

COMUNE DI PALERMO
Settore Centro Storico



COMUNE DI PALERMO
Settore Città Storica

Vista la verifica del 21 giugno 2013, si esprime **Parere Tecnico favorevole**, ai sensi dell'art. 5 comma 3 della L.R. 12/2011, con contestuale atto n. 18/2013/CS del 20 dicembre 2013.

Il R.U.P.
Ing. Tonino Martelli

20 DIC. 2013

Visto il Parere Tecnico n. 18/2013/CS del 20/12/ 2013, si **valida il lotto A** del progetto esecutivo ai sensi dell'art. 55 del DPR 207/2010 con contestuale atto n. 04/2013/CS del 20/12/2013.

Il R.U.P.
Ing. Tonino Martelli

20 DIC. 2013

INTERVENTI URGENTI PER LA MESSA IN SICUREZZA E IL MIGLIORAMENTO STATICO DEL COMPLESSO MONUMENTALE DELLO SPASIMO

PROGETTO ESECUTIVO

TAV.	5
ALL.	3
DATA	Giugno-12

ELABORATO
Relazione di calcolo: "Zona A"
Navata dx sistema terre armate scarpata terrapieno

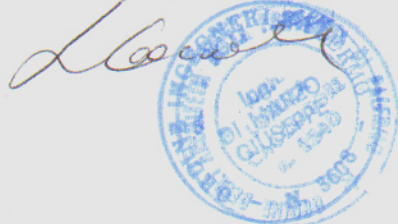
SCALA	

I PROGETTISTI

Ing. Giuseppe Di Marzo



Arch. Lorella Cacciatore



IL R.U.P.

Ing. Tonino Martelli

Visto:

Il Dirigente Servizio II OO.PP.

SOMMARIO

1.0	INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO DEL TERRAPIENO CON IL SISTEMA DELLE TERRE ARMATE	2
1.1	PARAMETRI DI VERIFICA.....	3
1.1.1.	PARAMETRI DEL TERRENO	3
1.2	VERIFICHE DI STABILITA'	4
1.3	NOTE GENERALI	4
1.4	SEZIONI TIPOLOGICHE	4
2	VERIFICA SISMICA NEGATIVA	5
3	VERIFICA SISMICA POSITIVA	9
4	VERIFICA STATICA.....	13

1.0 INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO DEL TERRAPIENO CON IL SISTEMA DELLE TERRE ARMATE

La presente relazione tratta dei calcoli effettuati per l'intervento al consolidamento del terrapieno adiacente alla struttura della Chiesa conseguente all'arretramento dalle mura perimetrali della navata dx. Il consolidamento consiste nell'inserimento di un sistema realizzato mediante elementi in rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10, tessuta con filo d'acciaio protetto con lega eutettica ZN-AL 5%, con ulteriore rivestimento plastico in PVC.

Gli elementi sono forniti già predisposti a misura senza richiedere ulteriori tagli in cantiere. I bordi della rete sono costituiti da filo uguale alle barrette di rinforzo. Il paramento esterno è dotato di un ulteriore pannello di rinforzo in rete elettrosaldata con maglie differenziate e filo diametro 8 mm. Gli elementi sono provvisti di un ritentore di fini collegato alla rete in fase di produzione 2 staffe triangolari collegate alla struttura e 4 tiranti in acciaio di diametro 8 mm, ad estremità uncinati, che debbono essere utilizzati in cantiere per ottenere l'inclinazione richiesta del paramento esterno. Gli elementi sono provvisti di un tessuto in polipropilene a maglia in catena con inserzione di trama, questo geocomposito per drenaggio planare ottenuto da accoppiamento per termosaldatura continua di anima drenante in monofilamenti polimerici estrusi (GMA), sagomata secondo un profilo a "W" a canali paralleli, a due strati in geotessile (GTX) aventi funzione di separazione, filtrazione e protezione.

Il sistema è predisposto per l'inerbimento finale restando tutta la struttura tridimensionale totalmente occultata.

In seguito alla vostra richiesta riguardo al consolidamento del terrapieno adiacente alla struttura della Chiesa di S. Maria dello Spasimo e come per disegni da voi mandati (Sezioni.dwg), e' stata eseguita una verifica preliminare del muro in terra rinforzata tipo Terramesh Verde (di seguito chiamato TMV).

La relazione si compone dei seguenti paragrafi:

1.1. PARAMETRI DI VERIFICA

1.2. VERIFICHE DI STABILITA'

1.3. NOTE GENERALI

1.4. SEZIONI TIPOLOGICHE

La verifica e' stata effettuata per la sezione piu' gravosa.

1.1 PARAMETRI DI VERIFICA

1.1.1. PARAMETRI DEL TERRENO

I parametri del terreno sono stati assunti da quanto desunto dalle analisi di laboratorio condotte dalla GEOCIMA di Cibella Carlo & C. snc sul campione prelevato dal terrapieno nel mese di gennaio 2012 e per come segue:

Strato di fondazione/superficiale:

Angolo di attrito (ϕ')	= 26 °
Coesione (c')	= 15(*) kN/m ²
Densità (γ)	= 17.61 kN/m ³

Terreno strutturale (blocco rinforzato):

Angolo di attrito (ϕ')	= 35 °
Coesione (c')	= 0 kN/m ²
Densità (γ)	= 19 kN/m ³

(*) Valore leggermente decurtato a favore di sicurezza.

1.1.2. Carichi

Un carico stradale di 5 KPa che tiene conto del passaggio dei mezzi e' stato considerato, di questo per la verifica sismica se ne considera solo il 20% .

