

PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



PROGETTO DEFINITIVO

EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGILO S.p.A. (MANDATARIA)

SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A. (MANDANTE)

COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L. (MANDANTE)

SACYR S.A.U. (MANDANTE)

ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD (MANDANTE)

A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE (MANDANTE)

<p>IL PROGETTISTA</p>  <p>Dott. Ing. F. Colla Ordine Ingegneri Milano n° 20355</p>  <p>Dott. Ing. E. Pagani Ordine Ingegneri Milano n° 15408</p>	<p>IL CONTRAENTE GENERALE</p> <p>Project Manager (Ing. P.P. Marcheselli)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Direttore Generale e RUP Validazione (Ing. G. Fiammenghi)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Amministratore Delegato (Dott. P. Ciucci)</p>
--	--	---	---

<p><i>Unità Funzionale</i></p> <p><i>Tipo di sistema</i></p> <p><i>Raggruppamento di opere/attività</i></p> <p><i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i></p> <p><i>Titolo del documento</i></p>	<p>COLLEGAMENTI VERSANTE CALABRIA</p> <p>CENTRO DIREZIONALE</p> <p>OPERE CIVILI EDILI</p> <p>PARCHEGGIO PIAZZA</p> <p>MURO IN T.R. IN DX ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</p>	<p>CD0175_F0</p>
---	---	------------------

CODICE	C	G	0	7	0	0	P	R	X	D	C	C	D	1	C	P	R	0	0	0	0	0	0	0	5	F	0
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	E. PASSADORE	G. SCIUTO	F. COLLA

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR0000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

INDICE

1.	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	6
2.	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	6
3.	CARATTERISTICHE MATERIALI	6
4.	DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE	7
4.1	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL LUOGO.....	8
5.	CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA' DEL LUOGO.....	13
5.1.1	PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA	13
5.1.2	PARAMETRI SISMICI DI BASE	13
5.1.3	STATI LIMITE DI RIFERIMENTO	14
5.1.4	CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE.....	14
5.1.4.1	COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA	18
5.1.4.2	COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	18
5.2	SPECIFICHE TECNICHE MURI IN T.R.....	19
6.	FASI COSTRUTTIVE	19
7.	ANALISI DEI CARICHI	20
8.	MODELLI DI CALCOLO	20
8.1	PROGRAMMI DI CALCOLO UTILIZZATO	20
8.2	CALCOLO DELLA SPINTA ATTIVA CON COULOMB	20
8.3	CALCOLO DELLA SPINTA ATTIVA CON MONONOBE & OKABE	21
8.4	CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI SU TERRENI	23
8.5	ANALISI DI STABILITÀ INTERNA DEI MURI IN T.R.....	25
8.6	FORZE DI TRAZIONE NEI RINFORZI DEI MURI IN T.R.	25
8.7	CALCOLO DELLE LUNGHEZZE EFFICACI.....	26
9.	RISULTATI DI CALCOLO	28
9.1	VERIFICA INTERNA.....	28
9.2	VERIFICA GLOBALE.....	44
9.2.1	A1-M1.....	44
9.2.2	A2-M2.....	48
9.2.3	A2-M2 SISMA.....	51

		<p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p>MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO</p>	<p><i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR00000005F0</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20/06/2011</p>	

PREMESSA

La presente relazione riguarda le verifiche di stabilità del muro in terra rinforzata da realizzare in corrispondenza delle strutture di fondazione della zona ARCADE.

L'opera in oggetto è inquadrata nel Progetto Definitivo del Ponte sullo Stretto di Messina, nell'ambito delle opere connesse ai collegamenti infrastrutturali, ferroviari e stradali lato Calabria.

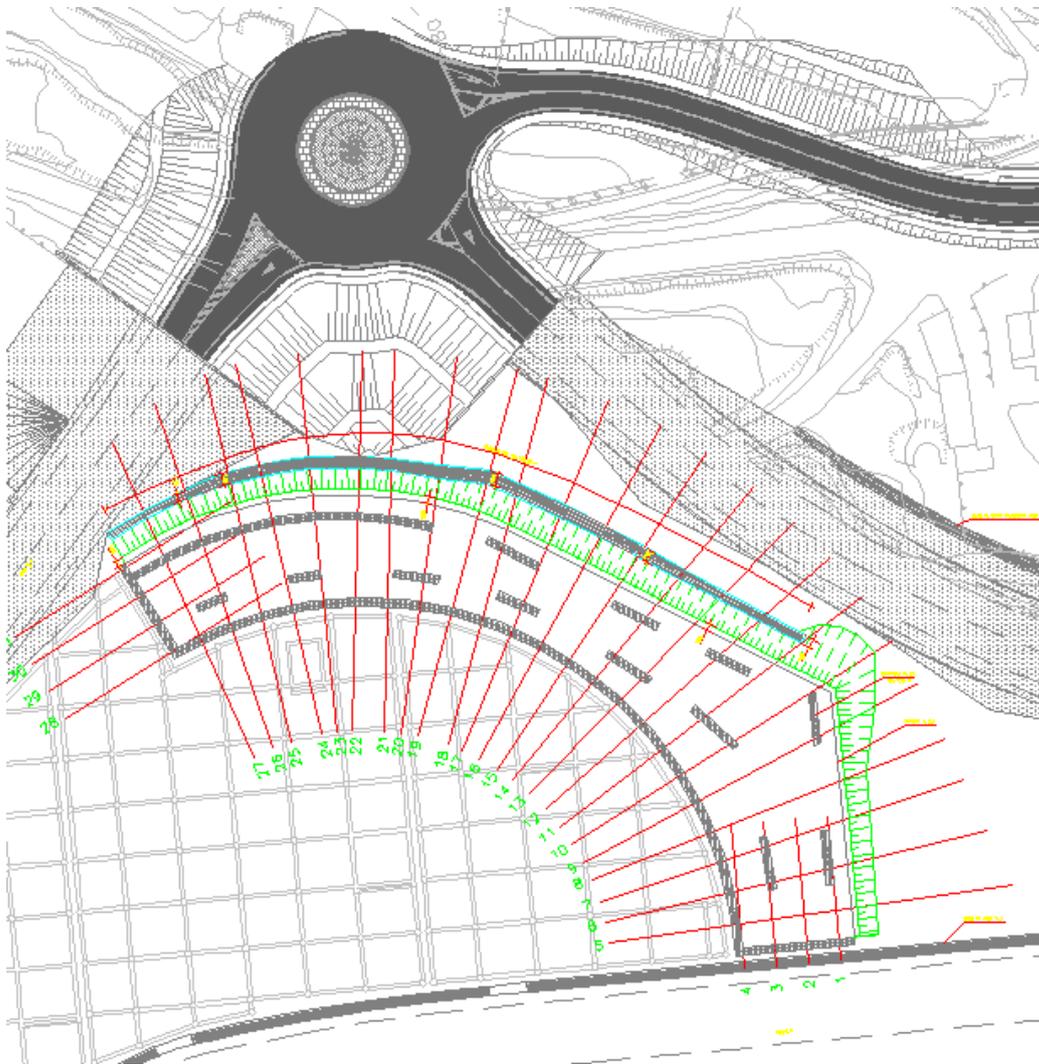


Figura: Stralcio planimetrico delle opere

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR0000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

1. RIFERIMENTI NORMATIVI

- D.M. Infrastrutture 14 Gennaio 2008, pubblicato su S.O. alla G.U. 4 febbraio 2008, n. 29 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”
- CIRCOLARE 2 Febbraio 2009, n. 617 – Istruzioni per l’applicazione delle ‘Nuove norme tecniche per le costruzioni’ di cui al decreto ministeriale 14 Gennaio 2008 (GU n.47 del 26 Febbraio 2009 – Suppl. Ordinario n.27)
- UNI ENV 1992-1-1,1-2,1-3,-3: “Eurocodice 2. Progettazione delle strutture di calcestruzzo”;
- UNI ENV 1997: “Eurocodice 7. Progettazione geotecnica”
- UNI ENV 1998-1,5, 2004: “Eurocodice 8. Progettazione delle strutture per la resistenza sismica”;

2. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Joseph E.Bowles – Fondazioni: Progetto e analisi – McGraw-Hill
- R.Jappelli – Principi di progettazione geotecnica – Helvelius edizioni
- G.Cusmano, G.Patri – La progettazione di opere edili nel sottosuolo – ilSole24ore
- M.Tanzini – Scavo meccanizzato – Dario Flaccovio Editore
- R.Lancellotta – Geotecnica – Zanichelli (1988)

3. CARATTERISTICHE MATERIALI

RINFORZI PER MURI IN TR

Geocomposito costituito da un nucleo di filamenti in poliestere ad alta tenacità densamente raggruppati, paralleli e perfettamente allineati, racchiusi in una guaina protettiva di resina annegati in una massa di polietilene a forma di nastro di larghezza compresa tra gli 80 ed i 90 mm.

Il geosintetico dovrà avere le seguenti caratteristiche minime:

- resistenza a trazione longitudinale kN/m 85
- deformazione massima al carico di rottura 10 %
- dimensione della maglia vuota 20 x 20 mm.

In particolare, il valore di resistenza a trazione del geosintetico adottato è stato opportunamente ridotto, in base al coefficiente di sicurezza che tiene conto dei fattori riduttivi dell’efficacia del rinforzo, inclusi quelli provenienti dalla posa in opera [Raccomandazioni britanniche BS8006-“Strengthened/Reinforced soils and other fills”]. Si ottiene pertanto:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR00000005	<i>Rev</i> 1	<i>Data</i> 13/05/2011

$$T_u = \frac{T_{amm}}{f} = \frac{85}{1.6} = 53.12 \text{ kN / m}$$

TERRENI PER MURI IN TR

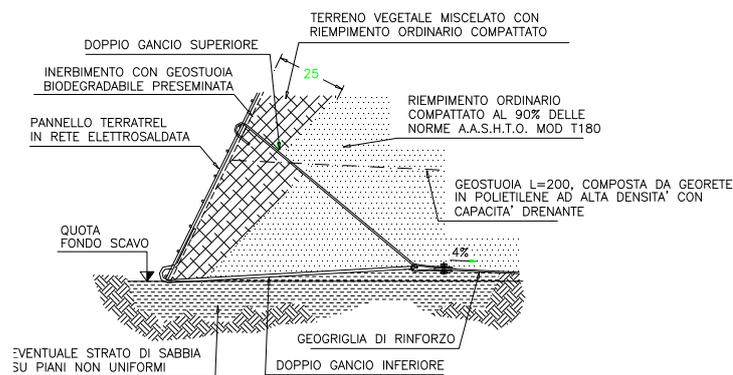
Per il rilevato in T.A. si impiegano normalmente terre appartenenti ai gruppi:

- A1-a, A1-b, A3, A2-4, A2-5 classifica C.N.R.-U.N.I. 10006/1963.

4. DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE

L'opera, di altezza variabile tra 3.20 m e 5.75 m, si è resa necessaria per contenere il rinterro necessario per la realizzazione dei setti di fondazione e della platea di fondazione della struttura ARCADE. La lunghezza dei rinforzi è pari a 7.00m, e lo sviluppo del muro è pari a 116.20 m.

La tecnologia della terra armata permette di realizzare opere di sostegno a gravità con un materiale da costruzione composito, costituito appunto da terra ed armature di rinforzo. L'attrito fra le armature, geogriglie in materiale composito, ed il rilevato viene sfruttato per trattenere un paramento esterno la cui funzione è di contenere il terreno immediatamente a tergo di esso. La restante parte del riempimento, grazie alle armature, è resa monolitica ed è assimilabile ad un muro a gravità dotato di grande flessibilità e capacità di adattarsi a differenti condizioni di esercizio. La tipologia di rinforzo impiegata è costituita da geogriglie ad alta resistenza, sia come rinforzo principale che secondario. La pendenza del paramento è di 70°, viene mantenuta attraverso un cassero in rete elettrosaldata con ferri del diametro di 8 mm a passo variabile.



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR0000005F0	<i>Rev</i> F0



Figura 4.1:Prospetto del muro in T.R.

