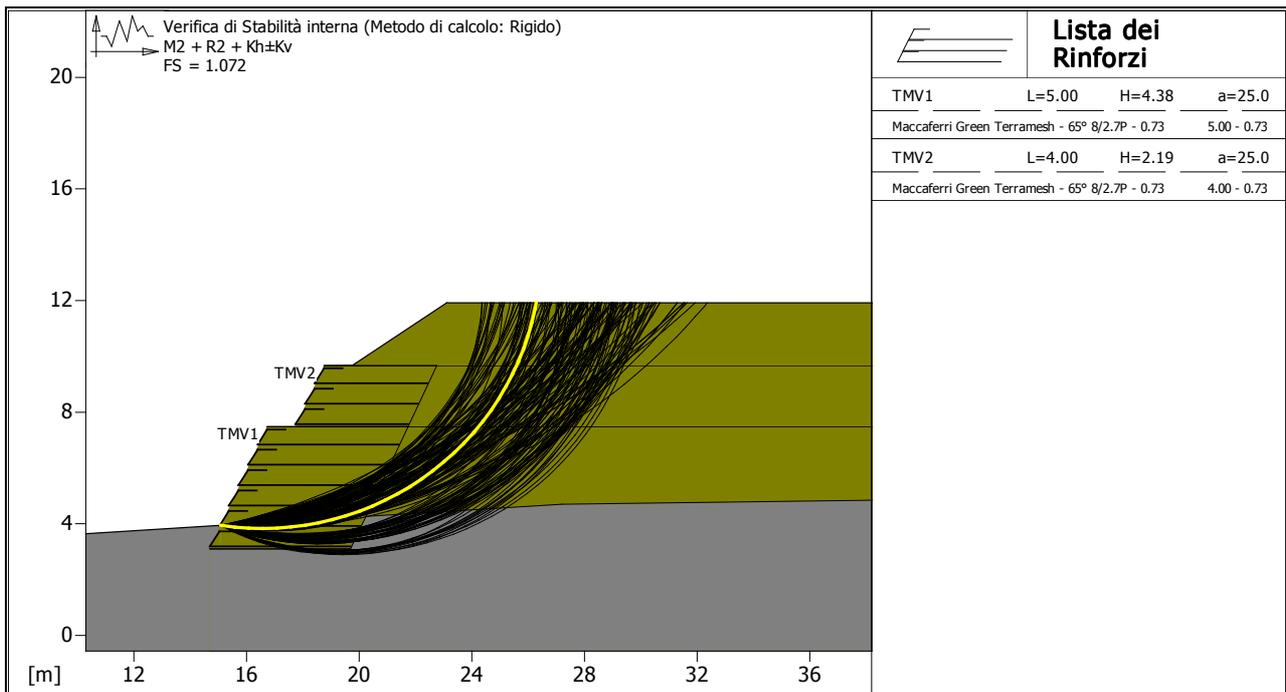
45.00

Cod. elab.: 051TR221-TR14-7-RH-046_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - TERRE RINFORZATE	Data: Aprile 2011
Nome file: 051TR221-TR14-7-RH-046_A.docx	TR.14 - Muro in terra rinforzata 61.95 mt da 19+156.30 a 19+220.30 - Tabulato analisi delle verifiche	Pagina 7 di 15

PROGETTO ESECUTIVO

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	200
Numero totale superfici di prova.....:	2000
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:	0.50
Angolo limite orario.....[°].....:	0.00
Angolo limite antiorario.....[°].....:	0.00

	Fattore	Classe
1.00	Sisma	
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio	
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace	
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata	
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 :

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Cod. elab.: 051TR221-TR14-7-RH-046_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - TERRE RINFORZATE	Data: Aprile 2011
Nome file: 051TR221-TR14-7-RH-046_A.docx	TR.14 - Muro in terra rinforzata 61.95 mt da 19+156.30 a 19+220.30 - Tabulato analisi delle verifiche	Pagina 8 di 15