I coefficienti di intensità sismica sono stati assunti pari a:

$K_h = 0.07$ (zona sismica II categoria)

$K_v = 0.5 K_h = 0.035$

1.1.3. Superficie freatica

Nessuna superficie freatica e' stata considerata.

1.2 VERIFICHE DI STABILITA'

1.2.1. Verifiche dei muri in Terra rinforzata, per le verifiche vedere gli allegati:

- A-Sisma positivo.doc
- B-Sisma negativo.doc
- C-Statica.doc

Le verifiche di stabilità dei muri in terra rinforzata sono state effettuate utilizzando il software MAC.ST.A.R.S W che tiene conto della nuova normativa quale "Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008".

1.3 NOTE GENERALI

- Il terreno strutturale di riempimento del blocco rinforzato avrà le caratteristiche tecniche come illustrato nel paragrafo 2.1.
- Per garantire la stabilità nel tempo dell'opera, la profondità di fondazione del muro in Terra rinforzata sarà di minimo 0.5m.
- L'installazione dei muri in terra rinforzata dovrà essere eseguita utilizzando le specifiche di installazione della ditta fornitrice.
- La costruzione dei muri in terra rinforzata potrebbe richiedere opera temporanee di scavo dei pendii esistenti. La stabilità di tali opere sono da ritenersi responsabilità esclusiva dell'impresa di costruzione addetta ai lavori.
- E' da notare che il software Macstars W e' stato elaborato tenendo conto delle caratteristiche fisiche del materiale comunemente utilizzato per queste realizzazioni per cui i risultati non sono attendibili per materiali di tipo diverso.

1.4 SEZIONI TIPOLOGICHE

In allegato i file relativi alla sezione tipologica e ai dettagli costruttivi :

- Tav. 5.3.1 Interventi strutturali "Zona A" sistema terre armate.

Verifiche condotte in accordo alla normativa :

Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008, Verifiche nei confronti dello SLU

2 VERIFICA SISMICA NEGATIVA

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : TF Descrizione : Terreno di fondazione/tergo
 Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione.....[kN/m²].....: 15.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 26.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 17.61
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 17.61

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

Terreno : TS Descrizione : Terreno Strutturale
 Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione.....[kN/m²].....: 0.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 19.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 19.00

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

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: SF Descrizione: Strato di fondazione
 Terreno : TF

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	10.00	14.00	10.00	30.00	10.00		

Strato: SS Descrizione: Strato superiore
 Terreno : TF

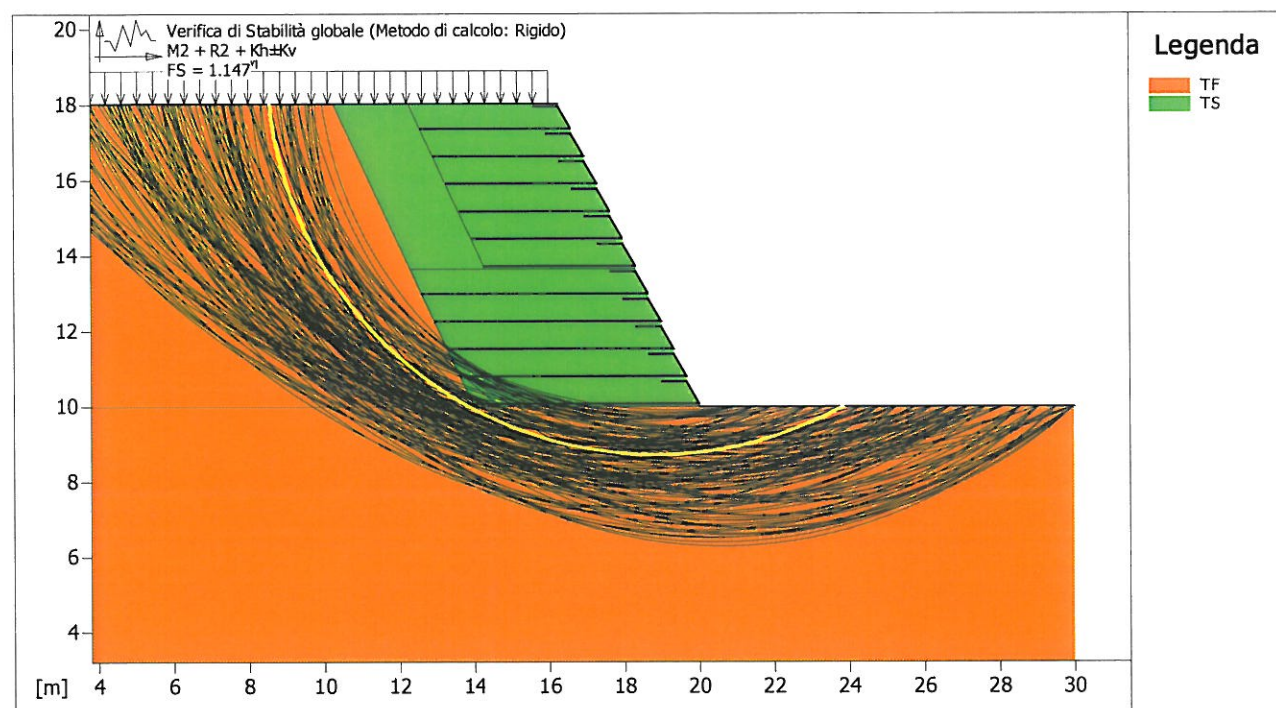
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	18.03	10.25	18.03	14.00	10.00		

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : TMV1
 Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 6.00 Altezza.....= 3.65
 Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 20.00 Ordinata.....= 10.00
 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.....: TF

VERIFICHE



Verifica di stabilità globale :