Per i dettagli geometrici e di montaggio si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

4.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL LUOGO

Per l'analisi dettagliata degli aspetti geologici e geomorfologici si rimanda ai seguenti elaborati:

Relazione tecnica illustrativa Indagini geognostiche	CG0800	Q	PR	D	C	RI	I5	00	00	00	00	01	A
Planimetria Indagini Geognostiche Calabria - Tavola 1	CG0800	Q	P6	D	C	RI	I5	00	00	00	00	01	A
Planimetria Indagini Geognostiche Calabria - Tavola 2	CG0800	Q	P6	D	C	RI	I5	00	00	00	00	02	A
Planimetria Indagini Geognostiche Calabria - Tavola 3	CG0800	Q	P6	D	C	RI	I5	00	00	00	00	03	A
Planimetria Indagini Geognostiche Calabria - Tavola 4	CG0800	Q	P6	D	C	RI	I5	00	00	00	00	04	A
Indagini geognostiche - Relazione generale	CG0000	P	RG	D	C	SB	C8	G0	00	00	00	01	A
Indagini geognostiche - Relazione sulle indagini sismiche	CG0000	P	RG	D	C	SB	C8	G0	00	00	00	02	A
Indagini geognostiche - Risultati prove di laboratorio	CG0000	P	RG	D	C	SB	C8	G0	00	00	00	03	A
caratterizzazione geotecnica - relazione geotecnica generale	CG0800	P	RB	D	C	SB	C8	G0	00	00	00	01	A
Relazione sismica generale	CG0800	P	RG	D	C	SB	C8	G0	00	00	00	01	A
Tracciato stradale - Ramo A													
Profilo geotecnico	CG0800	P	FZ	D	C	SB	C8	ST	00	00	00	01	A
Tracciato stradale - Ramo B													
Profilo geotecnico	CG0800	P	FZ	D	C	SB	C8	ST	00	00	00	02	A
Tracciato stradale - Ramo C													
Profilo geotecnico	CG0800	P	FZ	D	C	SB	C8	ST	00	00	00	03	A
Tracciato stradale - Ramo D													
Profilo geotecnico	CG0800	P	FZ	D	C	SB	C8	ST	00	00	00	04	A
Tracciato stradale - Rampa F													
Profilo geotecnico	CG0800	P	FZ	D	C	SB	C8	ST	00	00	00	05	A
Tracciato stradale - Rampa G													
Profilo geotecnico	CG0800	P	FZ	D	C	SB	C8	ST	00	00	00	06	A
Tracciato stradale - Rampa M													
Profilo geotecnico	CG0800	P	FZ	D	C	SB	C8	ST	00	00	00	07	A
Tracciato stradale - Rampa U													
Profilo geotecnico	CG0800	P	FZ	D	C	SB	C8	ST	00	00	00	08	A
Tracciato stradale - Rampa V													
Profilo geotecnico	CG0800	P	FZ	D	C	SB	C8	ST	00	00	00	09	A

Tracciato stradale - Ramo A accelerazione														
Profilo geotecnico	CG0800	P	FZ	D	C	SB	C8	ST	00	00	00	10	A	
Tracciato stradale - Ramo C decelerazione														
Profilo geotecnico	CG0800	P	FZ	D	C	SB	C8	ST	00	00	00	11	A	
Tracciato stradale - Ramo D decelerazione														
Profilo geotecnico	CG0800	P	FZ	D	C	SB	C8	ST	00	00	00	12	A	

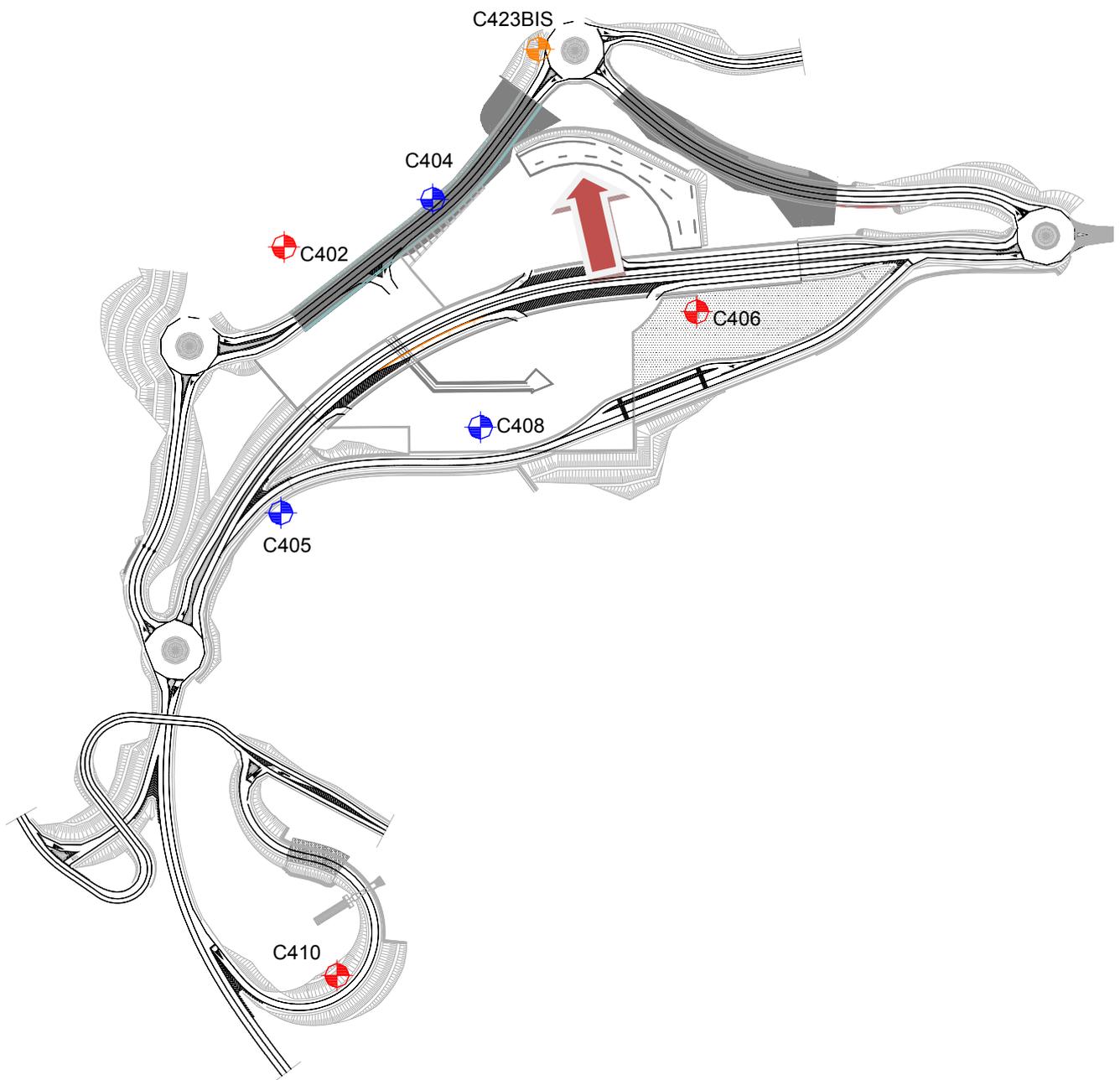


Fig. 4.2 – Stralcio planimetrico con ubicazione delle opere e dei sondaggi

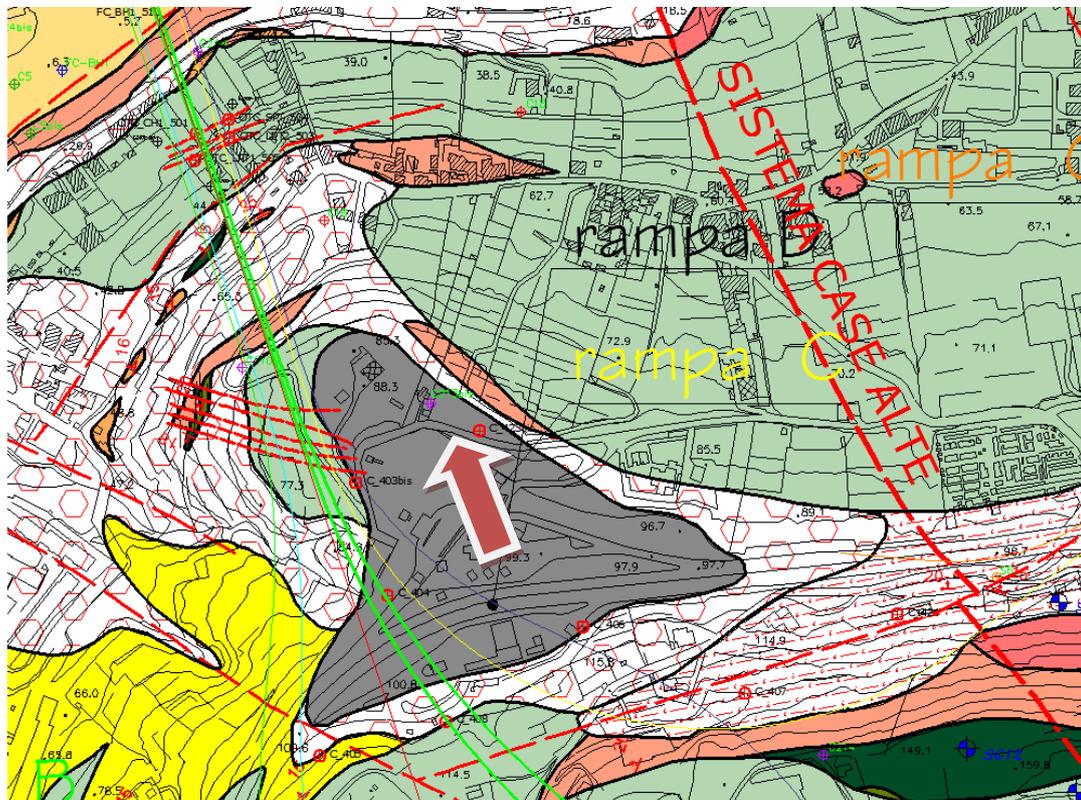
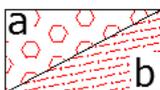


Figura 4.2: Stralcio della carta geologica con ubicazione della struttura

Ghiaie e sabbie di Messina.



Sabbie e ghiaie grigio giallastre, con abbondante matrice. I clasti sono da subarrotondati ad appiattiti, spesso embriciati. Sono presenti livelli e lenti di sabbie fini. Si presentano clinostatificati. Le facies sono attribuibili ad ambienti di tipo deltizio e/o conoide sottomarina. (PLEISTOCENE MEDIO)



Depositi di versante.

Depositi poco coesivi, costituiti da materiale spigoloso, poligenico ed eterometrico con matrice a grana fine (a), localmente si presenta con grossi blocchi. In località Case Alte il detrito si presenta con tessiture da medie a grossolane, subordinatamente fine, con laminazione incrociata e clinostatificato (b). (OLOCENE)

4.1.1.1 DEPOSITI DI VERSANTE

Sono depositi detritici olocenici alimentati da processi di degradazione e trasporto dovuto sia alle acque di dilavamento che alla gravità ed accumulati, in genere, alla base dei versanti. Affiora come un deposito di sabbie di colore rossastro da medie a grossolane, solo subordinatamente fini, con rare intercalazioni di livelli di ghiaiosi o limosi.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR00000005	<i>Rev</i> 1	<i>Data</i> 13/05/2011

γ (kN/m ³)	19-21
c' picco (kPa)	0
φ' picco (°)	36° ÷ 38° (p'ff=0-272KPa) / 35° ÷ 36° (p'ff=272-350KPa)
$C_{residuo}'$ (kPa)	0
φ_{cv}' (°)	33-35
k_o (-)	1-sen φ'
V_s (m/sec)	180 + 8 z
G'_o	$G'_o = 1780 \cdot p_a \cdot \left(\frac{P'_o}{P_a} \right)^{0.65}$
E_o	$E_o = 2880 \cdot p_a \cdot \left(\frac{P'_o}{P_a} \right)^{0.54}$
$E' *$	$E = (12 \div 28) \cdot (z)^{0.65}$
ν'	0.2
K (m/s)	10 ⁻³ - 10 ⁻⁵

4.1.1.1.2 SABBIE E GHIAIE DI MESSINA

Per le caratteristiche fisiche da un'analisi statistica delle caratteristiche granulometriche emerge, un andamento che conferma che le caratteristiche granulometriche dei materiali in esame sono tipiche di materiali sia di materiali a grana grossa (ghiaie 36%), sia di materiali intermedi (sabbie 52%). Il contenuto di fino è mediamente del 11%. La formazione non è sovraconsolidata, nel senso che in passato non ha generalmente subito dei carichi maggiori di quelli attuali. Presenta un locale grado di cementazione di natura chimica.