PROGETTO ESECUTIVO

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.072

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
TMV1	Primo punto	Secondo punto
	23.00	40.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1	
Numero totale superfici di prova.....:	2000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:	0.50	
Angolo limite orario.....[°].....:	0.00	
Angolo limite antiorario.....[°].....:	0.00	

	Fattore	Classe
1.00	Sisma	
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio	
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace	
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata	
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	

Cod. elab.: 051TR221-TR14-7-RH-046_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - TERRE RINFORZATE	Data: Aprile 2011
Nome file: 051TR221-TR14-7-RH-046_A.docx	TR.14 - Muro in terra rinforzata 61.95 mt da 19+156.30 a 19+220.30 - Tabulato analisi delle verifiche	Pagina 9 di 15

2.2. STATICA

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : TN	Descrizione :
Classe coesione.....:	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....[kN/m ²].....:	21.00
Classe d'attrito.....:	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....[°].....:	14.90
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].....:	19.10
Peso specifico in falda.....[kN/m ³].....:	20.00
Modulo elastico.....[kN/m ²].....:	0.00
Coefficiente di Poisson.....:	0.30

Terreno : TS	Descrizione :
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.....[°].....:	35.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....:	0.00
Classe di peso.....:	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....[kN/m ³].....:	18.00
Peso specifico in falda.....[kN/m ³].....:	20.00
Modulo elastico.....[kN/m ²].....:	0.00
Coefficiente di Poisson.....:	0.30

Cod. elab.: 051TR221-TR14-7-RH-046_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - TERRE RINFORZATE	Data: Aprile 2011
Nome file: 051TR221-TR14-7-RH-046_A.docx	TR.14 - Muro in terra rinforzata 61.95 mt da 19+156.30 a 19+220.30 - Tabulato analisi delle verifiche	Pagina 10 di 15

PROGETTO ESECUTIVO

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: PC

Descrizione:

Terreno : TN

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	3.00	27.20	4.70	50.00	5.00		

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : TMV1

Dati principali[m].....: Larghezza.....= 5.00 Altezza.....= 4.38
 Coordinate Origine...[m].....: Ascissa.....= 14.70 Ordinata.....= 3.10
 Inclinazione paramento.....[°]...: 25.00

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

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73
 Lunghezza.....[m].....= 5.00
 Interasse.....[m].....= 0.73
 Risvolto.....[m].....= 0.65

Blocco : TMV2

Dati principali[m].....: Larghezza.....= 4.00 Altezza.....= 2.19
 Arretramento.....[m].....= 1.00 da TMV1
 Inclinazione paramento.....[°]...: 25.00

Cod. elab.: 051TR221-TR14-7-RH-046_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - TERRE RINFORZATE	Data: Aprile 2011
Nome file: 051TR221-TR14-7-RH-046_A.docx	TR.14 - Muro in terra rinforzata 61.95 mt da 19+156.30 a 19+220.30 - Tabulato analisi delle verifiche	Pagina 11 di 15

PROGETTO ESECUTIVO

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

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

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

Interasse.....[m].....= 0.73

Risvolto.....[m].....= 0.65

Profilo di ricopertura:

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]						
0.00	0.00	1.00	0.01	4.35	2.25	40.00	2.25

CARICHI

Pressione : CS Descrizione :

Classe : Permanente - favorevole

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

Ascissa.....[m] : Da = 24.00 To = 36.00

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Carico di rottura Nominale.....[kN/m].....: 50.11