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

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

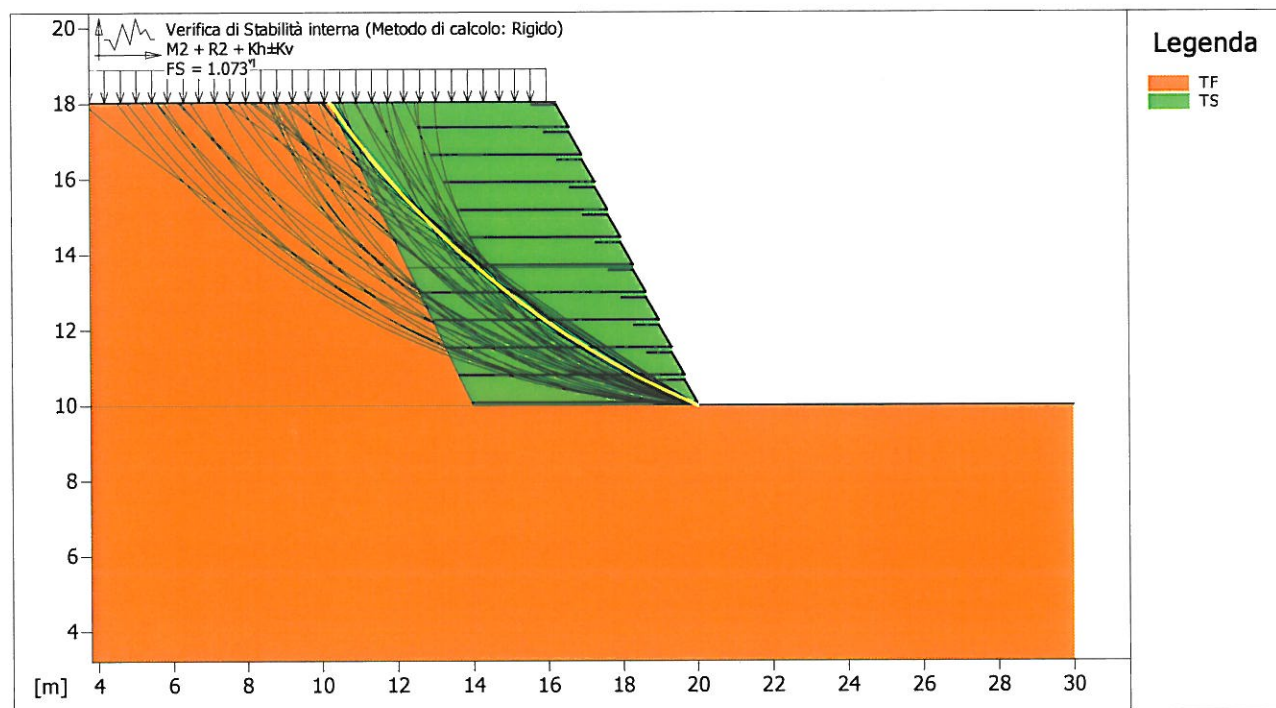
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato : 1.147

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	10.00	21.00	30.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....		20	
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	Permanente - 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 - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità interna :

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

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato : 1.073

Blocco	Intervallo di ricerca delle superfici	
	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
TMV1	Primo punto	Secondo punto
	0.00	16.00
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 : TMV1
 Maccaferri - Green Terramesh - $65^\circ - 8/2.7P - 0.73$

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
0.73	0.768
1.46	0.768
2.19	0.768
2.92	0.768

Fattore	Classe
1.00	Permanente - 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 - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità

3 VERIFICA SISMICA POSITIVA

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : TF Descrizione : Terreno di fondazione/tergo
 Classe coesione : Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione [kN/m²] : 15.00
 Classe d'attrito : Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
 Angolo d'attrito [°] : 26.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru) : 0.00
 Classe di peso : Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
 Peso specifico sopra falda [kN/m³] : 17.61
 Peso specifico in falda [kN/m³] : 17.61
 Modulo elastico [kN/m²] : 0.00
 Coefficiente di Poisson : 0.30

Terreno : TS Descrizione : Terreno Strutturale
 Classe coesione : Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione [kN/m²] : 0.00
 Classe d'attrito : Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
 Angolo d'attrito [°] : 35.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru) : 0.00
 Classe di peso : Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
 Peso specifico sopra falda [kN/m³] : 19.00
 Peso specifico in falda [kN/m³] : 19.00
 Modulo elastico [kN/m²] : 0.00
 Coefficiente di Poisson : 0.30

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: SF Descrizione: Strato di fondazione
 Terreno : TF

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	10.00	14.00	10.00	30.00	10.00		

Strato: SS Descrizione: Strato superiore
 Terreno : TF

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	18.03	10.25	18.03	14.00	10.00		

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : TMV1
 Dati principali [m] : Larghezza = 6.00 Altezza = 3.65
 Coordinate Origine [m] : Ascissa = 20.00 Ordinata = 10.00
 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 : TF

Rinforzi :

- Green - 65° - 8/2.7P - 0.73

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

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

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

Blocco : TMV2

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 4.00 Altezza.....= 4.38

Arretramento.....[m].....= 0.00 da TMV1

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.....: TF

Rinforzi :

- Green - 65° - 8/2.7P - 0.73

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

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

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

CARICHI**Pressione : CM**

Descrizione : Carico mezzi (20% di 5 KPa)

Classe : Permanente - sfavorevole

Intensità.....[kN/m²]...= 1.00 Inclinazione.....[°]...= 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 0.00 To = 16.00

Sisma :

Classe : Sisma

Accelerazione.....[m/s²].....: Orizzontale.....= 0.69 Verticale.....= 0.34**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