γ (kN/m ³)	18-20
c' picco (kPa)	0-10
φ' picco (°)	38° ÷ 40° (p'ff=0-272KPa) / 35° ÷ 38° (p'ff=272-350KPa)
$C_{residuo}'$ (kPa)	0
φ_{cv}' (°)	33-35
k_o (-)	0.45-0.55
V_s (m/sec)	200 + 7 z

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR0000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

G'o	$G_o = 1780 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p'_o}{p_a} \right)^{0.05}$
Eo	$E_o = 4300 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p'_o}{p_a} \right)^{0.05}$
E' *	$E' = (17 \div 40) \cdot (z)^{0.7}$
v'	0.2
K(m/s)	$10^{-4} - 10^{-5}$

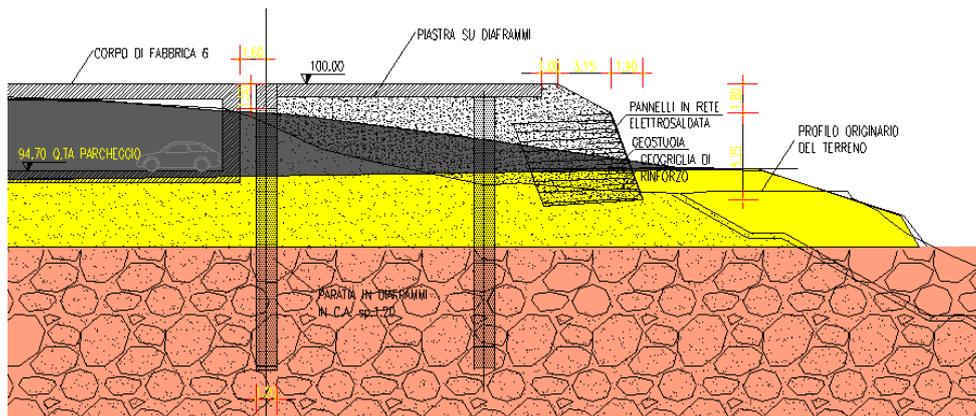


Figura 4.3: Profilo geotecnico

Per la valutazione degli angoli di attrito terreno struttura si è fatto riferimento alla seguente tabella:

Tipo di opera	Lato spinta attiva $\delta\alpha/\varphi'$	Lato spinta passiva $\delta\rho/\varphi'$
Calcestruzzo gettato in opera	2/3	2/3
Calcestruzzo prefabbricato	1/2 ÷ 2/3	1/2 ÷ 2/3
Palancole metalliche	2/3	1/2 ÷ 2/3
Micropali iniettati	2/3 ÷ 1	2/3
Terre rinforzate/armate	1	1/2 ÷ 2/3

Nel nostro caso è stato assunto cautelativamente $\delta\rho = 0$ lato spinta passiva.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR00000005	<i>Rev</i> 1	<i>Data</i> 13/05/2011

5. CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA' DEL LUOGO

La caratterizzazione sismica del sito in cui è inserita l'opera in oggetto viene effettuata sulla base delle indicazioni contenute nel D.M. 14/01/2008 (paragrafo 3.2). I parametri sismici di base sono stati calcolati utilizzando il foglio di calcolo dedicato "Spettri di risposta", fornito dal Consiglio Sup. LL.PP. (<http://www.cslp.it/cslp/>), inserendo le coordinate geografiche dell'intervento in corrispondenza dell'opera in progetto:

Latitudine	38,22715
Longitudine	15,645979

5.1.1 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

L'accelerazione orizzontale massima attesa al sito dipende dal periodo di riferimento considerato per la definizione dell'azione sismica. In base alle indicazioni riportate nel paragrafo 2.4 del D.M. 14/01/2008 e quanto riportato nei criteri di progettazione contenuti nel documento "criteri di progettazione_rev06_20101013.xls":

Tipo di costruzione	3
Vita nominale (V_N)	100 anni
Classe d'uso	IV
Coefficiente d'uso (C_U)	2

Pertanto il periodo di riferimento per l'azione sismica vale:

$$V_R = V_N \cdot C_U = 100 \cdot 2 = 200 \text{ anni}$$

5.1.2 PARAMETRI SISMICI DI BASE

In base alla posizione del sito in esame ed al periodo di riferimento considerato, si ottengono i seguenti parametri sismici di base:

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [sec]
SLO	120	0.133	2.330	0.324
SLD	201	0.172	2.358	0.337
SLV	1898	0.444	2.488	0.421
SLC	2475	0.492	2.502	0.436

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR0000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

dove: T_R = periodo di ritorno associato allo Stato Limite considerato;

a_g = accelerazione orizzontale massima in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale;

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

5.1.3 STATI LIMITE DI RIFERIMENTO

Nel caso delle strutture in genere e delle opere di sostegno (muri, paratie) devono essere verificati i seguenti Stati Limite:

- **SLD** (Stato Limite di Danno), associato alle verifiche a Stato Limite di Esercizio;
- **SLV** (Stato Limite di salvaguardia della Vita), associato alle verifiche a Stato Limite Ultimo.

5.1.4 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

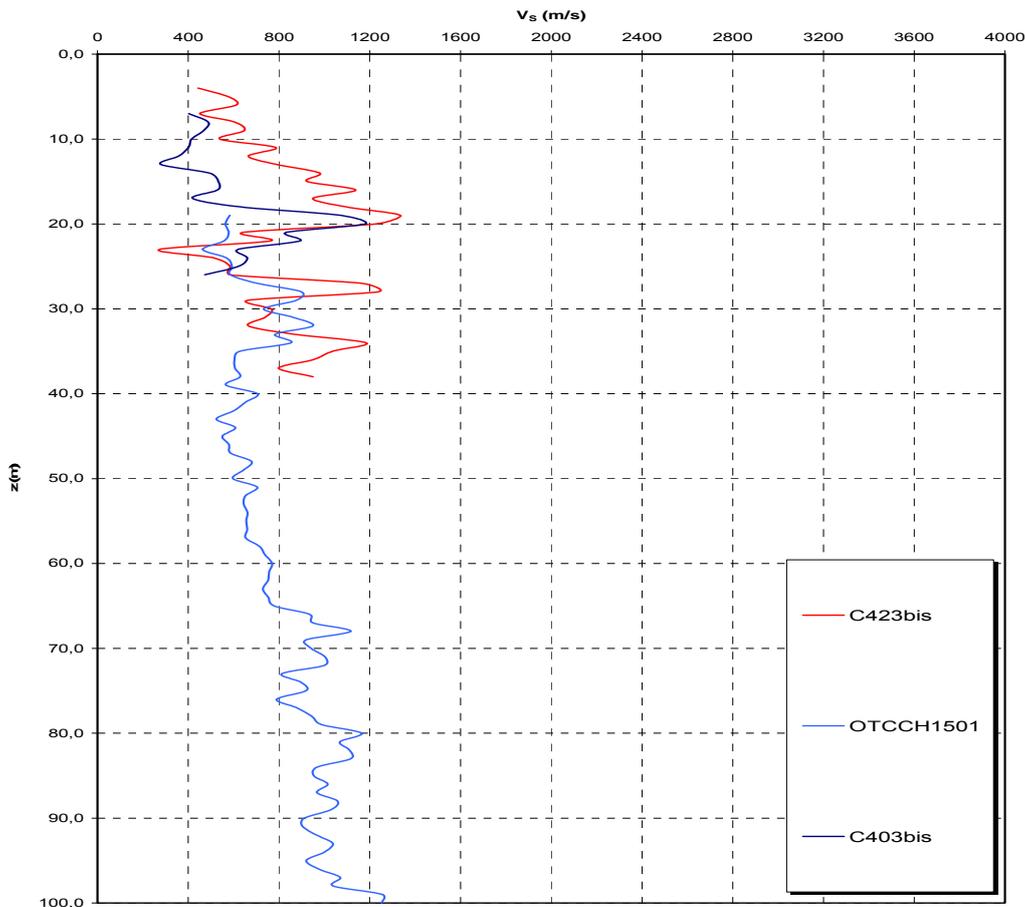
Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante un approccio semplificato che si basa sull'individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento indicate nella Tabella 3.2.II del D.M. 14/01/2008.

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessori massimo pari a 3m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360m/s e 800m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina media-mente consistenti, con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180m/s e 360m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsa-mente consistenti, con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori</i>

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR00000005	<i>Rev</i> 1	<i>Data</i> 13/05/2011

	di $V_{s,30}$ inferiori a 180m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

L'opera insiste interamente nella formazione delle Sabbie e Ghiaie di Messina. Il substrato è costituito dal Conglomerato di Pezzo, ad una profondità media di circa 2.50 m dalla fondazione, esteso fino alle massime profondità indagate. Data l'esiguità delle prove localmente presenti, si è scelto di tenere conto anche delle prove effettuate nei sondaggi utilizzati per caratterizzare la zona in corrispondenza delle rampe di accesso alle gallerie (Rampe A/B/C/D 0-0+500). Per la caratterizzazione sismica del suolo nella zona in esame si dispone delle prove sismiche relative ai sondaggi **C403bis** **C423bis**.



Andamento delle Vs nelle verticali indagate

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR0000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

E' stato stimato, inoltre, il valore di $N_{spt,30}$ a partire dai dati delle prove penetrometriche in foro effettuate nel sondaggio **C404**, ritenuto maggiormente rappresentativo per l'opera in esame, per uno spessore di 30.00 m valutato, dal piano d'imposta della fondazione



$$N_{SPT,30} = \frac{\sum_{i=1,M} h_i}{\sum_{1,M} N_{SPT,i}}$$

h_i = Spessore in metri dello strato i-esimo

N_{SPT} = Valore di N_{spt} i-esimo

M = Numero di strati

Muro in terra rinforzata in dx zona fondazione Arcade

C404

Strato	Litotipo	hi [m]	N_{SPT}	Z	$h_i/N_{spt,i}$	
h_1	Terreno di riporto	0	6	0.00	0.000	
h_2	Paleosuolo	0	5	0.00	0.000	
h_3	Sabbia con ghiaia	2.5	33.6	2.50	0.074	
h_4	Sabbia da granito alterato	27.5	100	30.00	0.275	
h_{totale}		30		$\Sigma h_i/N_{spt,i}$	0.349	
$N_{spt,30} =$		30	/	0.349	=	85.86
B						

Sulla base dei valori sopra riportati, si ritiene che il sottosuolo di progetto rientri nella **Categoria B**. Si riporta di seguito la colonna stratigrafica del sondaggio di riferimento C404, dal quale si evidenzia l'assenza di falda.

**MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE
– RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO**

Codice documento

CG0700PRXDCCD1CPR00000005

Rev

1

Data

13/05/2011

Scab (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio	S.P.T.	Pocket Test kg/cmq	Campioni	Falda	R.Q.D. %	Prova Permeab.	Prova Dilat/Press.	Reometro CSG
		Suolo	1.00									
1		Materiale di riporto costituito da sabbia fine e ciottoli sub arrotondati di colore bruno chiaro 5YR 5/6 poco addensato			n° 1 2.20m 4/3/3							
2					n°2 3.50 m 7/16/21							
3					n°3 5.00 m 2/3/3							
4			6.50		n°4 6.50 m 2/2/3							
5		Limo argilloso di colore bruno scuro 5YR 2.5/2, da teneri a mediamente consistenti.			n°5 8.00 2/2/3						1MPA 8.00	
6			8.90									
7		Sabbia media di colore grigio chiaro 10YR 7/1 addensata con ghiaia media (di 30 mm) e ciottoli subarrotondati eterometrici (70-80 mm)			n°6 10.00 m 12/16/24						LEFRANC C.C. 10.00	
8					n°7 11.50 m 5/7/9			10.55 CR1				
9					n°8 13.00 m 17/22/23			10.75 CR2				
10			13.80					12.00 CR3				
11		Blocco granitico con alterazione da media ad elevata	14.30		n°9 14.50 m R			12.20 CR4				
12					n°10 16.00m R			15.20 CR5				
13		Granito ad intensa alterazione ridotto in sabbia grossolana di colore marrone-grigiastro 10YR6/3, talora con ghiaia subarrotondata e subangolare dell'ordine di 10-15 mm e blocchi granitici massivi a 25,00 m			n°11 18.20m 23/R			15.40 CR6			2MPA 18.00	
14					n°12 22.00m 25/R			16.75 CR7				
15					n°13 24.20m R			16.90 CR8				
16					n°14 26.00m R			19.40 CR9				
17					n°15 27.50m 12/23/41			19.60 CR10			LEFRANC C.C. 20.00	
18								20.50 CR11				
19								20.65 CR12				
20								22.30 CR13				
21								22.45 CR14				
22								23.45 CR15				
23								23.50 CR16				
24								24.65 CR17				
25								24.85 CR18				
26												
27												
28												
29												
30			30.00									

Colonna stratigrafica Sondaggio C404

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR0000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

5.1.4.1 COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA

Il coefficiente di amplificazione stratigrafica (S_s) può essere calcolato in funzione dei valori di F_0 e T_C^* relativi al sottosuolo di Categoria A, mediante le espressioni fornite nella Tabella 3.2.V del D.M. 14/01/2008.

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_s e di C_c

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

STATO LIMITE	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [sec]	S_s	
SLV	0.444	2.488	0.421	A	1.00
				B	1.00
				C	1.037
				D	0.90
				E	1.00

Per le componenti verticali del sisma, il coefficiente S_s assume sempre il valore unitario.

5.1.4.2 COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

In accordo con la Tabella 3.2.IV del D.M. 14/01/2008, le caratteristiche topografiche del sito in cui sorge l'opera in progetto rientrano nella **Categoria T1** ("Pendii con inclinazione media $i < 15^\circ$ ").

Tenendo conto delle condizioni topografiche ed in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, il valore del coefficiente di topografia (S_T) assume quindi un valore pari a 1.00, in accordo con quanto riportato nella Tabella 3.2.VI del D.M. 14/01/2008.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR00000005	<i>Rev</i> 1	<i>Data</i> 13/05/2011

5.2 SPECIFICHE TECNICHE MURI IN T.R.

Una volta posizionati i casseri e legati tra di loro si procede con la posa della stuoia antierosiva: foderandone internamente il fronte, svolgendo la stuoia già fornita in rotoli di altezza appropriata, di circa cm 100. Per le sezioni a mezza costa si dovrà provvedere a stendere sul fronte di scavo un geocomposito drenante che verrà avvolto attorno a un tubo di drenaggio microfessurato alla base. I rotoli di geogriglia verranno posizionati in modo tale che la direzione longitudinale risulti parallela alla direzione principale delle tensioni ed in modo tale che i teli contigui risultino tra loro allineati. Il materiale sarà steso manualmente avendo cura di evitare la formazione di ondulazioni o grinze e sovrapponendo i teli contigui per una larghezza pari ad almeno una maglia.

La geogriglia di rinforzo primario dovrà scorrere aderente alla facciata interna del cassero e avanzare verso l'esterno di una porzione (risolto) pari a circa cm 150, l'eventuale rinforzo secondario andrà steso sul piano del rilevato senza essere risolto sul cassero.

Posizionare i tiranti necessari per l'irrigidimento del cassero, uno ogni 60 cm circa. Il materiale di riempimento verrà posizionato sulle geogriglie secondo la direzione longitudinale evitando di far circolare i mezzi di cantiere direttamente sulla geogriglia.

A tergo del paramento esterno inclinato sarà posto del terreno vegetale per uno spessore di almeno 30 cm e poi si provvederà alla stesa e compattazione del terreno per la formazione del rilevato strutturale; questa avverrà per strati di altezza pari a ca. 25-30 cm e per un totale pari alla distanza tra i teli di rinforzo.

6. FASI COSTRUTTIVE

Di seguito vengono descritte le fasi costruttive per la realizzazione dell'opera.

1. Realizzazione muro in T.R. di progetto
2. Rinterro fino alla quota di testa dei diaframmi della fondazione ARCADE
3. Scavo del pannello mediante idrofresa (con o senza pre-scavo di approccio):
4. Dissabbio e pulizia del pannello
5. Getto del pannello
6. Getto della platea di fondazione della struttura ARCADE
7. Realizzazione della struttura ARCADE di elevazione.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR0000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

7. ANALISI DEI CARICHI

Per l'opera in oggetto sono state prese in considerazione le spinte statiche e sismiche dei terreni e l'effetto di un sovraccarico accidentale di monte, pari a 16 KN/mq, dovuto a mezzi di cantiere.

8. MODELLI DI CALCOLO

8.1 PROGRAMMI DI CALCOLO UTILIZZATO

Le verifiche di stabilità e le verifiche interne dei muri in terra rinforzata sono state condotte con l'ausilio del codice di calcolo commerciale "Slope" della GEOstru vers. 2011.8.0.637.

8.2 CALCOLO DELLA SPINTA ATTIVA CON COULOMB

Il calcolo della spinta attiva con il metodo di *Coulomb* è basato sullo studio dell'equilibrio limite globale del sistema formato dal muro e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura nell'ipotesi di parete ruvida.

Per terreno omogeneo ed asciutto il diagramma delle pressioni si presenta lineare con distribuzione:

$$P_t = K_a \times \gamma_t \times z$$

La spinta S_t è applicata ad $1/3 H$ di valore

$$S_t = \frac{1}{2} \gamma_t H^2 K_a$$

Avendo indicato con:

$$K_a = \frac{\sin^2(\beta - \phi)}{\sin^2 \beta \times \sin(\beta + \delta) \times \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) \times \sin(\phi - \varepsilon)}{\sin(\beta + \delta) \times \sin(\beta - \varepsilon)}} \right]^2}$$

Valori limite di K_A : $\delta < (\beta - \phi - \varepsilon)$ secondo Muller-Breslau

γ_t Peso unità di volume del terreno;

β Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede;

ϕ Angolo di resistenza al taglio del terreno;

δ Angolo di attrito terra-muro;

ε Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, positiva se antioraria;

H Altezza della parete.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR00000005	<i>Rev</i> 1	<i>Data</i> 13/05/2011	

8.3 CALCOLO DELLA SPINTA ATTIVA CON MONONOBE & OKABE

Il calcolo della spinta attiva con il metodo di *Mononobe & Okabe* riguarda la valutazione della spinta in condizioni sismiche con il metodo pseudo-statico. Esso è basato sullo studio dell'equilibrio limite globale del sistema formato dal muro e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura in una configurazione fittizia di calcolo nella quale l'angolo ε , di inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, e l'angolo β , di inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede, vengono aumentati di una quantità θ tale che:

$$\operatorname{tg} \theta = k_h / (1 \pm k_v)$$

con k_h coefficiente sismico orizzontale e k_v verticale.

In assenza di studi specifici, i coefficienti k_h e k_v devono essere calcolati come:

$$k_h = S a_g / r \qquad k_v = 0,5 k_h$$

in cui $S a_g$ rappresenta il valore dell'accelerazione sismica massima del terreno per le varie categorie di profilo stratigrafico definite dalla normativa vigente. Al fattore r viene può essere assegnato il valore $r = 2$ nel caso di opere sufficientemente flessibili (muri liberi a gravità), mentre in tutti gli altri casi viene posto pari a 1 (muri in c.a. resistenti a flessione, muri in c.a. su pali o tirantati, muri di cantinato).

Effetto dovuto alla coesione

La coesione induce delle pressioni negative costanti pari a:

$$P_c = -2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

Non essendo possibile stabilire a priori quale sia il decremento indotto nella spinta per effetto della coesione, è stata calcolata un'altezza critica Z_c come segue:

$$Z_c = \frac{2 \times c}{\gamma} \times \frac{1}{\sqrt{K_A}} - \frac{Q \times \frac{\operatorname{sen} \beta}{\operatorname{sen}(\beta + \varepsilon)}}{\gamma}$$

dove

Q = Carico agente sul terrapieno;

Se $Z_c < 0$ è possibile sovrapporre direttamente gli effetti, con decremento pari a:

$$S_c = P_c \times H$$

con punto di applicazione pari a $H/2$;

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR0000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Carico uniforme sul terrapieno

Un carico Q , uniformemente distribuito sul piano campagna induce delle pressioni costanti pari a:

$$P_q = K_A \times Q \times \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Per integrazione, una spinta pari a S_q :

$$S_q = K_a \cdot Q \cdot H \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Con punto di applicazione ad $H/2$, avendo indicato con K_a il coefficiente di spinta attiva secondo *Muller-Breslau*.

Spinta attiva in condizioni sismiche

In presenza di sisma la forza di calcolo esercitata dal terrapieno sul muro è data da:

$$E_d = \frac{1}{2} \gamma (1 \pm k_v) K H^2 + E_{ws} + E_{wd}$$

dove:

H altezza muro

k_v coefficiente sismico verticale

γ peso per unità di volume del terreno

K coefficienti di spinta attiva totale (statico + dinamico)

E_{ws} spinta idrostatica dell'acqua

E_{wd} spinta idrodinamica.

Per terreni impermeabili la spinta idrodinamica $E_{wd} = 0$, ma viene effettuata una correzione sulla valutazione dell'angolo θ della formula di Mononobe & Okabe così come di seguito:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{\gamma_{\text{sat}}}{\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \mp k_v}$$

Nei terreni ad elevata permeabilità in condizioni dinamiche continua a valere la correzione di cui sopra, ma la spinta idrodinamica assume la seguente espressione:

$$E_{wd} = \frac{7}{12} k_h \gamma_w H'^2$$

Con H' altezza del livello di falda misurato a partire dalla base del muro.

Spinta idrostatica

La falda con superficie distante H_w dalla base del muro induce delle pressioni idrostatiche normali alla parete che, alla profondità z , sono espresse come segue:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR00000005	<i>Rev</i> 1	<i>Data</i> 13/05/2011

$$P_W(z) = \gamma_W \times z$$

Con risultante pari a:

$$S_W = 1/2 \times \gamma_W \times H^2$$

La spinta del terreno immerso si ottiene sostituendo γ_t con γ'_t ($\gamma'_t = \gamma_{\text{saturo}} - \gamma_W$), peso efficace del materiale immerso in acqua.