Rapporto di Scorrimento plastico.....: 2.00

Coefficiente di Scorrimento elastico.....[m³/kN].....: 1.10e-04

Rigidezza estensionale.....[kN/m].....: 500.00

Lunghezza minima di ancoraggio.....[m].....: 0.15

Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....: 1.44

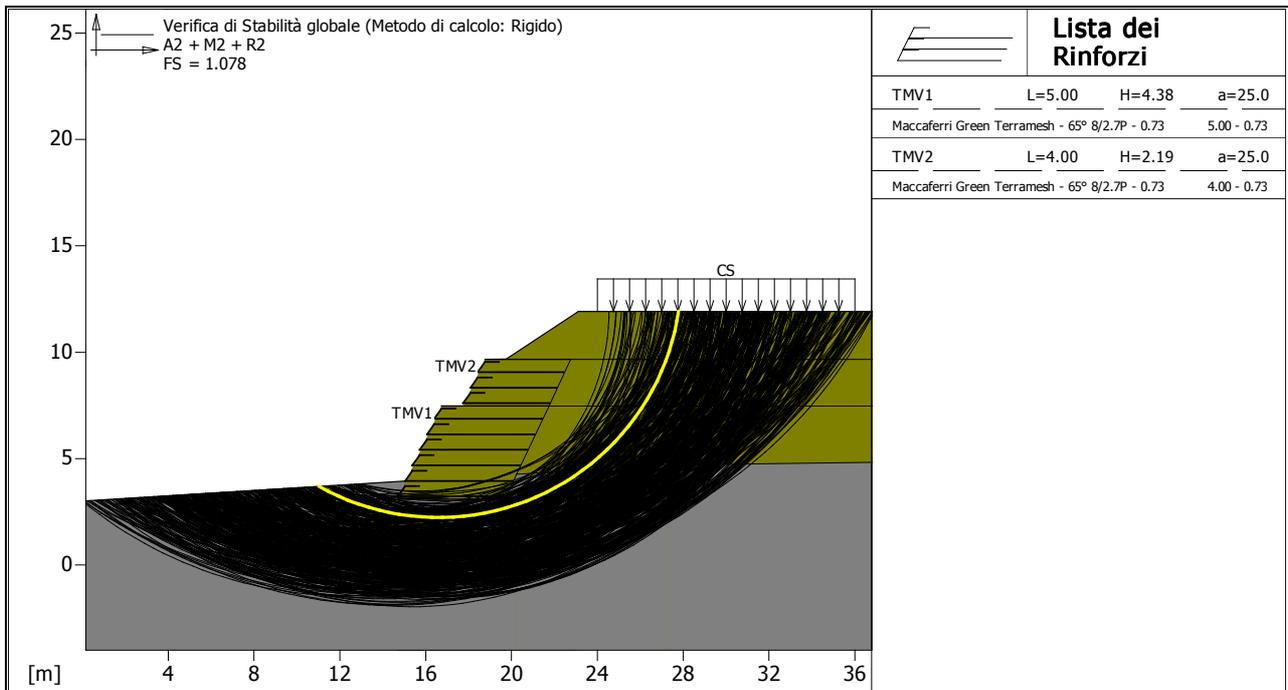
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....: 1.00

Cod. elab.: 051TR221-TR14-7-RH-046_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - TERRE RINFORZATE	Data: Aprile 2011
Nome file: 051TR221-TR14-7-RH-046_A.docx	TR.14 - Muro in terra rinforzata 61.95 mt da 19+156.30 a 19+220.30 - Tabulato analisi delle verifiche	Pagina 12 di 15

PROGETTO ESECUTIVO

Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....:	1.30
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



Verifica di stabilità globale :