- Green - 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

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

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

Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo.....: 0.30

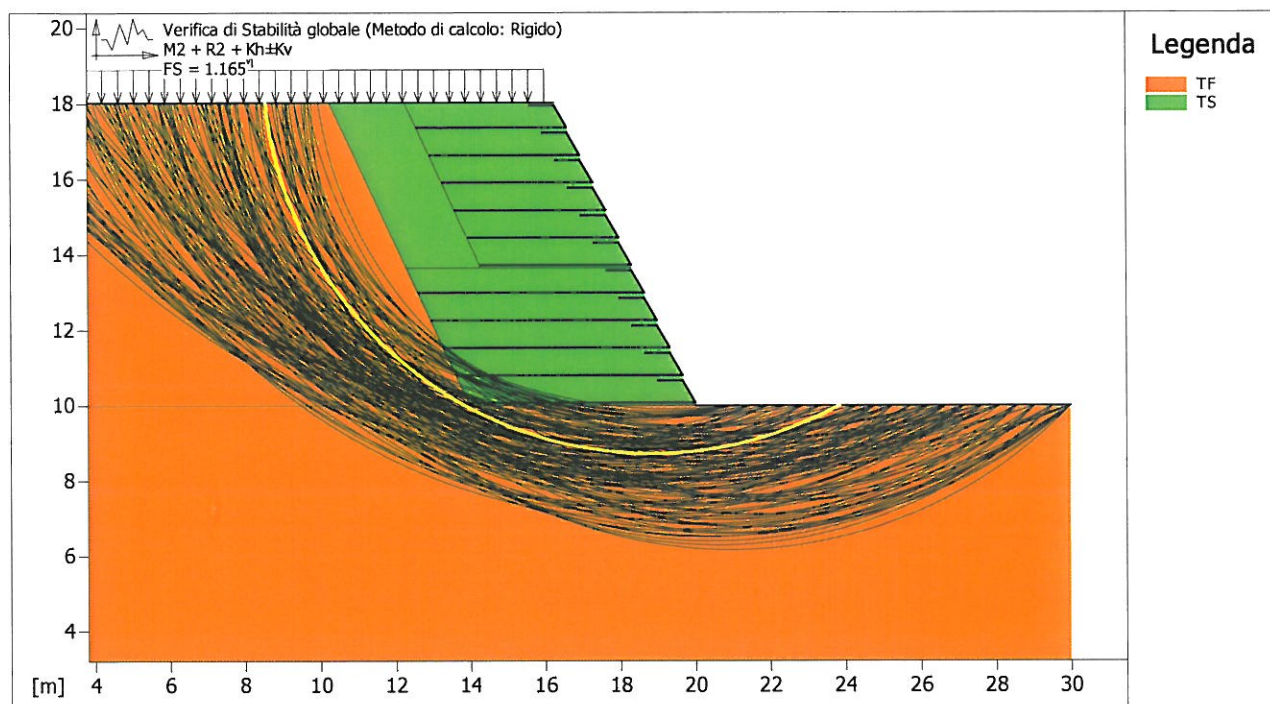
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....: 0.90

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 : $M2 + R2 + Kh \pm Kv$

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

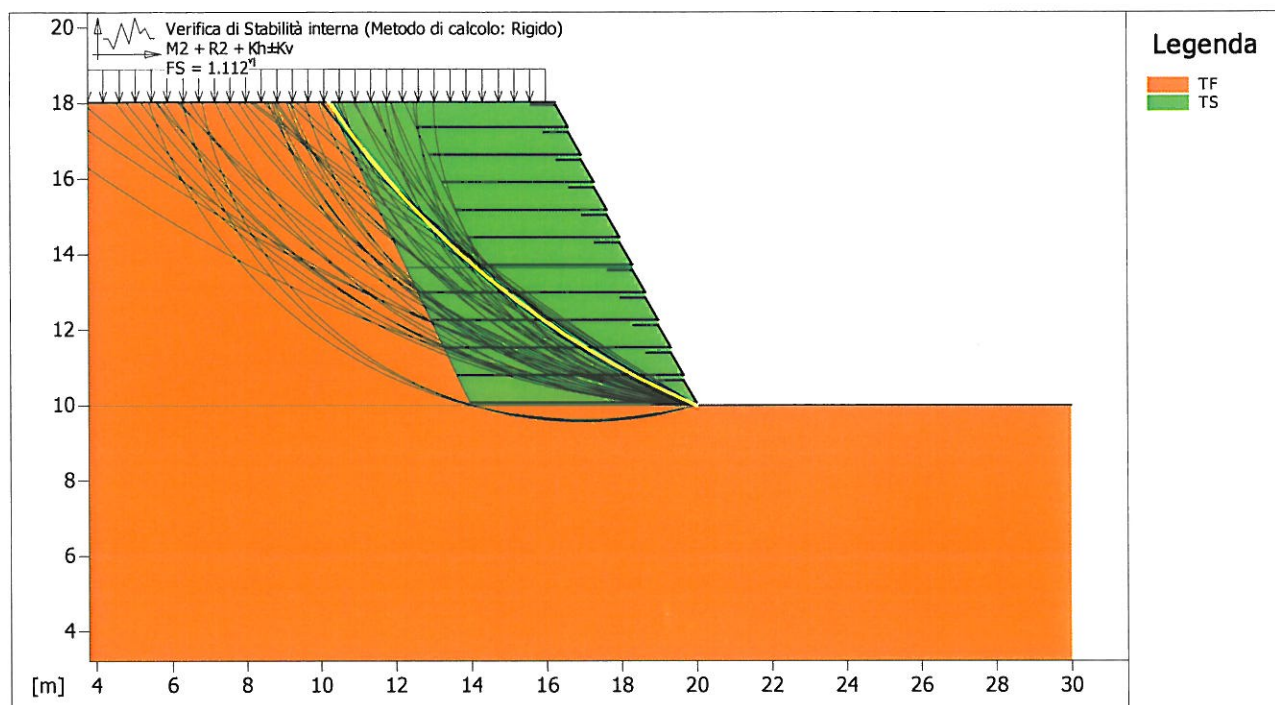
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.165