Resistenza passiva

Per terreno omogeneo il diagramma delle pressioni risulta lineare del tipo:

$$P_t = K_p \times \gamma_t \times z$$

per integrazione si ottiene la spinta passiva:

$$S_p = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_p$$

Avendo indicato con:

$$K_p = \frac{\text{sen}^2(\phi + \beta)}{\text{sen}^2\beta \times \text{sen}(\beta - \delta) \times \left[1 - \sqrt{\frac{\text{sen}(\delta + \phi) \times \text{sen}(\phi + \varepsilon)}{\text{sen}(\beta - \delta) \times \text{sen}(\beta - \varepsilon)}} \right]^2}$$

(Muller-Breslau) con valori limiti di δ pari a:

$$\delta < \beta - \phi - \varepsilon$$

L'espressione di K_p secondo la formulazione di Rankine assume la seguente forma:

$$K_p = \frac{\cos \varepsilon + \sqrt{\cos^2 \varepsilon - \cos^2 \phi}}{\cos \varepsilon - \sqrt{\cos^2 \varepsilon - \cos^2 \phi}}$$

8.4 CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI SU TERRENI

Metodo di Vesic

Affinché la fondazione di un muro possa resistere il carico di progetto con sicurezza nei riguardi della rottura generale deve essere soddisfatta la seguente disuguaglianza:

$$V_d \leq R_d$$

Dove V_d è il carico di progetto, normale alla base della fondazione, comprendente anche il peso del muro; mentre R_d è il carico limite di progetto della fondazione nei confronti di carichi normali, tenendo conto anche dell'effetto di carichi inclinati o eccentrici.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR0000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Nella valutazione analitica del carico limite di progetto R_d si devono considerare le situazioni a breve e a lungo termine nei terreni a grana fine. Il carico limite di progetto in condizioni non drenate si calcola come:

$$R/A' = (2 + \pi) c_u s_c i_c + q$$

Dove:

A' = $B' L'$ area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

c_u coesione non drenata

q pressione litostatica totale sul piano di posa

s_c Fattore di forma

$s_c = 0,2 (B'/L')$ per fondazioni rettangolari

i_c Fattore correttivo per l'inclinazione del carico dovuta ad un carico H.

$$i_c = 1 - \frac{2H}{A_f \cdot c_a \cdot N_c}$$

A_f area efficace della fondazione

c_a aderenza alla base, pari alla coesione o ad una sua frazione.

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$R/A' = c' N_c s_c i_c + q' N_q s_q i_q + 0,5 \gamma' B' N_\gamma s_\gamma i_\gamma$$

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi'} \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

Fattori di forma

$$s_q = 1 + \left(\frac{B'}{L'} \right) \tan \phi' \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4(B'/L') \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'} \quad \text{per forma rettangolare, quadrata o circolare.}$$

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR00000005	<i>Rev</i> 1	<i>Data</i> 13/05/2011

$$i_q = \left(1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot \phi'} \right)^m$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot \phi'} \right)^{m+1}$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

$$m = \frac{2 + B'/L'}{1 + B'/L'}$$

Convenzione segni

Forze verticali positive se dirette dall'alto verso il basso;

Forze orizzontali positive se dirette da monte verso valle;

Coppie positive se antiorarie;

Angoli positivi se antiorari.

8.5 ANALISI DI STABILITÀ INTERNA DEI MURI IN T.R.

Metodo di BISHOP (1955)

Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali. Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$$\Sigma F_v = 0, \Sigma M_0 = 0, \text{ Criterio di rottura.}$$

$$F = \frac{\Sigma \{ c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i \} \times \frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\Sigma W_i \times \sin \alpha_i}$$

I valori di F e di ΔX per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre ΔX= 0 ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di Bishop ordinario, gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1 %.

8.6 FORZE DI TRAZIONE NEI RINFORZI DEI MURI IN T.R.

Si determinano le forze di trazione nei vari rinforzi, date dall'area del diagramma delle pressioni relative a ogni striscia. Per il diagramma triangolare relativo al terrapieno, la forza nella striscia è EuroLink S.C.p.A.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR0000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

data dall'area dell'elemento trapezio ab' d' e viene trasformata nella pressione media q_i alla profondità della striscia Z_i mediante la relazione:

$$q_i = \gamma \times z_i \times K_a$$

La pressione q_i agisce su una area definita dalla spaziatura delle armature $h \times s$ e corrisponde a una forza di trazione nel rinforzo pari a:

$$T_i = q_i \times A = \gamma \times z_i \times K_a \times (h \times s)$$

Per l'equilibrio la somma delle forze di trazione deve essere pari alla componente orizzontale delle forze agenti.

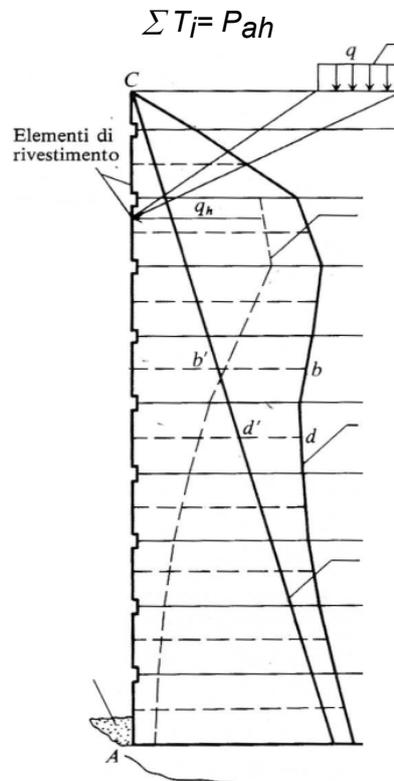


Figura 8.1: Trazione nei rinforzi

8.7 CALCOLO DELLE LUNGHEZZE EFFICACI

Si calcolano le lunghezze delle strisce L_e che compaiono in figura 8.2, necessarie affinché si sviluppi una forza d'attrito $F_r = T_i$. Sulla base di tali lunghezze e delle dimensioni del cuneo di Rankine, si può determinare la lunghezza globale L_o delle strisce da utilizzare. In generale, per tutta l'altezza del muro si usano strisce della stessa lunghezza. La lunghezza di ancoraggio dipende dal coefficiente d'attrito $f = \tan \delta$ tra suolo e rinforzo, essendo δ un'opportuna frazione

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR00000005	<i>Rev</i> 1	<i>Data</i> 13/05/2011

dell'angolo d'attrito interno del terreno ϕ . Se la striscia è sufficientemente scabra $\delta = \phi$, mentre per metalli lisci δ è compreso orientativamente tra 20° e 25° .

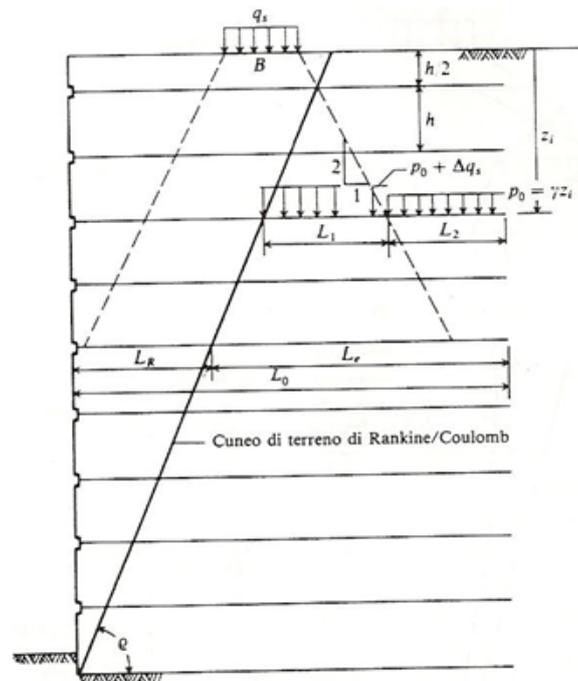


Figura 8.2: Lunghezze efficaci

Per strisce di dimensioni $b \times L_e$ e per fogli di geotessile di larghezza unitaria e lunghezza L_e , entrambe le facce sviluppano attrito; per barre circolari, l'attrito resistente è sviluppato lungo il perimetro. In ogni caso, l'attrito è dato dal prodotto di f per la pressione normale al rinforzo calcolata come $p_0 = \gamma z_i$ dove z_i è la distanza *media* dalla superficie del terreno al rinforzo. Si ha quindi:

Per fogli:

$$F_i = 2(\gamma z_i) \tan \delta (1 \times L_e) \geq T_i$$

Se nelle precedenti formule il segno \geq è sostituito col segno di uguale, il coefficiente di sicurezza FS è pari a 1. Se si assume $FS > 1$, il valore di L_e risulta necessariamente maggiore di quello dato da queste formule.

Si determina quindi la sezione delle armature $b \times t$. Nel caso di geotessili si ha il problema che la resistenza del tessuto varia a seconda del produttore; tra quelli possibili si sceglie un tessuto che:

$$\text{Larghezza striscia } b \times \text{resistenza per unità di larghezza} \geq T_i$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR0000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

9. RISULTATI DI CALCOLO

9.1 VERIFICA INTERNA

Descrizione

Acc. sismica orizzontale	0.444
Coef. amplificazione topografica (ST)	1
Categoria profilo stratigrafico (S)	1
Incremento delle pressioni neutre	0
Coefficiente azione sismica orizzontale	0.137
Coefficiente azione sismica orizzontale	0.0685

Geometria

Nr.	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	2.3	6.25
3	6.65	8.7
4	20.0	8.7

Terreno rinforzo

Peso unità di volume	2000.0 Kg/m ³
Peso unità di volume saturo	2100.0 Kg/m ³
Angolo di resistenza a taglio	38.0 °
Coesione	0.0 kg/m ²
Angolo attrito terreno rinforzo	38.0 °

Terreno riempimento

Peso unità di volume	1900.0 Kg/m ³
Peso unità di volume saturo	2000.0 Kg/m ³
Angolo di resistenza a taglio	38.0 °
Coesione	0.0 kg/m ²
Angolo inclinazione spinta	0.0 °

Terreno fondazione

Peso unità di volume	1900.0 Kg/m ³
Peso unità di volume saturo	2000.0 Kg/m ³

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR00000005	<i>Rev</i> 1	<i>Data</i> 13/05/2011

Angolo di resistenza a taglio 38.0 °

Coesione 0.0 kg/m²

Posizione rinforzi

Nr.	X (m)	y (m)	Tipo	Lungh ezza ripiegat ura (m)	Lungh ezza facciat a (Lf) (m)	Lungh ezza cuneo (Lr) (m)	Lungh ezza efficac e (Le) (m)	Lungh ezza totale (Lt) (m)	Interas se (m)	Fattore sicurez za sfilame nto	Tensio ne rinforzo (kg/m ²)	Fattore sicurez za rottura
1	0.02	0.05	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	0.03	6.97	7	0	116.3	--	4.03
2	0.24	0.65	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	0.36	6.64	7	0	117.46	--	3.24
3	0.46	1.25	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	0.69	6.31	7	0	119.11	--	2.72
4	0.68	1.85	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	1.03	5.97	7	0	121.37	--	2.35
5	0.9	2.45	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	1.36	5.64	7	0	124.44	--	2.08
6	1.12	3.05	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	1.69	5.31	7	0	128.57	--	1.86
7	1.34	3.65	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	2.02	4.98	7	0	134.17	--	1.69
8	1.56	4.25	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	2.36	4.64	7	0	141.85	--	1.55
9	1.78	4.85	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	2.69	4.31	7	0	152.62	--	1.43

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO		Codice documento CG0700PRXDCCD1CPR0000005F0	Rev F0	Data 20/06/2011

10	2.01	5.45	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	3.02	3.98	7	0	168.31	--	1.33
11	2.23	6.05	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	3.35	3.65	7	0	192.52	--	1.24

Elenco rinforzi

Tipo	Descrizione	Struttura (mm)	Resistenza
1	Striscia 10x5 Red	Strisce Larghezza, Spessore=10/5	200 N/mm ²
2	Barra Ø20 Green	Barre Diametro=20	250 N/mm ²
3	Tenax LBO 330	Strisce Larghezza, Spessore=10/5	0 N/mm ²
4	35/20- Geogriglie_Poliestere	Fogli	37 kN/m
5	55/30- Geogriglie_Poliestere	Fogli	60 kN/m
6	80/30- Geogriglie_Poliestere	Fogli	85 kN/m
7	110/30- Geogriglie_Poliestere	Fogli	115 kN/m
8	Striscia 50x4	Strisce Larghezza, Spessore=50/4	338 N/mm ²
9	GEOGRIGLIA	Fogli	53.12 kN/m

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR00000005	<i>Rev</i> 1	<i>Data</i> 13/05/2011

Descrizione

Nr.	Confermare con il pulsante destro del mouse	X (m)	Y (m)	Lx (m)	Ly (m)	Q (kg/m ²)
1	Mezzi	6.65	8.7	13.5	20	1600

Combinazione 1(A1+M1)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1.30
2	Spinta terreno	1.30
3	Spinta falda	1.30
4	Spinta sismica in x	0.00
5	Spinta sismica in y	0.00
6	Resistenza sfilamento	1.00
7	Mezzi	1.50