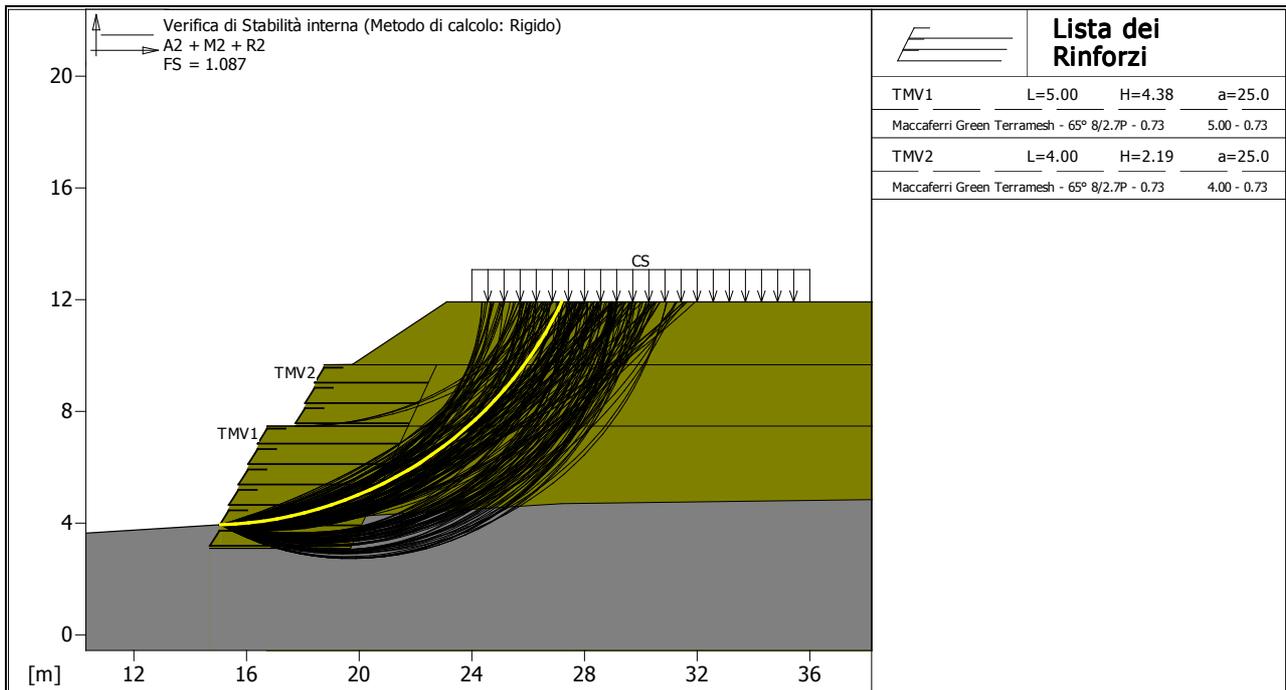
- Combinazione di carico : A2 + M2 + R2
- Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido
- Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop
- Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.078

Cod. elab.: 051TR221-TR14-7-RH-046_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - TERRE RINFORZATE	Data: Aprile 2011
Nome file: 051TR221-TR14-7-RH-046_A.docx	TR.14 - Muro in terra rinforzata 61.95 mt da 19+156.30 a 19+220.30 - Tabulato analisi delle verifiche	Pagina 13 di 15

PROGETTO ESECUTIVO

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	13.00	24.00	45.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		200	
Numero totale superfici di prova.....:		2000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario.....[°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario.....[°].....:		0.00	
1.00	Permanente – favorevole		
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio		
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace		
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata		
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 :

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Cod. elab.: 051TR221-TR14-7-RH-046_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - TERRE RINFORZATE	Data: Aprile 2011
Nome file: 051TR221-TR14-7-RH-046_A.docx	TR.14 - Muro in terra rinforzata 61.95 mt da 19+156.30 a 19+220.30 - Tabulato analisi delle verifiche	Pagina 14 di 15

PROGETTO ESECUTIVO

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.087

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
TMV1	Primo punto	Secondo punto
	23.00	40.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1	
Numero totale superfici di prova.....:	2000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:	0.50	
Angolo limite orario.....[°].....:	0.00	
Angolo limite antiorario.....[°].....:	0.00	

Blocco : TMV1

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
1.46	0.768

	Fattore	Classe
1.00	Permanente - favorevole	
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio	
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace	
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata	
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	

Cod. elab.: 051TR221-TR14-7-RH-046_A	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - TERRE RINFORZATE	Data: Aprile 2011
Nome file: 051TR221-TR14-7-RH-046_A.docx	TR.14 - Muro in terra rinforzata 61.95 mt da 19+156.30 a 19+220.30 - Tabulato analisi delle verifiche	Pagina 15 di 15