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	10.00	21.00	30.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		20	
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	Permanente - 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 - sfavorevole
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

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.112

Blocco TMV1	Intervallo di ricerca delle superfici	
	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto	Secondo punto
	0.00	16.00
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 : TMV1	
Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73	
Rapporto forza/resistenza nei rinforzi	
Y [m]	Fmax
0.73	0.768
1.46	0.768
2.19	0.768
2.92	0.768

Fattore	Classe
1.00	Permanente - 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 - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R – Stabilità

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : TF Descrizione : Terreno di fondazione/tergo
 Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione.....[kN/m²].....: 15.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 26.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 17.61
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 17.61
 Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

Terreno : TS Descrizione : Terreno Strutturale
 Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione.....[kN/m²].....: 0.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 19.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 19.00
 Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: SF Descrizione: Strato di fondazione
 Terreno : TF

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	10.00	14.00	10.00	30.00	10.00		

Strato: SS Descrizione: Strato superiore
 Terreno : TF

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	18.03	10.25	18.03	14.00	10.00		

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : TMV1
 Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 6.00 Altezza.....= 3.65
 Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 20.00 Ordinata.....= 10.00
 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.....: TF

Rinforzi :

- Green - 65° - 8/2.7P - 0.73

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

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

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

Blocco : TMV2

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 4.00 Altezza.....= 4.38

Arretramento.....[m].....= 0.00 da TMV1

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.....: TF

Rinforzi :

- Green - 65° - 8/2.7P - 0.73

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

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

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

CARICHI**Pressione : CM**

Descrizione : Carico mezzi

Classe : Permanente - sfavorevole

Intensità.....[kN/m²].....= 5.00 Inclinazione.....[°].....= 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 0.00 To = 16.00

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Green - 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

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

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

Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo.....: 0.30

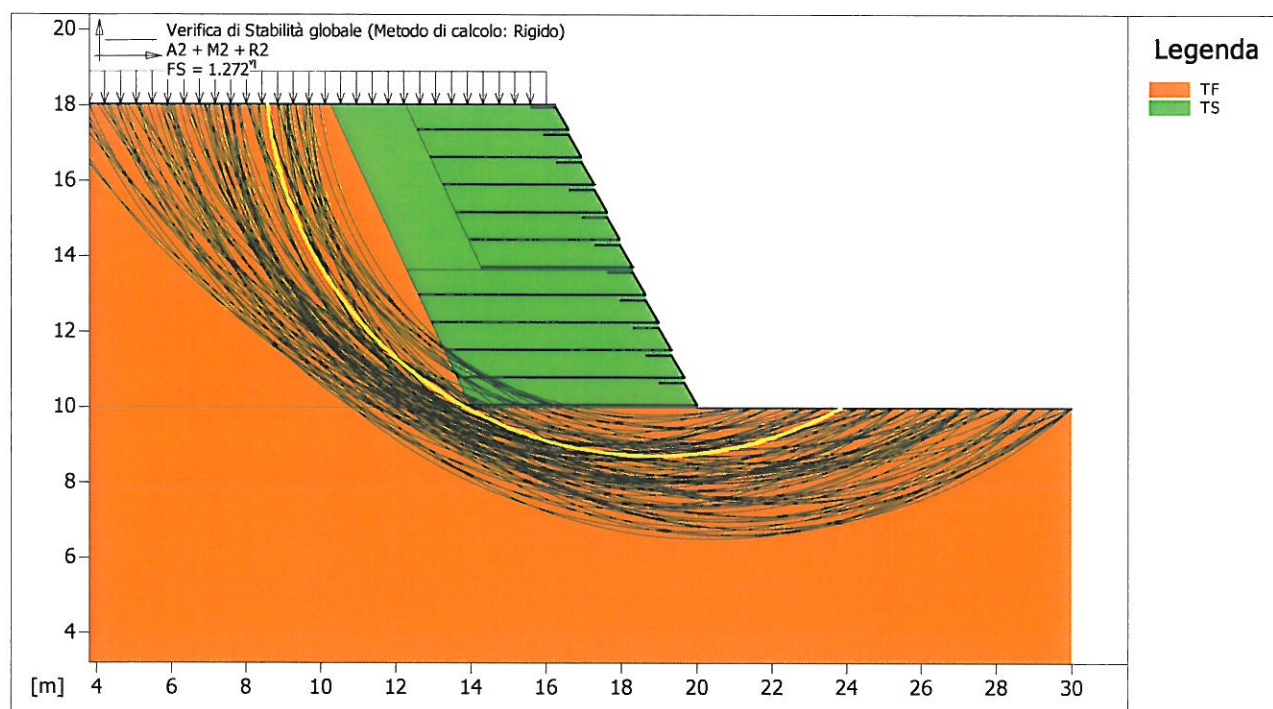
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....: 0.90