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali SLU
1	Tangente angolo res. taglio	1.25
2	Coesione	1.25
3	Coesione non drenata	1.4
4	Peso unità volume	1
	Angolo attrito terreno rinforzo	

Combinazione 2(A2+M2)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1.00
2	Spinta terreno	1.00
3	Spinta falda	1.00
4	Spinta sismica in x	0.00
5	Spinta sismica in y	0.00
6	Resistenza sfilamento	1.00
7	Mezzi	1.30

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR0000005F0	<i>Rev</i> F0

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali SLU
1	Tangente angolo res. taglio	1.25
2	Coazione	1.25
3	Coazione non drenata	1.4
4	Peso unità volume	1
	Angolo attrito terreno rinforzo	

Sisma

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1.00
2	Spinta terreno	1.00
3	Spinta falda	1.00
4	Spinta sismica in x	1.00
5	Spinta sismica in y	1.00
6	Resistenza sfilamento	1.00
7	Mezzi	0.30

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali SLU
1	Tangente angolo res. taglio	1.25
2	Coazione	1.25
3	Coazione non drenata	1.4
4	Peso unità volume	1
	Angolo attrito terreno rinforzo	

Combinazione 1(A1+M1)

Posizione rinforzi

Nr.	X (m)	y (m)	Tipo	Lungh ezza ripiegat ura (m)	Lungh ezza facciat a (Lf) (m)	Lungh ezza cuneo (Lr) (m)	Lungh ezza efficac e (Le) (m)	Lungh ezza totale (Lt) (m)	Interas se (m)	Fattore sicurez za sfilame nto	Tensio ne rinforzo (kg/m ²)	Fattore sicurez za rottura
1	0.02	0.05	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	0.03	6.97	7	0	116.3	--	4.03
2	0.24	0.65	(9)	0.1	0.1	0.36	6.64	7	0	117.46	--	3.24

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO				
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO				<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR00000005	<i>Rev</i> 1	<i>Data</i> 13/05/2011

			GEOG RIGLIA										
3	0.46	1.25	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	0.69	6.31	7	0	119.11	--	2.72	
4	0.68	1.85	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	1.03	5.97	7	0	121.37	--	2.35	
5	0.9	2.45	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	1.36	5.64	7	0	124.44	--	2.08	
6	1.12	3.05	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	1.69	5.31	7	0	128.57	--	1.86	
7	1.34	3.65	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	2.02	4.98	7	0	134.17	--	1.69	
8	1.56	4.25	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	2.36	4.64	7	0	141.85	--	1.55	
9	1.78	4.85	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	2.69	4.31	7	0	152.62	--	1.43	
10	2.01	5.45	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	3.02	3.98	7	0	168.31	--	1.33	
11	2.23	6.05	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	3.35	3.65	7	0	192.52	--	1.24	

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (10.2/0.0) m

Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (10.2/8.7) m

Centro di rotazione (xro,yro) = (0.0/0.0) m

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR0000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato;
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m ³);
Eps	Inclinazione dello strato (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio;
Delta	Angolo di attrito terra muro (°);
c	Coesione (kg/m ²);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β
8.7	0.0	1900.0	0.0	38.0	0.0	0.0	20.1

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta
Ka	Coefficiente di spinta attiva,
Kd	Coefficiente di spinta dinamica,
Dk	Coefficiente di incremento dinamico,

μ	Ka	Kd	Dk
69.9	0.12	0.2	0.07

Spinte risultanti e punto di applicazione

Fx	Forza in direzione x (Kg);
Fy	Forza in direzione y (Kg);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (m);

	Fx	Fy	Z(Rpx)	Z(Rpy)
Spinta attiva	8307.93	-3039.75	10.33	10.33
Spinta incremento sismico	4998.92	-1829.03	10.33	2.9
Spinta statica sovraccarico	0.0	0.0	10.33	10.33
Spinta incr. sismico sovraccarico	0.0	10325.13	0.0	4.35
Peso muro	0.0	113511.5	10.33	10.33

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR00000005	<i>Rev</i> 1	<i>Data</i> 13/05/2011

Momento stabilizzante	724051.8 Kgm
Momento ribaltante	31320.9 Kgm

Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	10800.31 Kg	
Sommatoria forze verticali	143613.3 Kg	
Coefficiente di attrito	0.78	
Adesione	0.0	kg/m ²
Angolo piano di scorrimento	356.0 °	
Forze normali al piano di scorrimento	144016.8 Kg	
Forze parall. al piano di scorrimento	756.06 Kg	
Coeff. sicurezza traslazione Csd	148.82	

Traslazione verificata Csd>1

Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	724051.8 Kgm
Momento ribaltante	31320.9 Kgm
Coeff. sicurezza ribaltamento Csv	23.12

Muro verificato a ribaltamento Csv>1

Carico limite - Metodo di Vesic (1973)

Somma forze in direzione x	10800.31 Kg
Somma forze in direzione y (Fy)	143613.3 Kg
Somma momenti	-692730.8 Kgm
Larghezza fondazione	7.02 m
Lunghezza	1.0 m
Eccentricità su B	1.31 m
Peso unità di volume	1900.0 Kg/m ³
Angolo di resistenza al taglio	38.0 °
Coesione	0.0 kg/m ²
Terreno sulla fondazione	1.0 m
Peso terreno sul piano di posa	1900.0 Kg/m ³
Nq	48.93
Nc	61.35

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR0000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Ng	78.02
sq	1.18
sc	1.18
sg	0.91
iq	0.91
ic	0.91
ig	0.84
Carico limite verticale (Qlim)	1532423.0 Kg
Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)	10.67

Carico limite verificato Csq>1

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	4.82 m
Larghezza della fondazione	7.02 m

x = 0.43	Tensione... 0.0 kg/m ²
x = 7.02	Tensione... 43621.96 kg/m ²

Combinazione 2(A2+M2)

Posizione rinforzi

Nr.	X (m)	y (m)	Tipo	Lungh ezza ripiegat ura (m)	Lungh ezza facciat a (Lf) (m)	Lungh ezza cuneo (Lr) (m)	Lungh ezza efficac e (Le) (m)	Lungh ezza totale (Lt) (m)	Interas se (m)	Fattore sicurez za sfilame nto	Tensio ne rinforzo (kg/m ²)	Fattore sicurez za rottura
1	0.02	0.05	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	0.03	6.97	7	0	137.65	--	5.2
2	0.24	0.65	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	0.36	6.64	7	0	138.49	--	4.18
3	0.46	1.25	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	0.69	6.31	7	0	139.87	--	3.51
4	0.68	1.85	(9) GEOG	0.1	0.1	1.03	5.97	7	0	141.94	--	3.03

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO				
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO				<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR00000005	<i>Rev</i> 1	<i>Data</i> 13/05/2011

			RIGLIA										
5	0.9	2.45	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	1.36	5.64	7	0	144.92	--	2.67	
6	1.12	3.05	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	1.69	5.31	7	0	149.11	--	2.4	
7	1.34	3.65	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	2.02	4.98	7	0	154.95	--	2.18	
8	1.56	4.25	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	2.36	4.64	7	0	163.15	--	1.99	
9	1.78	4.85	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	2.69	4.31	7	0	174.88	--	1.84	
10	2.01	5.45	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	3.02	3.98	7	0	192.19	--	1.71	
11	2.23	6.05	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	3.35	3.65	7	0	219.26	--	1.6	

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per $(x_{r1}, y_{r1}) = (10.2/0.0)$ m

Piano di rottura passante per $(x_{r2}, y_{r2}) = (10.2/8.7)$ m

Centro di rotazione $(x_{ro}, y_{ro}) = (0.0/0.0)$ m

Discretizzazione terreno

- Qi Quota iniziale strato;
- Qf Quota finale strato
- Gamma Peso unità di volume (Kg/m^3);
- Eps Inclinazione dello strato ($^\circ$);

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR0000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Fi Angolo di resistenza a taglio;
 Delta Angolo di attrito terra muro (°);
 c Coesione (kg/m²);
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β
8.7	0.0	1900.0	0.0	38.0	0.0	0.0	20.1

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta
 Ka Coefficiente di spinta attiva,
 Kd Coefficiente di spinta dinamica,
 Dk Coefficiente di incremento dinamico,

μ	Ka	Kd	Dk
69.9	0.12	0.2	0.07

Spinte risultanti e punto di applicazione

Fx Forza in direzione x (Kg);
 Fy Forza in direzione y (Kg);
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (m);

	Fx	Fy	Z(Rpx)	Z(Rpy)
Spinta attiva	8307.93	-3039.75	10.33	10.33
Spinta incremento sismico	4998.92	-1829.03	10.33	2.9
Spinta statica sovraccarico	0.0	0.0	10.33	10.33
Spinta incr. sismico sovraccarico	0.0	10325.13	0.0	4.35
Peso muro	0.0	113511.5	10.33	10.33

Momento stabilizzante 556962.9 Kgm

Momento ribaltante 24093.0 Kgm

Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali 8307.93 Kg

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR00000005	<i>Rev</i> 1	<i>Data</i> 13/05/2011

Sommatoria forze verticali	110471.8	Kg	
Coefficiente di attrito	0.78		
Adesione	0.0	kg/m ²	
Angolo piano di scorrimento	356.0	°	
Forze normali al piano di scorrimento	110782.2	Kg	
Forze parall. al piano di scorrimento	581.58	Kg	
Coeff. sicurezza traslazione Csd	148.82		

Traslazione verificata Csd>1

Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	556962.9	Kgm
Momento ribaltante	24093.0	Kgm
Coeff. sicurezza ribaltamento Csv	23.12	

Muro verificato a ribaltamento Csv>1

Carico limite - Metodo di Vesic (1973)

Somma forze in direzione x	8307.93	Kg
Somma forze in direzione y (Fy)	110471.8	Kg
Somma momenti	-532869.9	Kgm
Larghezza fondazione	7.02	m
Lunghezza	1.0	m
Eccentricità su B	1.31	m
Peso unità di volume	1900.0	Kg/m ³
Angolo di resistenza al taglio	38.0	°
Coesione	0.0	kg/m ²
Terreno sulla fondazione	1.0	m
Peso terreno sul piano di posa	1900.0	Kg/m ³
Nq	48.93	
Nc	61.35	
Ng	78.02	
sq	1.18	
sc	1.18	
sg	0.91	
iq	0.91	
ic	0.91	

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO		Codice documento CG0700PRXDCCD1CPR0000005F0	Rev F0	Data 20/06/2011

ig 0.84
Carico limite verticale (Qlim) 1532422.0 Kg
Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy) 13.87

Carico limite verificato Csq>1

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione 4.82 m
Larghezza della fondazione 7.02 m

x = 0.43 Tensione... 0.0 kg/m²
x = 7.02 Tensione... 33555.37 kg/m²

A2-M2 Sisma

Posizione rinforzi

Nr.	X (m)	y (m)	Tipo	Lungh ezza ripiegat ura (m)	Lungh ezza facciat a (Lf) (m)	Lungh ezza cuneo (Lr) (m)	Lungh ezza efficac e (Le) (m)	Lungh ezza totale (Lt) (m)	Interas se (m)	Fattore sicurez za sfilame nto	Tensio ne rinforzo (kg/m ²)	Fattore sicurez za rottura
1	0.02	0.05	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	0.03	6.97	7	0	60.08	--	4.21
2	0.24	0.65	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	0.36	6.64	7	0	58.66	--	3.42
3	0.46	1.25	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	0.69	6.31	7	0	57.36	--	2.88
4	0.68	1.85	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	1.03	5.97	7	0	56.19	--	2.49
5	0.9	2.45	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	1.36	5.64	7	0	55.18	--	2.2
6	1.12	3.05	(9) GEOG	0.1	0.1	1.69	5.31	7	0	54.41	--	1.97

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO			
		MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR00000005	<i>Rev</i> 1	<i>Data</i> 13/05/2011

			RIGLIA										
7	1.34	3.65	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	2.02	4.98	7	0	53.93	--	1.78	
8	1.56	4.25	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	2.36	4.64	7	0	53.87	--	1.62	
9	1.78	4.85	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	2.69	4.31	7	0	54.42	--	1.49	
10	2.01	5.45	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	3.02	3.98	7	0	55.9	--	1.38	
11	2.23	6.05	(9) GEOG RIGLIA	0.1	0.1	3.35	3.65	7	0	58.96	--	1.29	

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per $(x_{r1}, y_{r1}) = (10.2/0.0)$ m

Piano di rottura passante per $(x_{r2}, y_{r2}) = (10.2/8.7)$ m

Centro di rotazione $(x_{ro}, y_{ro}) = (0.0/0.0)$ m

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato;
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m ³);
Eps	Inclinazione dello strato (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio;
Delta	Angolo di attrito terra muro (°);
c	Coesione (kg/m ²);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β
8.7	0.0	1900.0	0.0	38.0	0.0	0.0	20.1

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR0000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta
Ka	Coefficiente di spinta attiva,
Kd	Coefficiente di spinta dinamica,
Dk	Coefficiente di incremento dinamico,

μ	Ka	Kd	Dk
69.9	0.12	0.2	0.07

Spinte risultanti e punto di applicazione

Fx	Forza in direzione x (Kg);
Fy	Forza in direzione y (Kg);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (m);

	Fx	Fy	Z(Rpx)	Z(Rpy)
Spinta attiva	8307.93	-3039.75	10.33	10.33
Spinta incremento sismico	4998.92	-1829.03	10.33	2.9
Spinta statica sovraccarico	0.0	0.0	10.33	10.33
Spinta incr. sismico sovraccarico	0.0	10325.13	0.0	4.35
Peso muro	15551.08	113511.5	10.33	10.33

Momento stabilizzante 538078.0 Kgm

Momento ribaltante 102115.6 Kgm

Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	28857.92 Kg
Sommatoria forze verticali	108642.7 Kg
Coefficiente di attrito	0.78
Adesione	0.0 kg/m ²
Angolo piano di scorrimento	356.0 °
Forze normali al piano di scorrimento	110391.1 Kg
Forze parall. al piano di scorrimento	21209.1 Kg

Coeff. sicurezza traslazione Csd 4.07

Traslazione verificata Csd>1

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR00000005	<i>Rev</i> 1	<i>Data</i> 13/05/2011

Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	538078.0 Kgm
Momento ribaltante	102115.6 Kgm
Coeff. sicurezza ribaltamento C_{sv}	5.27

Muro verificato a ribaltamento C_{sv}>1

Carico limite - Metodo di Vesic (1973)

Somma forze in direzione x	28857.92 Kg
Somma forze in direzione y (F _y)	108642.7 Kg
Somma momenti	-435962.4 Kgm
Larghezza fondazione	7.02 m
Lunghezza	1.0 m
Eccentricità su B	0.5 m
Peso unità di volume	1900.0 Kg/m ³
Angolo di resistenza al taglio	38.0 °
Coesione	0.0 kg/m ²
Terreno sulla fondazione	1.0 m
Peso terreno sul piano di posa	1900.0 Kg/m ³
N _q	48.93
N _c	61.35
N _g	78.02
s _q	1.13
s _c	1.13
s _g	0.93
i _q	0.7
i _c	0.7
i _g	0.52
Carico limite verticale (Q _{lim})	1734072.0 Kg
Fattore sicurezza (C_{sq}=Q_{lim}/F_y)	15.96

Carico limite verificato C_{sq}>1

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	4.01 m
Larghezza della fondazione	7.02 m

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR00000005	<i>Rev</i> 1

Maglia dei Centri

```
=====
```

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	0.69 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	21.51 m
Ascissa vertice destro superiore xs	12.05 m
Ordinata vertice destro superiore ys	31.85 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

```
=====
```

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/m ²)	cu (kg/m ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	K (Kg/cm ³)	Litologia	
1	0		38	2000	2100	0.00	Terreno rinforzo	
2	0		38	1900	2000	0.00	Terreno riempimento	
3	0		38	1900	2000	0.00	Terreno fondazione	

Terra rinforzata

No	X (m)	Y (m)	Stato	Tipologia
1	10.37192	10.82541	Attivato	

Carichi distribuiti

N°	xi m	yi m	xf m	yf m	Carico esterno (kg/m ²)
1	17.15	19.55	30.65	19.55	2400

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR0000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A1+M1+R1]]

```
=====
```

Fs minimo individuato	1.96
Ascissa centro superficie	10.35 m
Ordinata centro superficie	28.23 m
Raggio superficie	18.95 m

```
=====
```

Analisi dei conci. Superficie...xc = 10.345 yc = 28.235 Rc = 18.954 Fs=1.9622

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/m²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	2.61	-24.9	2.88	3469.06	0.0	0.0	0.0	38.0	0.0	4597.71664.2	
2	2.61	-16.4	2.72	8338.16	0.0	0.0	0.0	38.0	0.0	9733.03523.0	
3	2.61	-8.3	2.64	11173.06	0.0	0.0	0.0	38.0	0.0	11924.34316.2	
4	3.76	1.4	3.76	17477.73	0.0	0.0	0.0	38.0	0.0	17334.56274.4	
5	1.46	9.3	1.48	22955.6	0.0	0.0	0.0	38.0	0.0	21960.97949.0	
6	3.01	16.3	3.13	51833.63	0.0	0.0	0.0	38.0	0.0	48837.217677.3	
7	2.21	24.7	2.43	41878.12	0.0	0.0	0.0	38.0	0.0	39516.014303.3	
8	2.61	33.1	3.12	41964.89	0.0	0.0	0.0	38.0	0.0	40527.914669.6	
9	2.61	43.2	3.58	31863.11	0.0	0.0	0.0	38.0	0.0	32626.311809.5	
10	2.61	55.7	4.63	16730.09	0.0	0.0	0.0	38.0	0.0	19384.27016.4	

VERIFICHE INTERNE

Posizione rinforzi

ID	Xrinf./Yrinf. m	xc, yc, rc	Fsmin	Verifiche interne
0*1	1.08/11.7	10.35/28.23/18.95	1.962	Compound
0*2	2.16/11.7	10.91/24.61/15.6	1.965	Compound
0*3	3.24/11.7	10.91/21.51/12.46	1.979	Compound
0*4	4.32/11.7	12.05/28.75/18.72	2	Compound
0*5	5.4/11.7	12.05/25.65/15.45	2.034	Compound
0*6	6.48/11.7	11.48/26.17/15.31	2.088	Compound
0*7	7.56/11.7	10.35/30.3/18.81	2.056	Compound
0*8	8.64/11.7	11.48/31.34/19.84	2.076	Compound
0*9	9.72/11.7	12.05/28.75/17.21	2.046	Compound

**MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE
– RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO**

Codice documento

CG0700PRXDCCD1CPR00000005

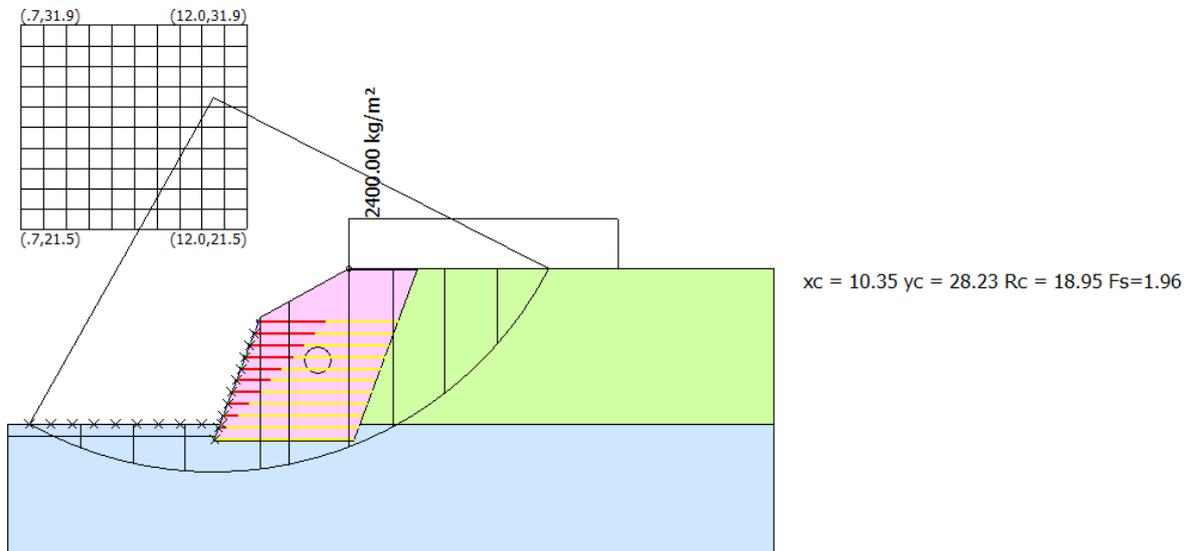
Rev

1

Data

13/05/2011

0*10	10.8/11.7	12.05/25.65/14	2.155	Compound
1*1	10.39/10.88	12.05/25.65/14	2.155	Tieback
1*2	10.61/11.48	11.48/26.17/14.72	2.053	Tieback
1*3	10.83/12.08	10.35/31.34/19.27	2.251	Tieback
1*4	11.05/12.68	10.91/30.82/18.15	2.297	Tieback
1*5	11.27/13.28	10.91/28.75/15.48	2.84	Tieback
1*6	11.49/13.88	11.48/31.34/17.46	2.744	Tieback
1*7	11.72/14.48	11.48/30.3/15.83	4.159	Tieback
1*8	11.94/15.08	11.48/31.34/16.27	6.125	Tieback
1*9	12.16/15.68	12.05/27.72/12.04	4.774	Tieback
1*10	12.38/16.28	12.05/27.72/11.45	3.24	Tieback



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR0000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

9.2.2 A2-M2

Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

=====	
Lat./Long.	38.228192/15.646789
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	3.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.1
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

=====	
Ascissa vertice sinistro inferiore xi	0.69 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	21.51 m
Ascissa vertice destro superiore xs	12.05 m
Ordinata vertice destro superiore ys	31.85 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si
=====	

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO		Codice documento CG0700PRXDCCD1CPR00000005	Rev 1	Data 13/05/2011

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/m ²)	cu (kg/m ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	K (Kg/cm ³)	Litologia	
1	0		38	2000	2100	0.00	Terreno rinforzo	
2	0		38	1900	2000	0.00	Terreno riempimento	
3	0		38	1900	2000	0.00	Terreno fondazione	

Terra rinforzata

No	X (m)	Y (m)	Stato	Tipologia
1	10.37192	10.82541	Attivato	

Carichi distribuiti

N°	xi m	yi m	xf m	yf m	Carico esterno (kg/m ²)
1	17.15	19.55	30.65	19.55	2080

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato 1.59
 Ascissa centro superficie 10.35 m
 Ordinata centro superficie 28.23 m
 Raggio superficie 18.95 m

=====

Analisi dei conci. Superficie...xc = 10.345 yc = 28.235 Rc = 18.954 Fs=1.5864

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/m ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
-----	--------	-------------	---------	------------	---------------	---------------	---------------------------	-----------	------------	-------------	------------

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR0000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