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

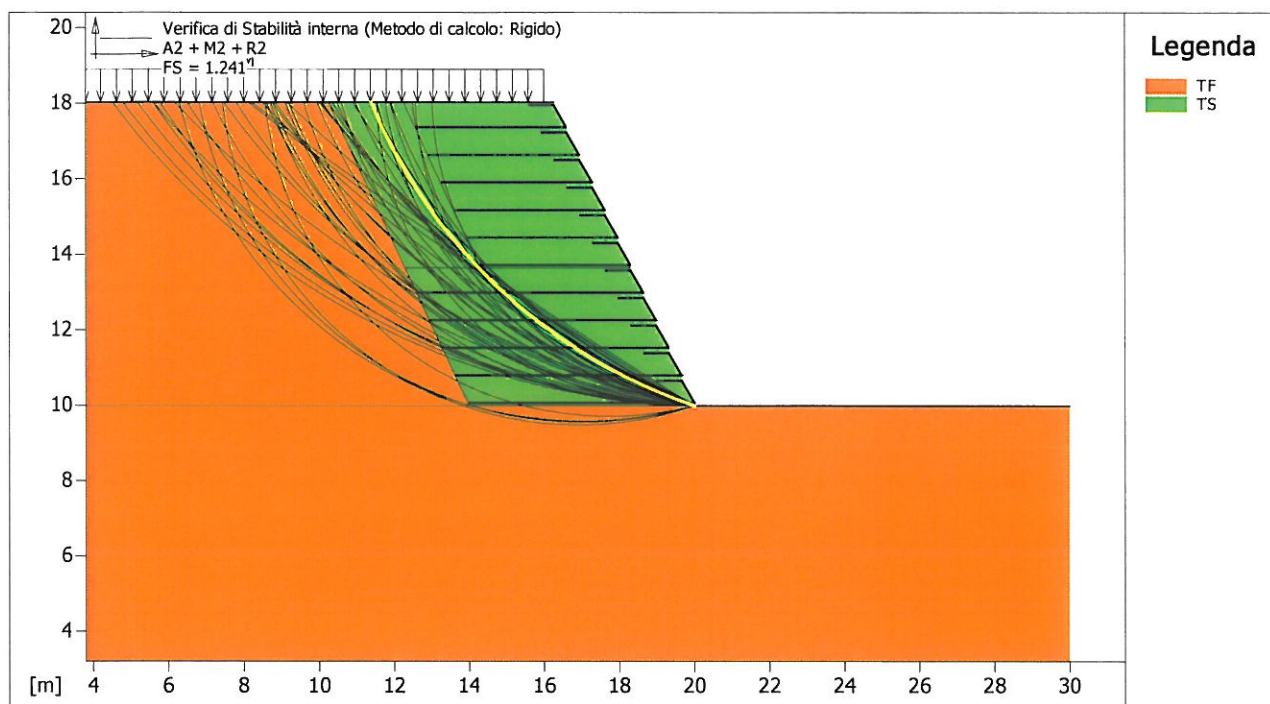
Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.272

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	10.00	21.00	30.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 20
 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	Permanente - 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 - sfavorevole
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

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.241

Blocco	Intervallo di ricerca delle superfici	
	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
TMV1	Primo punto	Secondo punto
	0.00	16.00
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 : TMV1
 - Green - 65° - 8/2.7P - 0.73
 Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
0.73	0.768
1.46	0.768
2.19	0.768
2.92	0.768

Fattore	Classe
1.00	Permanente - 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 - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



geocima

di Cibella Carlo & C. s.n.c.



Laboratorio di Geologia Tecnica

Prove di Laboratorio

COMUNE DI PALERMO

**Interventi urgenti di messa in sicurezza del complesso
monumentale dello Spasimo**

COMMITTENTE: *Studio Tecnico Associato-Consulenza & Progettaz.*
Arch. L. Cacciatore - Ing. G. Di Marzo

1 Febbraio 2012

Il Direttore Tecnico
Dott. Geol. Carlo Cibella



GEOCIMA s.n.c. - Laboratorio di Geologia Tecnica - Via G. Sciuti 87/c - 90144 - Palermo

Sede operativa: Via Borremans, 36 - Palermo -

Tel/Fax 0916824940 – Email: geocimasnc@tiscali.it - P.I. 04405870827

Concessione n° 0005593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto del
Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti per prove sui terreni (settore A)

Nel mese di Gennaio dell'anno 2012 è pervenuto al laboratorio un campione indisturbato contenuto in fustella metallica ermeticamente sigillata.

Dietro indicazione del committente sono state effettuate le seguenti analisi e le prove di laboratorio necessarie per definire sia i parametri fisici che meccanici:

- Descrizione macroscopica del campione;
 - Determinazione del contenuto d'acqua naturale per essiccamento in stufa;
 - Determinazione del Peso dell'Unità di Volume mediante fustella tarata di diametro pari a 38 mm;
 - Prova di taglio diretto del tipo consolidata drenata (CD).
-
- La determinazione del contenuto d'acqua (**W_n**) è stata realizzata secondo una media effettuata su tre prove, sottoponendo una quantità nota del campione ad essiccamento in stufa a 105°.

La normativa di riferimento è la ASTM D-2216 e CNR-UNI 10008.

- Il Peso di Volume (**γ**) è stato calcolato mediante una fustella di acciaio a volume noto, secondo una media effettuata su tre prove.

La normativa di riferimento è la BS 1377: 1990

- La prova di taglio è stata realizzata con l'apparecchio di Casagrande su tre provini quadrati aventi altezza di 2 cm e diametro di 6 cm; la fase di consolidazione si è protratta per 24 h, sino al raggiungimento della consolidazione secondaria.

La velocità di rottura è stata scelta tenendo conto del tempo di consolidazione del materiale di prova; sono stati analizzati i tempi relativi al 50% ed al 100% della consolidazione, valori che hanno permesso di risalire alla velocità necessaria per raggiungere la rottura utilizzando le formule proposte da Bowles (1970), Ladd (1971) e Gibson ed Henkel (1954).

I carichi applicati durante la fase di consolidazione sono stati compresi tra circa 100 e circa 300 KN/m² (= tra circa 1 e 3 Kg/cm²).

La normativa di riferimento è la ASTM D 3080-72.