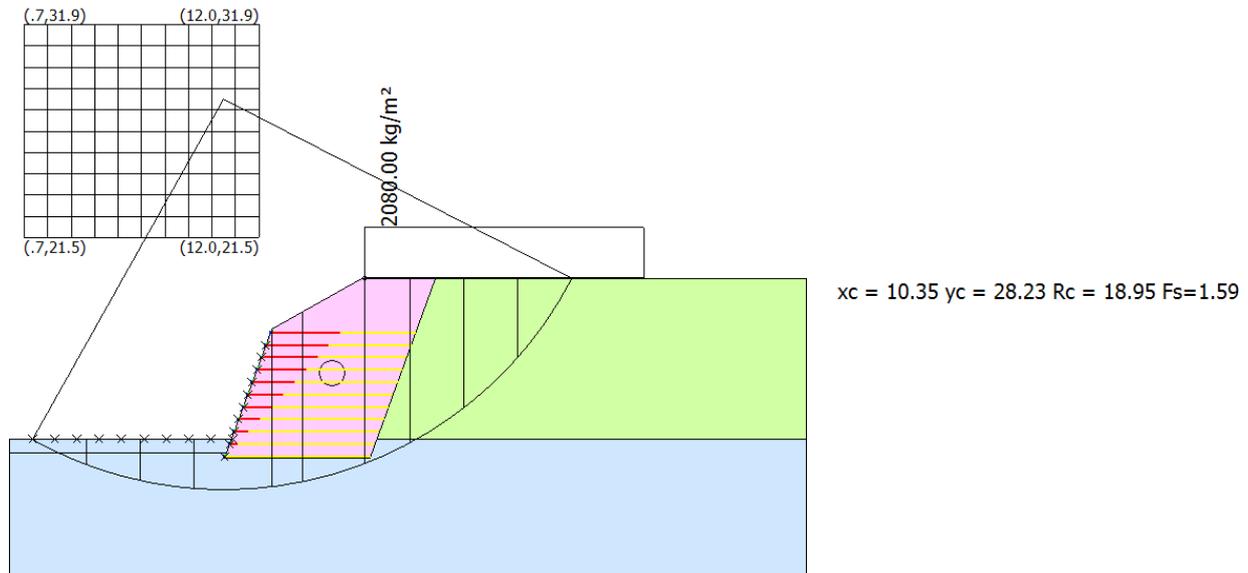
1	2.61	-24.9	2.88	3469.06	0.0	0.0	0.0	32.0	0.0	4588.01643.3
2	2.61	-16.4	2.72	8338.16	0.0	0.0	0.0	32.0	0.0	9720.83481.8
3	2.61	-8.3	2.64	11173.06	0.0	0.0	0.0	32.0	0.0	11917.34268.5
4	3.76	1.4	3.76	17477.73	0.0	0.0	0.0	32.0	0.0	17336.06209.4
5	1.46	9.3	1.48	22955.6	0.0	0.0	0.0	32.0	0.0	21973.77870.5
6	3.01	16.3	3.13	51833.63	0.0	0.0	0.0	32.0	0.0	48886.017509.9
7	2.21	24.7	2.43	41173.79	0.0	0.0	0.0	32.0	0.0	38909.413936.5
8	2.61	33.1	3.12	41129.65	0.0	0.0	0.0	32.0	0.0	39800.714255.8
9	2.61	43.2	3.58	31027.87	0.0	0.0	0.0	32.0	0.0	31855.611410.0
10	2.61	55.7	4.63	15926.84	0.0	0.0	0.0	32.0	0.0	18520.66633.7

VERIFICHE INTERNE

Posizione rinforzi

ID	Xrinf./Yrinf. m	xc, yc, rc	Fsmin	Verifiche interne
0*1	1.08/11.7	10.35/28.23/18.95	1.586	Compound
0*2	2.16/11.7	10.91/24.61/15.6	1.588	Compound
0*3	3.24/11.7	10.91/21.51/12.46	1.6	Compound
0*4	4.32/11.7	12.05/28.75/18.72	1.617	Compound
0*5	5.4/11.7	12.05/25.65/15.45	1.647	Compound
0*6	6.48/11.7	11.48/26.17/15.31	1.695	Compound
0*7	7.56/11.7	10.35/30.3/18.81	1.669	Compound
0*8	8.64/11.7	11.48/31.34/19.84	1.682	Compound
0*9	9.72/11.7	12.05/28.75/17.21	1.659	Compound
0*10	10.8/11.7	12.05/30.82/19.16	1.752	Compound
1*1	10.39/10.88	12.05/30.82/19.16	1.752	Tieback
1*2	10.61/11.48	11.48/26.17/14.72	1.668	Tieback
1*3	10.83/12.08	10.35/31.34/19.27	1.834	Tieback
1*4	11.05/12.68	10.91/30.82/18.15	1.873	Tieback
1*5	11.27/13.28	10.91/28.75/15.48	2.345	Tieback
1*6	11.49/13.88	11.48/31.34/17.46	2.257	Tieback
1*7	11.72/14.48	11.48/30.3/15.83	3.526	Tieback
1*8	11.94/15.08	11.48/31.34/16.27	5.431	Tieback
1*9	12.16/15.68	12.05/27.72/12.04	4.162	Tieback
1*10	12.38/16.28	12.05/28.75/12.48	2.739	Tieback

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR00000005	<i>Rev</i> 1	<i>Data</i> 13/05/2011



9.2.3 A2-M2 sisma

Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

Lat./Long.	38.228192/15.646789
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	3.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.1
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	0.69 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	21.51 m
Ascissa vertice destro superiore xs	12.05 m
Ordinata vertice destro superiore ys	31.85 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR0000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	3 - Grandi opere
Classe d'uso:	Classe IV
Vita nominale:	100.0 [anni]
Vita di riferimento:	200.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120.0	1.3	2.33	0.32
S.L.D.	201.0	1.69	2.36	0.34
S.L.V.	1898.0	4.34	2.49	0.42
S.L.C.	2475.0	4.82	2.5	0.44

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:	Opere di sostegno
--------	-------------------

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1.56	0.24	0.0382	0.0191
S.L.D.	2.028	0.24	0.0496	0.0248
S.L.V.	4.34	1.0	0.4426	0.2213
S.L.C.	4.82	1.0	0.4915	0.2458

Coefficiente azione sismica orizzontale	0.137
Coefficiente azione sismica verticale	0.069

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR00000005	<i>Rev</i> 1	<i>Data</i> 13/05/2011

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0.0	11.7
2	10.8	11.7
3	12.67	17.06
4	17.14	19.53
5	19.66	19.53
6	38.5	19.53

Vertici strato1

N	X m	y m
1	0.0	11.07
2	16.3	11.07
3	19.66	19.53
4	38.5	19.53

Vertici strato2

N	X m	y m
1	0.0	11.7
2	10.8	11.7
3	18.45	11.7
4	18.5	11.7
5	38.5	11.7

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coazione efficace	1.25
Coazione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

=====

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR0000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/m ²)	cu (kg/m ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	K (Kg/cm ³)	Litologia	
1	0		38	2000	2100	0.00	Terreno rinforzo	
2	0		38	1900	2000	0.00	Terreno riempimento	
3	0		38	1900	2000	0.00	Terreno fondazione	

Terra rinforzata

No	X (m)	Y (m)	Stato	Tipologia
1	10.37192	10.82541	Attivato	

Carichi distribuiti

N°	xi m	yi m	xf m	yf m	Carico esterno (kg/m ²)
1	17.15	19.55	30.65	19.55	480

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

=====

Fs minimo individuato	1.12
Ascissa centro superficie	10.35 m
Ordinata centro superficie	28.23 m
Raggio superficie	18.95 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CG0700PRXDCCD1CPR00000005	<i>Rev</i> 1	<i>Data</i> 13/05/2011

scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

Analisi dei conci. Superficie...xc = 10.345 yc = 28.235 Rc = 18.954 Fs=1.1155

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/m ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	2.61	-24.9	2.88	3469.06	475.26	239.37	0.0	32.0	0.0	5010.02551.9	
2	2.61	-16.4	2.72	8338.16	1142.33	575.33	0.0	32.0	0.0	10231.25211.5	
3	2.61	-8.3	2.64	11173.06	1530.71	770.94	0.0	32.0	0.0	12202.56215.6	
4	3.76	1.4	3.76	17477.73	2394.45	1205.96	0.0	32.0	0.0	17274.88799.3	
5	1.46	9.3	1.48	22955.6	3144.92	1583.94	0.0	32.0	0.0	21472.410937.4	
6	3.01	16.3	3.13	51833.63	7101.21	3576.52	0.0	32.0	0.0	47008.623944.8	
7	2.21	24.7	2.43	37652.11	5158.34	2598.0	0.0	32.0	0.0	33577.517103.4	
8	2.61	33.1	3.12	36953.41	5062.62	2549.79	0.0	32.0	0.0	33114.716867.7	
9	2.61	43.2	3.58	26851.63	3678.67	1852.76	0.0	32.0	0.0	24919.112693.1	
10	2.61	55.7	4.63	11910.6	1631.75	821.83	0.0	32.0	0.0	12094.76160.7	

VERIFICHE INTERNE

Posizione rinforzi

ID	Xrinf./Yrinf. m	xc, yc, rc	Fsmin	Verifiche interne
0*1	1.08/11.7	10.35/28.23/18.95	1.116	Compound
0*2	2.16/11.7	10.91/25.65/16.47	1.125	Compound
0*3	3.24/11.7	10.91/23.58/14.14	1.131	Compound
0*4	4.32/11.7	12.05/28.75/18.72	1.124	Compound
0*5	5.4/11.7	12.05/25.65/15.45	1.145	Compound
0*6	6.48/11.7	11.48/26.17/15.31	1.168	Compound
0*7	7.56/11.7	10.35/30.3/18.81	1.144	Compound
0*8	8.64/11.7	11.48/31.34/19.84	1.151	Compound
0*9	9.72/11.7	12.05/28.75/17.21	1.143	Compound
0*10	10.8/11.7	12.05/30.82/19.16	1.193	Compound
1*1	10.39/10.88	12.05/30.82/19.16	1.193	Tieback

**MURO IN T.R ZONA FONDAZIONE ARCADE
– RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO**

Codice documento

CG0700PRXDCCD1CPR0000005F0

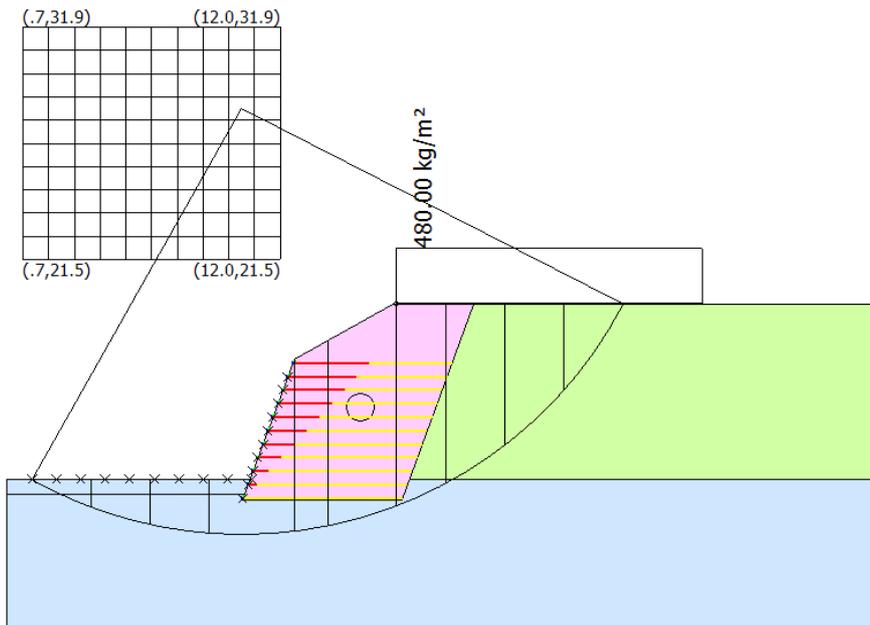
Rev

F0

Data

20/06/2011

1*2	10.61/11.48	11.48/26.17/14.72	1.151	Tieback
1*3	10.83/12.08	10.35/31.34/19.27	1.238	Tieback
1*4	11.05/12.68	10.91/30.82/18.15	1.267	Tieback
1*5	11.27/13.28	10.91/28.75/15.48	1.54	Tieback
1*6	11.49/13.88	11.48/31.34/17.46	1.491	Tieback
1*7	11.72/14.48	11.48/30.3/15.83	2.156	Tieback
1*8	11.94/15.08	11.48/31.34/16.27	3.014	Tieback
1*9	12.16/15.68	12.05/31.85/16.18	2.572	Tieback
1*10	12.38/16.28	12.05/28.75/12.48	1.897	Tieback



$x_c = 10.35$ $y_c = 28.23$ $R_c = 18.95$ $F_s = 1.12$