Nelle pagine seguenti sono stati riportati i seguenti elaborati:

- Tabella riepilogativa delle prove effettuate;
- Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche fisiche dei campioni ottenute tramite le prove richieste;
- Certificati delle singole prove ed analisi.

Palermo, 1 Febbraio 2012

Il Direttore Tecnico del Laboratorio



ELENCO DELLA SIMBOLOGIA UTILIZZATA

DESCRIZIONE	SIMBOLO	UNITA' di MISURA
Peso specifico	γ_s	KN/m^3
Peso dell'Unità di Volume	γ	KN/m^3
Peso dell'Unità di Volume all'inizio della prova	γ_i	KN/m^3
Peso dell'Unità di Volume alla fine della prova	γ_f	KN/m^3
Peso secco dell'unità di volume	γ_d	KN/m^3
Contenuto naturale d'acqua	W_n	%
Contenuto naturale d'acqua all'inizio della prova	W_i	%
Contenuto naturale d'acqua alla fine della prova	W_f	%
Limite di Liquidità	W_l	%
Limite di Plasticità	W_p	%
Indice di Plasticità	I_p	%
Indice di Consistenza	I_c	-
Indice dei vuoti	e	-
Indice dei vuoti all'inizio della prova	e₀	-
Porosità	n	%
Coefficiente di saturazione	S	%
Coesione drenata	c'	KN/m^2
Coesione non drenata	C_u	KN/m^2
Angolo di attrito interno in condizioni drenate	ϕ'	Gradi
Angolo di attrito interno in condizioni non drenate	ϕ_u	Gradi
Tensione tangenziale	τ	KN/m^2
Tensione normale	σ	KN/m^2
Deformazione orizzontale	$\varepsilon - \delta$	% - mm
Resistenza a compressione non confinata	Q_{max}	KN/m^2
Indice di resistenza normalizzato	I_s (50)	KN/m^2
Modulo edometrico	E_d	KN/m^2
Indice di compressibilità	A_v	m^2/KN
Coefficiente di compressibilità di volume	M_v	m^2/KN
Coefficiente di consolidazione	C_v	m^2/KN
Coefficiente di permeabilità	K	cm/sec

GEOCIMA di Cibella Carlo e C. s.n.c.



geocima

Laboratorio di analisi geotecniche
Concessione N° 0005593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale: Via G. Sciuti 87 C - 90144 Palermo - P.IVA 04405870827
Sede operativa: Via Borremans 36. - 90145 - Palermo
Tel/Fax: 0916824940 - email: geocimasnc@tiscali.it



CQS01007IT

ELENCO DELLE PROVE ESEGUITE

COMMITTENTE: Studio Tecnico Associato-Consulenza & Progettaz. Arch. L. Cacciatore - Ing. G. Di Marzo

LOCALITA': Comune di Palermo

PROGETTO: Interventi urgenti di messa in sicurezza del complesso monumentale dello Spasimo

DATA RICEV. CAMPIONI: 26/01/2012

DATA EMISS. CERTIF.: 1/02/2012

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROF. (m)	Descrizione	γ	γ_s	W_n	W1-Wp	Analisi granul.	permeabilità a carico variabile	Taglio CD	Prova di taglio Residuo	Compressione Edometrica	Compressione Triassiale	E.L.L.
S1	C1		*	*		*				*				

GEOCIMA di Cibella Carlo e C. s.n.c.

Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N° 000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale: Via G. Sciuli 87 C - 90144 Palermo - P.IVA 04405870827
Sede operativa: Via Borremans 36, - 90145 - Palermo
Tel/Fax: 0916824940 - email: geocimasnc@tiscali.it



geocima



CQS01007IT

COMMITTENTE : Studio Tecnico Associato-Consulenza & Progettaz. Arch. L. Cacciatore - Ing. G. Di Marzo
LOCALITA' : Comune di Palermo
PROGETTO : Interventi urgenti di messa in sicurezza del complesso monumentale dello Spasimo
Data ricevimento camp: 26/1/12 Data emissione certificati: 1/2/12

RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE FISICHE

CAMPIONE	PROF. (m)	γ KN/m ³	γ_s KN/m ³	γ_d KN/m ³	Wn %	Wl %	Wp %	S %	n %
S1C1		17.61			11.39				



Certificato n° 3219 del 01/02/12 Pag 1/2

COMMITTENTE : Studio Tecnico Associato-Consulenza & Progettaz. Arch. L. Cacciatore - Ing. G. Di Marzo
LOCALITA' : Comune di Palermo
PROGETTO : Interventi urgenti di messa in sicurezza del complesso monumentale dello Spasimo
SONDAGGIO : S1 CAMPIONE : C1 PROFONDITA' : -

Data ricevimento camp: 26/1/12

Data esecuz. prova : 26/1/12

DATI DICHIARATI

Attrezzatura di prelievo	<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input checked="" type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
	<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input type="checkbox"/> Carotiere rotativo	
Modalità di prelievo	<input type="checkbox"/> Percussione	<input checked="" type="checkbox"/> Pressione	<input type="checkbox"/> Rotopressione

VERIFICA CAMPIONI

Contenitore del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input type="checkbox"/> Sacchetto		
Forma del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Cilindrica	<input type="checkbox"/> Cubica	<input type="checkbox"/> Informe
Condizioni del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive
Tipo di campione	<input checked="" type="checkbox"/> Indisturbato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato a disturbo limitato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato
	<input type="checkbox"/> Incoerente	<input checked="" type="checkbox"/> Pseudocoerente	<input type="checkbox"/> Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 3219 del 01/02/12 Pag. 2/2

COMMITTENTE : Studio Tecnico Associato-Consulenza & Progettaz. Arch. L. Cacciatore - Ing. G. Di Marzo
LOCALITA' : Comune di Palermo
PROGETTO : Interventi urgenti di messa in sicurezza del complesso monumentale dello Spasimo
SONDAGGIO : SI CAMPIONE : C1 PROFONDITA' : -

Data ricevimento camp: 26/1/12

Data esecuz. prova : 26/01/2012

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Normativa di riferimento: ASTM D 2487-06, ASTM D 2488-00; Raccomandazioni AGI 1977

		Pocket Penetrometer Test	Vane Test	DESCRIZIONE
ALTO	Ident.	KN/m ²	KN/m ²	Terreno di riporto costituito da limi sabbiosi di colore rossastro addensati ma friabili, contenenti diffusi elementi lapidei di natura calcarea e sfrabbricidi.
	T1			
	T2			
	T3			
BASSO				

0 cm
25 cm

Ident.: Identificazione del campione
T1: Prova di taglio diretto CD

Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio



Certificato n° 3220 del 01/02/12 Pag 1/1

COMMITTENTE : Studio Tecnico Associato-Consulenza & Progettaz. Arch. L. Cacciatore - Ing. G. Di Marzo

LOCALITA' : Comune di Palermo

PROGETTO : Interventi urgenti di messa in sicurezza del complesso monumentale dello Spasimo

SONDAGGIO : S1 CAMPIONE : C1 PROFONDITA' : -

Data ricevimento camp. 26/1/12 Data esecuz. prova : 30/1/12

DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Normativa di riferimento: BS 1377-90

	Tara (mmN)	Volume fustella (cm ³)	Peso umido lordo (mmN)
Campione 1	815.52	59.23	1941.52
Campione 2	815.52	59.23	1840.32
Campione 3	815.52	59.23	1794.52

	KN/m ³
γ_1	19.011
γ_2	17.302
γ_3	16.529

 γ medio: 17.614 KN/m³

DETERMINAZ. DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA

Normativa di riferimento: ASTM D 2216-05; CNR-UNI 10008:1963;
UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005

Data esecuz. prova : 27/1/12

	Tara (mmN)	Peso umido lordo (mmN)	Peso secco lordo (mmN)	Wn (%)
Campione 1	58.74	4456.14	117.07	11.937
Campione 2	55.21	4500.37	106.14	10.824
Campione 3	60.02	2908.95	111.84	11.405

Wn medio: 11.389 %

(1 gr = 9.8 mmN)

NOTE:

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 3221 del 01/02/12 Pag 5/5

COMMITTENTE: Studio Tecnico Associato-Consulenza & Progettaz. Arch. L. Cacciatore - Ing. G. Di Marzo

LOCALITA': Comune di Palermo

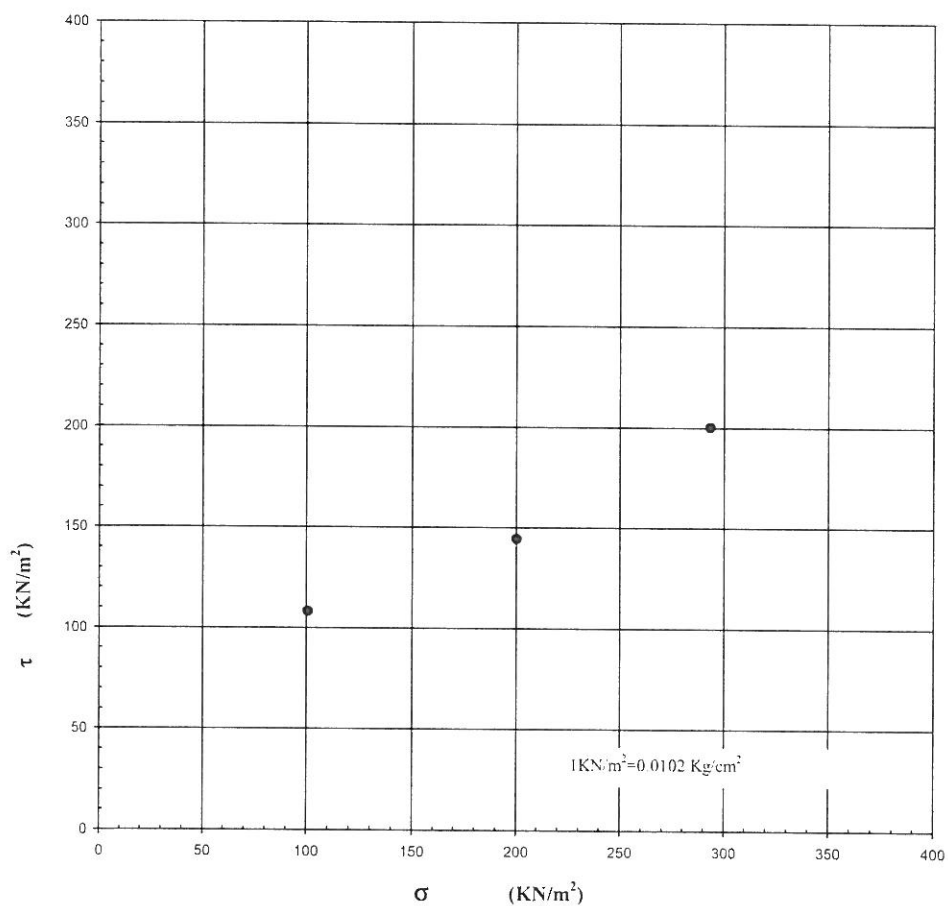
PROGETTO: Interventi urgenti di messa in sicurezza del complesso monumentale dello Spasimo

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': -

Data ricevimento camp: 26/1/12 Data esecuzione prova: 30/1/12

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005



Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore