

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>INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</p>	<p>IL CONTRAENTE GENERALE PROJECT MANAGER (Ing. P.P. Marcheselli)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA</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>PARCHEGGI</p> <p>CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE</p>	<p>CD0120_F0</p>
---	--	------------------

<p>CODICE</p>	<p>C G 0 7 0 0 P R G D C C D 1 C P R 0 0 0 0 0 0 0 5 F0</p>
---------------	---

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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

INDICE

INDICE.....	3
PREMESSA.....	5
1 RIFERIMENTI NORMATIVI.....	5
2 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SUOLO	7
2.1.1 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA	7
2.1.2 PARAMETRI SISMICI DI BASE	7
2.1.3 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	8
2.1.3.1 COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA.....	9
2.1.3.2 COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	10
2.1.3.3 CALCOLO COEFFICIENTI SISMICI.....	11
3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	12
4 MODELLO DI CALCOLO	15
4.1 PROGRAMMA DI CALCOLO UTILIZZATO	15
4.2 CALCOLO DEL CARICO LIMITE.....	15
4.2.1 FATTORI CORRETTIVI SISMICI: PAOLUCCI E PECKER	25
4.2.2 CALCOLO CEDIMENTI ELASTICI	25
5 AZIONI TRASMESSE DALLA STRUTTURA.....	27
6 CORPO DI FABBRICA 1	31
7 CORPO DI FABBRICA 2	34
8 CORPO DI FABBRICA 3	37
9 CORPO DI FABBRICA 4	40
10 CORPO DI FABBRICA 5	43
11 CORPO DI FABBRICA 6	46
12 CORPO DI FABBRICA 7	49
13 CORPO DI FABBRICA 8 (P.EMERG.)	52
14 CORPO DI FABBRICA 9 (P.EMERG.)	55
15 CEDIR.....	58

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

PREMESSA

La presente relazione riassume, per completezza, i risultati di verifica della capacità portante del terreno di fondazione di tutti corpi di fabbrica da realizzare.

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.

Di seguito viene riportato l'inquadramento planimetrico dell'opera in questione.



Figura: Stralcio planimetrico con indicazione dei corpi di fabbrica

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”;

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- UNI ENV 1997: “Eurocodice 7. Progettazione geotecnica”
- UNI ENV 1998-1,5, 2004: “Eurocodice 8. Progettazione delle strutture per la resistenza sismica”;

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

2 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SUOLO

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

2.1.1 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":

- Per $H > 5.00$ m:

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:

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

2.1.2 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:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F₀ [-]	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

- 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;
- F₀ = 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.

2.1.3 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</i> caratterizzati da valori di V _{s,30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , 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).
C	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina media-mente consistenti</i> , con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

	$V_{s,30}$ 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).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori 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).</i>
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>

Dalla caratterizzazione delle categorie di sottosuolo, effettuata con riferimento ai singoli corpi di fabbrica, si evince che il sottosuolo di progetto rientra nella **Categoria B**, così come riportato nelle relazioni relative alle opere stesse.

L'esame del sondaggio C404, anche se non prossimo all'opera in esame, mette in luce la presenza di materiali di riporto e uno strato dello spessore di circa 2.50 di limi argillosi, compreso fra 6.50 m e 8.90 m dal piano di campagna. Qualora la presenza di tale materiale fosse confermata in fase di scavo per il raggiungimento della quota di imposta, verrà eseguita l'asportazione totale di tale terreno con sostituzione a mezzo di materiale granulare adeguatamente compattato.

2.1.3.1 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.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_s e di C_c

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

Pertanto si ha:

STATO LIMITE	a_g [g]	F_o [-]	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.

2.1.3.2 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**.

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		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

2.1.3.3 CALCOLO COEFFICIENTI SISMICI

Le **NTC 2008** calcolano i coefficienti K_h e K_v in dipendenza di vari fattori:

$$K_h = \beta \times (a_{\max}/g) \qquad K_v = \pm 0,5 \times K_h$$

β = coefficiente di riduzione accelerazione massima attesa al sito;

a_{\max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità;

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S_S S_T a_g$$

S_S (effetto di amplificazione stratigrafica): $0.90 \leq S_S \leq 1.80$; è funzione di F_0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).

S_T (effetto di amplificazione topografica) per fondazioni in prossimità di pendii.

Il valore di S_T varia con il variare delle quattro categorie topografiche introdotte:

$$T1 (S_T = 1.0) \quad T2 (S_T = 1.20) \quad T3 (S_T = 1.20) \quad T4 (S_T = 1.40).$$

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - PVR)$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

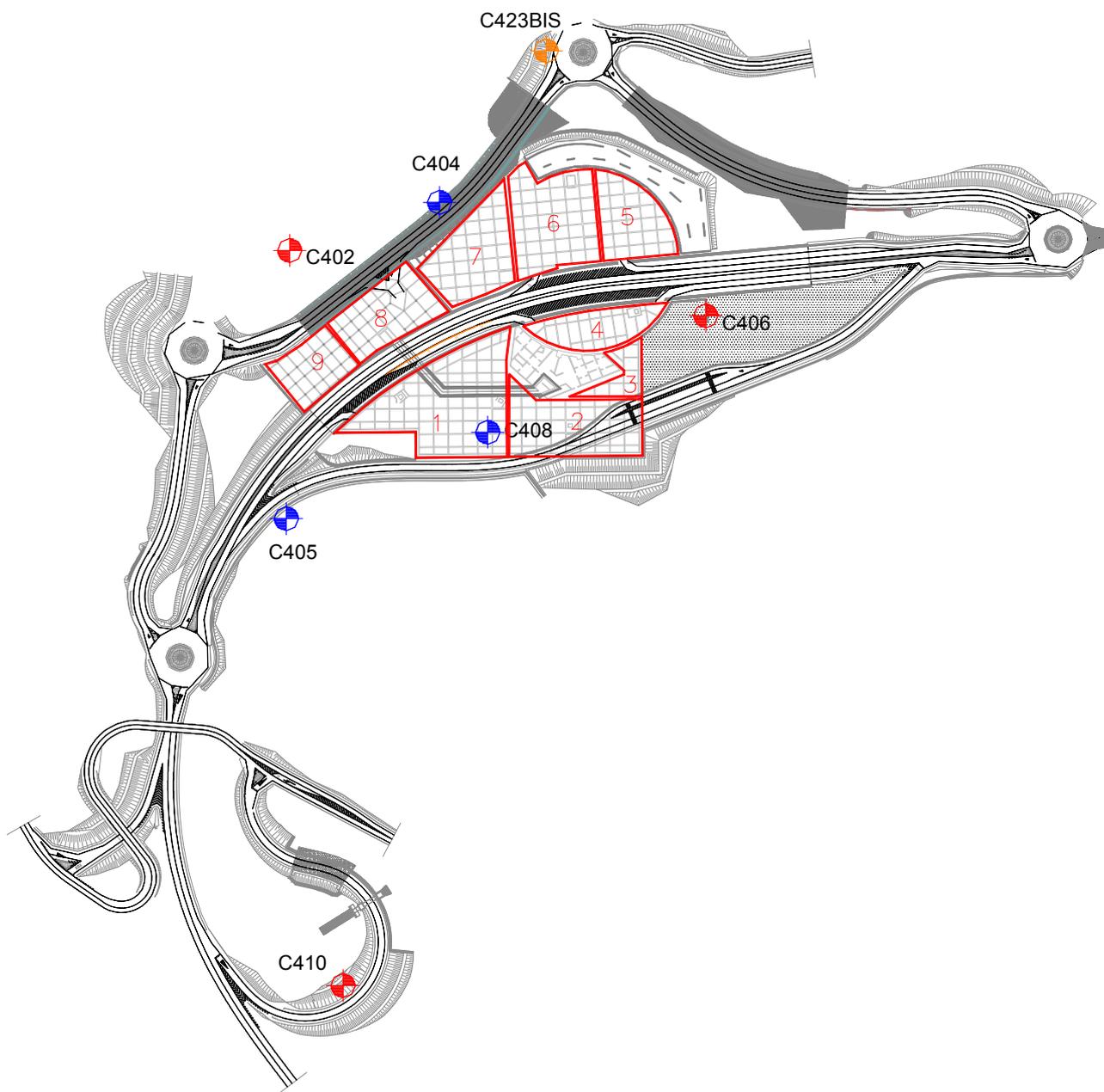


Fig. 3.1 – Stralcio planimetrico con ubicazione dei corpi di fabbrica e dei sondaggi

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE	Codice documento CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	Rev F0

Si riporta di seguito la colonna stratigrafica del sondaggio di riferimento:

Scab (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio	S.P.T.	Podet Test kg/cmq	Campioni	Falda	R.Q.D. %	Prova Permeab.	Prova Dilat/Press.	Rezometro 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		n° 6 10.00 m 12/16/24		10.55 CR1			LEFRANC C.C. 10.00		
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° 7 11.50 m 5/7/9		10.75 CR2					
8					n° 8 13.00 m 17/22/23		12.00 CR3					
9			13.80		n° 9 14.50 m R		12.20 CR4					
10		Blocco granitico con alterazione da media ad elevata	14.30		n° 10 16.00m R		15.20 CR5					
11					n° 11 18.20m 23/R		15.40 CR6				2MPA 18.00	
12		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° 12 22.00m 25/R		16.75 CR7			LEFRANC C.C. 20.00		
13					n° 13 24.20m R		16.90 CR8					
14					n° 14 26.00m R		19.40 CR9					
15					n° 15 27.50m 12/23/41		19.60 CR10					
16							20.50 CR11					
17							20.65 CR12					
18							22.30 CR13					
19							22.45 CR14					
20							23.45 CR15					
21							23.50 CR16					
22							24.65 CR17					
23							24.85 CR18					
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30			30.00									

Colonna stratigrafica Sondaggio C404

Dal sondaggio analizzato si evidenzia l'assenza di falda.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

4 MODELLO DI CALCOLO

4.1 PROGRAMMA DI CALCOLO UTILIZZATO

Le analisi, per il calcolo della capacità portante, sono state condotte con l'ausilio del codice di calcolo commerciale "LoadCap" della Geostru. Poiché si è in fase di progetto definitivo, per avere dei valori di prima approssimazione del carico limite, il calcolo è stato condotto considerando, per semplicità, una platea rettangolare equivalente. Il software effettua il calcolo con i diversi metodi elencati nel paragrafo successivo, individuando quello che fornisce il valore più basso del carico limite.

4.2 CALCOLO DEL CARICO LIMITE

Il carico limite di una fondazione superficiale può essere definito con riferimento a quel valore massimo del carico per il quale in nessun punto del sottosuolo si raggiunge la condizione di rottura (metodo di Frolich), oppure con riferimento a quel valore del carico, maggiore del precedente, per il quale il fenomeno di rottura si è esteso ad un ampio volume del suolo (metodo di Prandtl e successivi).

Prandtl ha studiato il problema della rottura di un semispazio elastico per effetto di un carico applicato sulla sua superficie con riferimento all'acciaio, caratterizzando la resistenza a rottura con una legge del tipo:

$$\tau = c + \sigma \times tg \varphi \quad \text{valida anche per i terreni.}$$

Le ipotesi e le condizioni introdotte dal Prandtl sono le seguenti:

- Materiale privo di peso e quindi $\gamma=0$
- Comportamento rigido – plastico
- Resistenza a rottura del materiale esprimibile con la relazione $\tau=c + \sigma \times tg \varphi$
- Carico uniforme, verticale ed applicato su una striscia di lunghezza infinita e di larghezza $2b$ (stato di deformazione piana)
- Tensioni tangenziali nulle al contatto fra la striscia di carico e la superficie limite del semispazio.

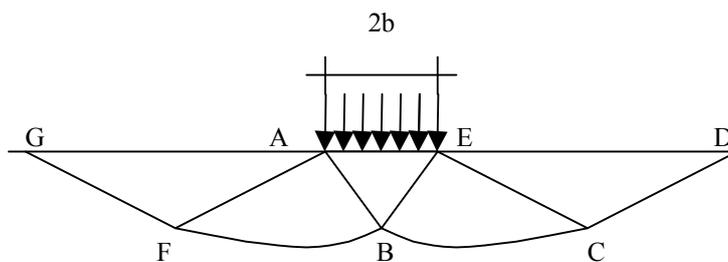
		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

All'atto della rottura si verifica la plasticizzazione del materiale racchiuso fra la superficie limite del semispazio e la superficie *GFBCD*.

Nel triangolo *AEB* la rottura avviene secondo due famiglie di segmenti rettilinei ed inclinati di $45^\circ + \varphi/2$ rispetto all'orizzontale.

Nelle zone *ABF* e *EBC* la rottura si produce lungo due famiglie di linee, l'una costituita da segmenti rettilinei passanti rispettivamente per i punti *A* ed *E* e l'altra da archi di famiglie di spirali logaritmiche.

I poli di queste sono i punti *A* ed *E*. Nei triangoli *AFG* e *ECD* la rottura avviene su segmenti inclinati di $\pm(45^\circ + \varphi/2)$ rispetto alla verticale.



Individuato così il volume di terreno portato a rottura dal carico limite, questo può essere calcolato scrivendo la condizione di equilibrio fra le forze agenti su qualsiasi volume di terreno delimitato in basso da una qualunque delle superfici di scorrimento.

Si arriva quindi ad una equazione $q = B \times c$, dove il coefficiente *B* dipende soltanto dall'angolo di attrito φ del terreno.

$$B = \cot g\varphi \left[e^{\frac{\pi g\varphi}{tg^2(45^\circ + \varphi/2)} - 1} \right]$$

Per $\varphi = 0$ il coefficiente *B* risulta pari a 5.14, quindi $q = 5.14 \times c$.

Nell'altro caso particolare di terreno privo di coesione ($c=0, \varphi \neq 0$) risulta $q=0$, secondo la teoria di Prandtl, non sarebbe dunque possibile applicare nessun carico sulla superficie limite di un terreno incoerente.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Da questa teoria, anche se non applicabile praticamente, hanno preso le mosse tutte le ricerche ed i metodi di calcolo successivi.

Infatti **Caquot** si pose nelle stesse condizioni di Prandtl ad eccezione del fatto che la striscia di carico non è più applicata sulla superficie limite del semispazio, ma a una profondità h , con $h \leq 2b$; il terreno compreso tra la superficie e la profondità h ha le seguenti caratteristiche: $\gamma \neq 0$, $\varphi = 0$, $c = 0$ e cioè sia un mezzo dotato di peso ma privo di resistenza.

Risolvendo le equazioni di equilibrio si arriva all'espressione:

$$q = A \times \gamma_1 + B \times c$$

che è sicuramente è un passo avanti rispetto a Prandtl, ma che ancora non rispecchia la realtà.

Metodo di Terzaghi (1955)

Terzaghi, proseguendo lo studio di Caquot, ha apportato alcune modifiche per tenere conto delle effettive caratteristiche dell'insieme opera di fondazione-terreno.

Sotto l'azione del carico trasmesso dalla fondazione il terreno che si trova a contatto con la fondazione stessa tende a sfuggire lateralmente, ma ne è impedito dalle resistenze tangenziali che si sviluppano fra la fondazione ed il terreno. Ciò comporta una modifica dello stato tensionale nel terreno posto direttamente al di sotto della fondazione; per tenerne conto **Terzaghi** assegna ai lati AB ed EB del cuneo di Prandtl una inclinazione ψ rispetto all'orizzontale, scegliendo il valore di ψ in funzione delle caratteristiche meccaniche del terreno al contatto terreno-opera di fondazione.

L'ipotesi $\gamma_2 = 0$ per il terreno sotto la fondazione viene così superata ammettendo che le superfici di rottura restino inalterate, l'espressione del carico limite è quindi:

$$q = A \times \gamma \times h + B \times c + C \times \gamma \times b$$

in cui C è un coefficiente che risulta funzione dell'angolo di attrito φ del terreno posto al di sotto del piano di posa e dell'angolo φ prima definito;

b è la semilarghezza della striscia.

Inoltre, basandosi su dati sperimentali, **Terzaghi** passa dal problema piano al problema spaziale

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

introducendo dei fattori di forma.

Un ulteriore contributo è stato apportato da *Terzaghi* sull'effettivo comportamento del terreno.

Nel metodo di Prandtl si ipotizza un comportamento del terreno rigido-plastico, *Terzaghi* invece ammette questo comportamento nei terreni molto compatti.

In essi, infatti, la curva carichi-cedimenti presenta un primo tratto rettilineo, seguito da un breve tratto curvilineo (comportamento elasto-plastico); la rottura è istantanea ed il valore del carico limite risulta chiaramente individuato (rottura generale).

In un terreno molto sciolto invece la relazione carichi-cedimenti presenta un tratto curvilineo accentuato fin dai carichi più bassi per effetto di una rottura progressiva del terreno (rottura locale); di conseguenza l'individuazione del carico limite non è così chiara ed evidente come nel caso dei terreni compatti.

Per i terreni molto sciolti, *Terzaghi* consiglia di prendere in considerazione il carico limite il valore che si calcola con la formula precedente introducendo però dei valori ridotti delle caratteristiche meccaniche del terreno e precisamente:

$$tg\varphi_{rid} = 2/3 \times tg\varphi \text{ e } c_{rid} = 2/3 \times c$$

Esplicitando i coefficienti della formula precedente, la formula di *Terzaghi* può essere scritta:

$$q_{ult} = c \times N_c \times s_c + \gamma \times D \times N_q + 0.5 \times \gamma \times B \times N_\gamma \times s_\gamma$$

dove:

$$N_q = \frac{a^2}{2 \cos^2(45 + \varphi/2)}$$

$$a = e^{(0.75\pi - \varphi/2) \tan \varphi}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi$$

$$N_\gamma = \frac{\tan \varphi}{2} \left(\frac{K p \gamma}{\cos^2 \varphi} - 1 \right)$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Formula di Meyerhof (1963)

Meyerhof propose una formula per il calcolo del carico limite simile a quella di Terzaghi.; le differenze consistono nell'introduzione di ulteriori coefficienti di forma.

Egli introdusse un coefficiente s_q che moltiplica il fattore N_q , fattori di profondità d_j e di pendenza i_j per il caso in cui il carico trasmesso alla fondazione è inclinato sulla verticale.

I valori dei coefficienti N furono ottenuti da Meyerhof ipotizzando vari archi di prova BF (v. meccanismo Prandtl) , mentre il taglio lungo i piani AF aveva dei valori approssimati.

I fattori di forma tratti da Meyerhof sono di seguito riportati, insieme all'espressione della formula.

Carico verticale $q_{ult} = c \times N_c \times s_c \times d_c + \gamma \times D \times N_q \times s_q \times d_q + 0.5 \times \gamma \times B \times N_\gamma \times s_\gamma \times d_\gamma$

Carico inclinato $q_{ult} = c \times N_c \times i_c \times d_c + \gamma \times D \times N_q \times i_q \times d_q + 0.5 \times \gamma \times B \times N_\gamma \times i_\gamma \times d_\gamma$

dove

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi} \tan^2(45 + \varphi / 2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4\varphi)$$

fattore di forma:

$$s_c = 1 + 0.2k_p \frac{B}{L} \quad \text{per } \varphi > 10$$

$$s_q = s_\gamma = 1 + 0.1k_p \frac{B}{L} \quad \text{per } \varphi = 0$$

fattore di profondità:

$$d_c = 1 + 0.2\sqrt{k_p} \frac{D}{B}$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1\sqrt{k_p} \frac{D}{B} \quad \text{per } \varphi > 10$$

$$d_q = d_\gamma = 1 \quad \text{per } \varphi = 0$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

inclinazione:

$$i_c = i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta}{90}\right)^2$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta}{\varphi}\right)^2 \quad \text{per } \varphi > 0$$

$$i_\gamma = 0 \quad \text{per } \varphi = 0$$

dove :

$$K_p = \tan^2(45^\circ + \varphi/2)$$

θ = Inclinazione della risultante sulla verticale.

Formula di Hansen (1970)

E' una ulteriore estensione della formula di *Meyerhof*, le estensioni consistono nell'introduzione di b_i che tiene conto della eventuale inclinazione sull'orizzontale del piano di posa e un fattore g_i per terreno in pendenza.

La formula di Hansen vale per qualsiasi rapporto D/B , quindi sia per fondazioni superficiali che profonde, ma lo stesso autore introdusse dei coefficienti per meglio interpretare il comportamento reale della fondazione, senza di essi, infatti, si avrebbe un aumento troppo forte del carico limite con la profondità.

Per valori di $D/B < 1$

$$d_c = 1 + 0.4 \frac{D}{B}$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi)^2 \frac{D}{B}$$

Per valori $D/B > 1$:

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \frac{D}{B}$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi)^2 \tan^{-1} \frac{D}{B}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Nel caso $\varphi = 0$

D/B	0	1	1.1	2	5	10	20	100
d' _c	0	0.40	0.33	0.44	0.55	0.59	0.61	0.62

Nei fattori seguenti le espressioni con apici (') valgono quando $\varphi=0$.

Fattore di forma:

$$s'_{i_c} = 0.2 \frac{B}{L}$$

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \frac{B}{L}$$

$s_c = 1$ per fondazioni nastroformi

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \varphi$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

Fattore di profondità:

$$d'_{i_c} = 0.4k$$

$$d_c = 1 + 0.4k$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi)k$$

$$d_\gamma = 1 \text{ per qualsiasi } \varphi$$

$$k = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1$$

$$k = \tan^{-1} \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} > 1$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Fattori di inclinazione del carico

$$i'_c = 0.5 - 0.5 \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}}$$

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

$$i_q = \left(1 - \frac{0.5H}{V + A_f c_a \cot \varphi} \right)^5$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{0.7H}{V + A_f c_a \cot \varphi} \right)^5 \quad (\eta = 0)$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{(0.7 - \eta/450)H}{V + A_f c_a \cot \varphi} \right)^5 \quad (\eta > 0)$$

Fattori di inclinazione del terreno (fondazione su pendio):

$$g'_c = \frac{\beta}{147}$$

$$g_c = 1 - \frac{\beta}{147}$$

$$g_q = g_\gamma = (1 - 0.5 \tan \beta)^5$$

Fattori di inclinazione del piano di fondazione (base inclinata)

$$b'_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$$

$$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$$

$$b_q = \exp(-2\eta \tan \varphi)$$

$$b_\gamma = \exp(-2.7\eta \tan \varphi)$$

Formula di Vesic (1975)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

La formula di Vesic è analoga alla formula di Hansen, con N_q ed N_c come per la formula di Meyerhof ed N_γ come sotto riportato:

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \cdot \tan(\varphi)$$

I fattori di forma e di profondità che compaiono nelle formule del calcolo della capacità portante sono uguali a quelli proposti da Hansen; alcune differenze sono invece riportate nei fattori di inclinazione del carico, del terreno (fondazione su pendio) e del piano di fondazione (base inclinata).

Formula Brich-Hansen (EC 7 – EC 8)

Affinché una fondazione possa resistere il carico di progetto con sicurezza nei riguardi della rottura generale, per tutte le combinazioni di carico relative allo SLU (stato limite ultimo), deve essere soddisfatta la seguente disuguaglianza:

$$V_d \leq R_d$$

Dove V_d è il carico di progetto allo SLU, normale alla base della fondazione, comprendente anche il peso della fondazione stessa; 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. 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

$s_c = 1 + 0,2 (B'/L')$ per fondazioni rettangolari

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$s_c = 1,2$ Per fondazioni quadrate o circolari.

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

$$i_c = 0,5 \left(1 + \sqrt{1 - H / A' c_u} \right)$$

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:

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

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

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

Fattori di forma

$$s_q = 1 + (B' / L') \sin \phi' \text{ per forma rettangolare}$$

$$s_q = 1 + \sin \phi' \text{ per forma quadrata o circolare}$$

$$s_\gamma = 1 - 0,3(B' / L') \text{ per forma rettangolare}$$

$$s_\gamma = 0,7 \text{ per forma quadrata o circolare}$$

$$s_c = (s_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1) \text{ per forma rettangolare, quadrata o circolare.}$$

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

$$i_q = i_\square = 1 - H / (V + A' c' \cot \phi')$$

$$i_c = (i_q N_q - 1) / (N_q - 1)$$

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

$$i_q = [1 - 0,7H / (V + A' c' \cot \phi')]^3$$

$$i_\gamma = [1 - H / (V + A' c' \cot \phi')]^3$$

$$i_c = (i_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1)$$

Oltre ai fattori correttivi di cui sopra sono considerati quelli complementari della profondità del piano di posa e dell'inclinazione del piano di posa e del piano campagna (Hansen).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

4.2.1 FATTORI CORRETTIVI SISMICI: PAOLUCCI E PECKER

Per tener conto degli effetti inerziali indotti dal sisma sulla determinazione del q_{lim} vengono introdotti i fattori correttivi z:

$$z_q = \left(1 - \frac{k_h}{tg\phi}\right)^{0,35}$$

$$z_c = 1 - 0,32 \cdot k_h$$

$$z_\gamma = z_q$$

Dove k_h è il coefficiente sismico orizzontale.

4.2.2 CALCOLO CEDIMENTI ELASTICI

I cedimenti di una fondazione rettangolare di dimensioni $B \times L$ posta sulla superficie di un semispazio elastico si possono calcolare in base ad una equazione basata sulla teoria dell'elasticità (Timoshenko e Goodier (1951)):

$$\Delta H = q_0 B' \frac{1-\mu^2}{E_s} \left(I_1 + \frac{1-2\mu}{1-\mu} I_2 \right) I_F \quad (1)$$

dove:

q_0 = Intensità della pressione di contatto

B' = Minima dimensione dell'area reagente,

E e μ = Parametri elastici del terreno.

I_j = Coefficienti di influenza dipendenti da: L'/B' , spessore dello strato H , coefficiente di Poisson μ , profondità del piano di posa D ;

I coefficienti I_1 e I_2 si possono calcolare utilizzando le equazioni fornite da *Steinbrenner* (1934) (V. Bowles), in funzione del rapporto L'/B' ed H/B , utilizzando $B'=B/2$ e $L'=L/2$ per i coefficienti relativi al centro e $B'=B$ e $L'=L$ per i coefficienti relativi al bordo.

Il coefficiente di influenza I_F deriva dalle equazioni di *Fox* (1948), che indicano il cedimento si riduce con la profondità in funzione del coefficiente di *Poisson* e del rapporto L/B .

In modo da semplificare l'equazione (1) si introduce il coefficiente I_S :

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$$I_S = I_1 + \frac{1-2\mu}{1-\mu} I_2$$

Il cedimento dello strato di spessore H vale:

$$\Delta H = q_0 B' \frac{1-\mu^2}{E_S} I_S I_F$$

Per meglio approssimare i cedimenti si suddivide la base di appoggio in modo che il punto si trovi in corrispondenza di uno spigolo esterno comune a più rettangoli. In pratica si moltiplica per un fattore pari a 4 per il calcolo dei cedimenti al centro e per un fattore pari a 1 per i cedimenti al bordo.

Nel calcolo dei cedimenti si considera una profondità del bulbo delle tensioni pari a 5B, se il substrato roccioso si trova ad una profondità maggiore.

A tal proposito viene considerato substrato roccioso lo strato che ha un valore di E pari a 10 volte dello strato soprastante.

Il modulo elastico per terreni stratificati viene calcolato come media pesata dei moduli elastici degli strati interessati dal cedimento immediato.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

5 AZIONI TRASMESSE DALLA STRUTTURA

CEDIR

		COMBINAZIONE	CARICO [kPa]
G1	180		
G2	30	1,3 G1 + 1,5(G2+G2.1)	294.00
G2.1	10	1,3G1+1,5(G2+G2.1)+1,5Q1	357.75
Q1	42.5	1,3G1+1,5(G2+G2.1)+1,5Q2	301.28
Q2	4.85	A1+M1+R3 1,3G1+1,5(G2+G2.1)+1,5Q3	299.70
Q3	3.8	1,3 G1+1,5(G2+G2.1)+1,5Q1+1,5x0,5xQ2+1,5x0,6Q3	364.81
SLVinv	55.5	1,3G1+1,5(G2+G2.1)+1,5x0,7Q1+1,5Q2+1,5x0,6Q3	349.32
		1,3G1+1,5(G2+G2.1)+1,5x0,7Q1+1,5x0,5Q2+1,5Q3	351.62
		SISMA G1+(G2+G2.1)+0,6 Q1 +SLVinv	301.00
		S.L.E G1+G2+0,6 Q1	235.50

CORPO 1

		COMBINAZIONE	CARICO [kPa]
G1	28.73		
G2	9.71		
Q1	2.14	A1+M1+R3 1,3 G1 + 1,5G2+1.35Q1	54.80
Q5	4.85	1,3G1+1,5G2+1,5Q1	55.12
SLVinv	45.53	SISMA G1+G2+0,6 Q1 +SLVinv	85.25
		S.L.E G1+G2+0,6 Q5	41.35

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

CORPO 2

G1 46.87
G2 13.09
Q1 14.32
Q5 6.82
SLVinv 31.13

	COMBINAZIONE	CARICO [kPa]
A1+M1+R3	1,3 G1 + 1,5G2+1.35Q1	99.90
	1,3G1+1,5G2+1,5Q1	102.05
SISMA	G1+G2+0,6 Q1 +SLVinv	99.68
S.L.E	G1+G2+0,6 Q5	64.05

CORPO 3

G1 35.13
G2 7.02
Q1 24.75
Q5 3.79
SLVinv 36.03

	COMBINAZIONE	CARICO [kPa]
A1+M1+R3	1,3 G1 + 1,5G2+1.35Q1	89.61
	1,3G1+1,5G2+1,5Q1	93.32
SISMA	G1+G2+0,6 Q1 +SLVinv	93.03
S.L.E	G1+G2+0,6 Q5	44.42

CORPO 4

G1 63.73
G2 13.26
Q1 12.27
Q5 7.07
SLVinv 94

	COMBINAZIONE	CARICO [kPa]
A1+M1+R3	1,3 G1 + 1,5G2+1.35Q1	119.30
	1,3G1+1,5G2+1,5Q1	121.14
SISMA	G1+G2+0,6 Q1 +SLVinv	178.35
S.L.E	G1+G2+0,6 Q5	81.23

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

CORPO 5

G1 35.75
G2 13.37
Q1 5.48
Q5 6.82
SLVinv 28.91

	COMBINAZIONE	CARICO [kPa]
A1+M1+R3	1,3 G1 + 1,5G2+1.35Q1	73.93
	1,3G1+1,5G2+1,5Q1	74.75
SISMA	G1+G2+0,6 Q1 +SLVinv	81.32
S.L.E	G1+G2+0,6 Q5	53.21

CORPO 6

G1 57.61
G2 17.15
Q1 5.78
Q5 9.18
SLVinv 69.69

	COMBINAZIONE E	CARICO [kPa]
A1+M1+R3	1,3 G1 + 1,5G2+1.35Q1	108.42
	1,3G1+1,5G2+1,5Q1	109.29
SISMA	G1+G2+0,6 Q1 +SLVinv	147.92
S.L.E	G1+G2+0,6 Q5	80.27

CORPO 7

G1 59.74
G2 26.75
Q1 5.55
Q5 7.78
SLVinv 119.1

	COMBINAZIONE E	CARICO [kPa]
A1+M1+R3	1,3 G1 + 1,5G2+1.35Q1	125.28
	1,3G1+1,5G2+1,5Q1	126.11
SISMA	G1+G2+0,6 Q1 +SLVinv	208.92
S.L.E	G1+G2+0,6 Q5	91.16

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

CORPO 8

G1 74.09
G2 19.66
Q1 19.46
Q5 8.84
SLVinv 100.6

	COMBINAZION E	CARICO [kPa]
A1+M1+R3	1,3 G1 + 1,5G2+1.35Q1 1,3G1+1,5G2+1,5Q1	152.08 155.00
SISMA	G1+G2+0,6 Q1 +SLVinv	206.03
S.L.E	G1+G2+0,6 Q5	99.05

CORPO 9

G1 53.6
G2 12.89
Q1 5.56
Q5 6.44
SLVinv 93

	COMBINAZION E	CARICO [kPa]
A1+M1+R3	1,3 G1 + 1,5G2+1.35Q1 1,3G1+1,5G2+1,5Q1	96.52 97.36
SISMA	G1+G2+0,6 Q1 +SLVinv	162.83
S.L.E	G1+G2+0,6 Q5	70.35

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR0000005F0	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Rev</i></th> <th><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

6 CORPO DI FABBRICA 1

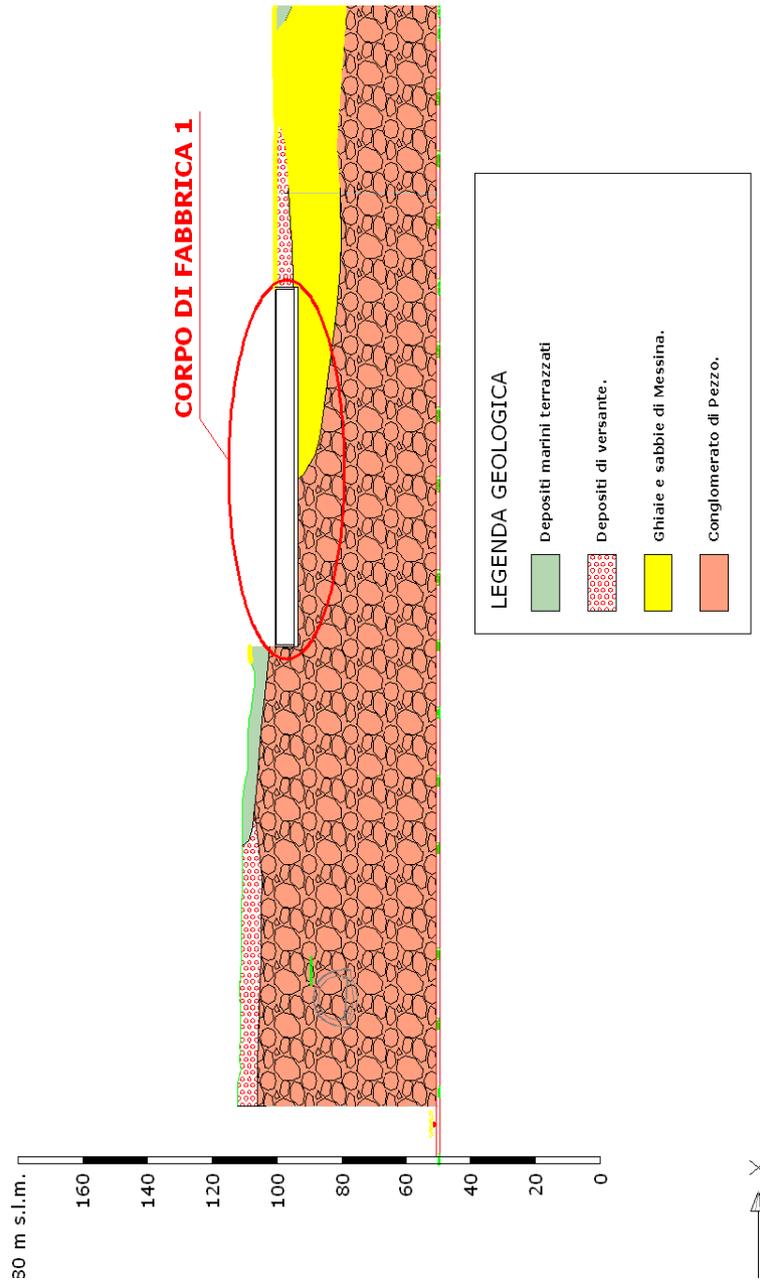


Figura 5.1: Profilo geotecnico

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

STRATIGRAFIA TERRENO

Corr: Parametri con fattore di correzione (TERZAGHI)

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; Ficorr: Angolo di attrito corretto secondo Terzaghi; c: Coesione; c Corr: Coesione corretta secondo Terzaghi; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson; Cv: Coeff. consolidaz. primaria; Cs: Coeff. consolidazione secondaria; cu: Coesione non drenata

DH [m]	Gam [kN/m ³]	Gams [kN/m ³]	Fi [°]	Fi Corr. [°]	c [kN/m ²]	c Corr. [kN/m ²]	cu [kN/m ²]	Ey [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	
15.0	19.0	20.0	38.0	38	0.0	0.0	0.0	70000.0	0.0	Sabbie e ghiaie di Messina
20.0	21.0	22.0	40.0	40	0.0	0.0	0.0	150000	0.0	Conglomerato di Pezzo

I risultati delle analisi sono di seguito riassunti:

Nome combinazione	Autore	Carico limite [Qult] (kN/m ²)	Resistenza di progetto [Rd] (kN/m ²)	Tensione [Ed] (kN/m ²)	Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	Condizione di verifica [Ed<Rd]	Tipo rottura
A1+M1+R3							
	HANSEN (1970)	13852.81	6022.96	55.12	251.32	Verificata	* Rottura per punzonamento ; Ir=147.362; Icrit=262.329
	TERZAGHI (1955)	22106.90	9611.70	55.12	401.07	Verificata	* Rottura per punzonamento ; Ir=147.362; Icrit=262.329
	MEYERHOF (1963)	23752.31	10327.09	55.12	430.92	Verificata	* Rottura per punzonamento ; Ir=147.362; Icrit=262.329
	VESIC (1975)	13964.88	6071.69	55.12	253.35	Verificata	* Rottura per punzonamento ; Ir=147.362; Icrit=262.329
	Brinch - Hansen 1970	14641.42	6365.84	55.12	265.63	Verificata	* Rottura per punzonamento ; Ir=147.362; Icrit=262.329
Sisma							
	HANSEN (1970)	3276.79	1424.69	85.25	38.44	Verificata	* Rottura per punzonamento ; Ir=147.362; Icrit=262.329
	TERZAGHI (1955)	4415.63	1919.84	85.25	51.8	Verificata	* Rottura per punzonamento ; Ir=147.362; Icrit=262.329
	MEYERHOF (1963)	4654.98	2023.91	85.25	54.6	Verificata	* Rottura per punzonamento ; Ir=147.362; Icrit=262.329
*	VESIC (1975)	3007.33	1307.53	85.25	35.28	Verificata	* Rottura per punzonamento ; Ir=147.362; Icrit=262.329
	Brinch - Hansen 1970	3327.54	1446.76	85.25	39.03	Verificata	* Rottura per punzonamento ; Ir=147.362; Icrit=262.329

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Da tale confronto risulta che le azioni di calcolo sono in ogni punto inferiori al valore della resistenza del terreno e pertanto la verifica risulta soddisfatta.

Per quanto concerne invece lo Stato limite di Esercizio, si riportano di seguito i valori del cedimenti elastici stimati.

=====	
Pressione normale di progetto	99.05 kN/m ²
Spessore dello strato	15.0 m
Profondità substrato roccioso	15.0 m
Modulo Elastico	70000.0 kN/m ²
Coefficiente di Poisson	0.2
=====	
Coefficiente di influenza I1	0.13
Coefficiente di influenza I2	0.11
Coefficiente di influenza Is	0.21
=====	
Cedimento al centro della fondazione	10.83 mm
=====	
Coefficiente di influenza I1	0.04
Coefficiente di influenza I2	0.08
Coefficiente di influenza Is	0.1
Cedimento al bordo	2.69 mm

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

7 CORPO DI FABBRICA 2

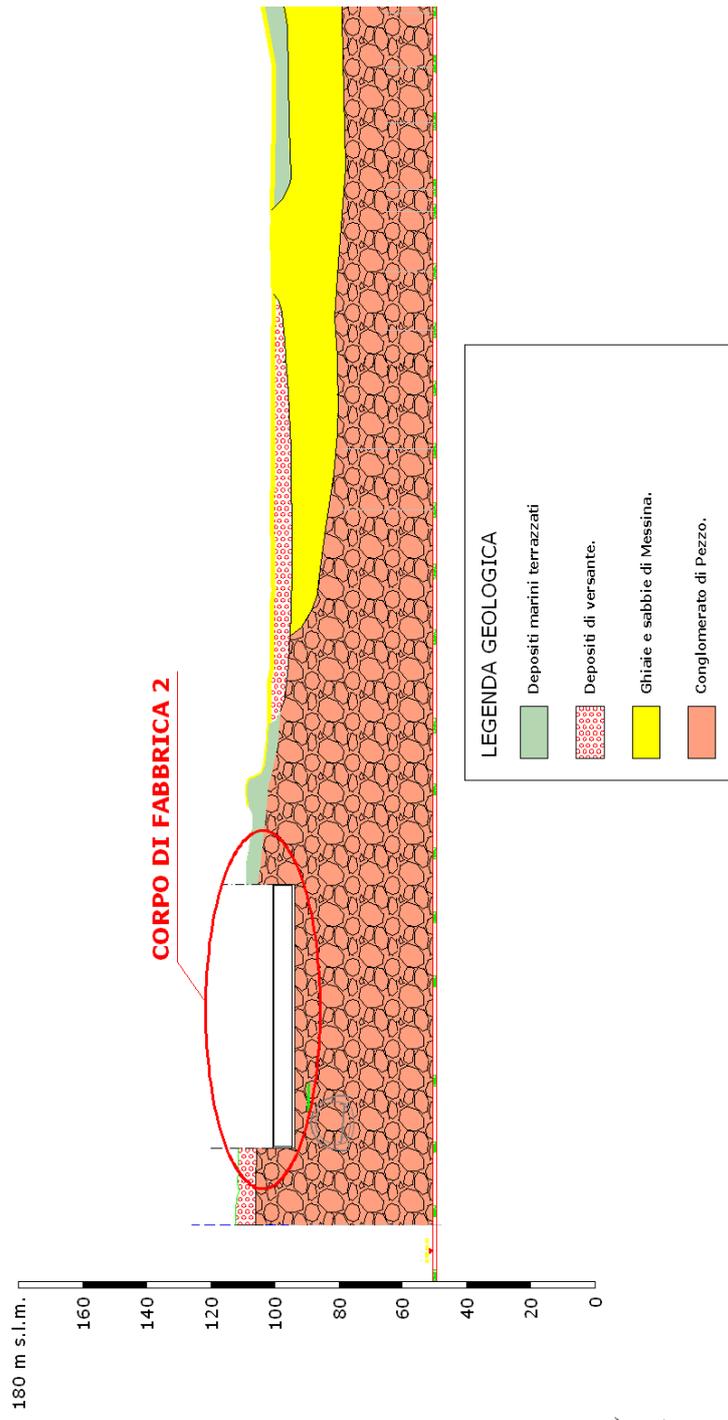


Figura 6.1: Profilo geotecnico

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		Codice documento CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	Rev F0	Data 20/06/2011

STRATIGRAFIA TERRENO

Corr: Parametri con fattore di correzione (TERZAGHI)

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; Ficorr: Angolo di attrito corretto secondo Terzaghi; c: Coesione; c Corr: Coesione corretta secondo Terzaghi; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson; Cv: Coeff. consolidaz. primaria; Cs: Coeff. consolidazione secondaria; cu: Coesione non drenata

DH [m]	Gam [kN/m ³]	Gams [kN/m ³]	Fi [°]	Fi Corr. [°]	c [kN/m ²]	c Corr. [kN/m ²]	cu [kN/m ²]	Ey [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	
30.0	21.0	22.0	40.0	40	0.0	0.0	0.0	150000	0.0	Conglomerato di Pezzo

I risultati delle analisi sono di seguito riassunti:

Nome combinazione	Autore	Carico limite [Qult] (kN/m ²)	Resistenza di progetto [Rd] (kN/m ²)	Tensione [Ed] (kN/m ²)	Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	Condizione di verifica [Ed<Rd]	Tipo rottura
A1+M1+R3							
	HANSEN (1970)	19210.70	8352.48	102.50	187.42	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=266.016; lcrit=270.77
	TERZAGHI (1955)	33329.02	14490.88	102.50	325.16	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=266.016; lcrit=270.77
	MEYERHOF (1963)	42671.02	18552.62	102.50	416.3	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=266.016; lcrit=270.77
	VESIC (1975)	25329.91	11013.01	102.50	247.12	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=266.016; lcrit=270.77
	Brinch - Hansen 1970	21026.10	9141.78	102.50	205.13	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=266.016; lcrit=270.77
Sisma							
*	HANSEN (1970)	8081.64	3513.76	99.68	81.08	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=266.016; lcrit=270.77
	TERZAGHI (1955)	12540.94	5452.58	99.68	125.81	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=266.016; lcrit=270.77
	MEYERHOF (1963)	15845.06	6889.16	99.68	158.96	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=266.016; lcrit=270.77
	VESIC (1975)	10164.20	4419.22	99.68	101.97	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=266.016; lcrit=270.77
	Brinch - Hansen 1970	8561.56	3722.42	99.68	85.89	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=266.016; lcrit=270.77

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Da tale confronto risulta che le azioni di calcolo sono in ogni punto inferiori al valore della resistenza del terreno e pertanto la verifica risulta soddisfatta.

Per quanto concerne invece lo Stato limite di Esercizio, si riportano di seguito i valori del cedimenti elastici stimati.

Pressione normale di progetto	64.05 kN/m ²
Spessore dello strato	30.0 m
Profondità substrato roccioso	30.0 m
Modulo Elastico	150000.0 kN/m ²
Coefficiente di Poisson	0.2
=====	
Coefficiente di influenza I1	0.29
Coefficiente di influenza I2	0.08
Coefficiente di influenza Is	0.35
=====	
Cedimento al centro della fondazione	4.49 mm
=====	
Coefficiente di influenza I1	0.14
Coefficiente di influenza I2	0.09
Coefficiente di influenza Is	0.21
Cedimento al bordo	1.33 mm

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

8 CORPO DI FABBRICA 3

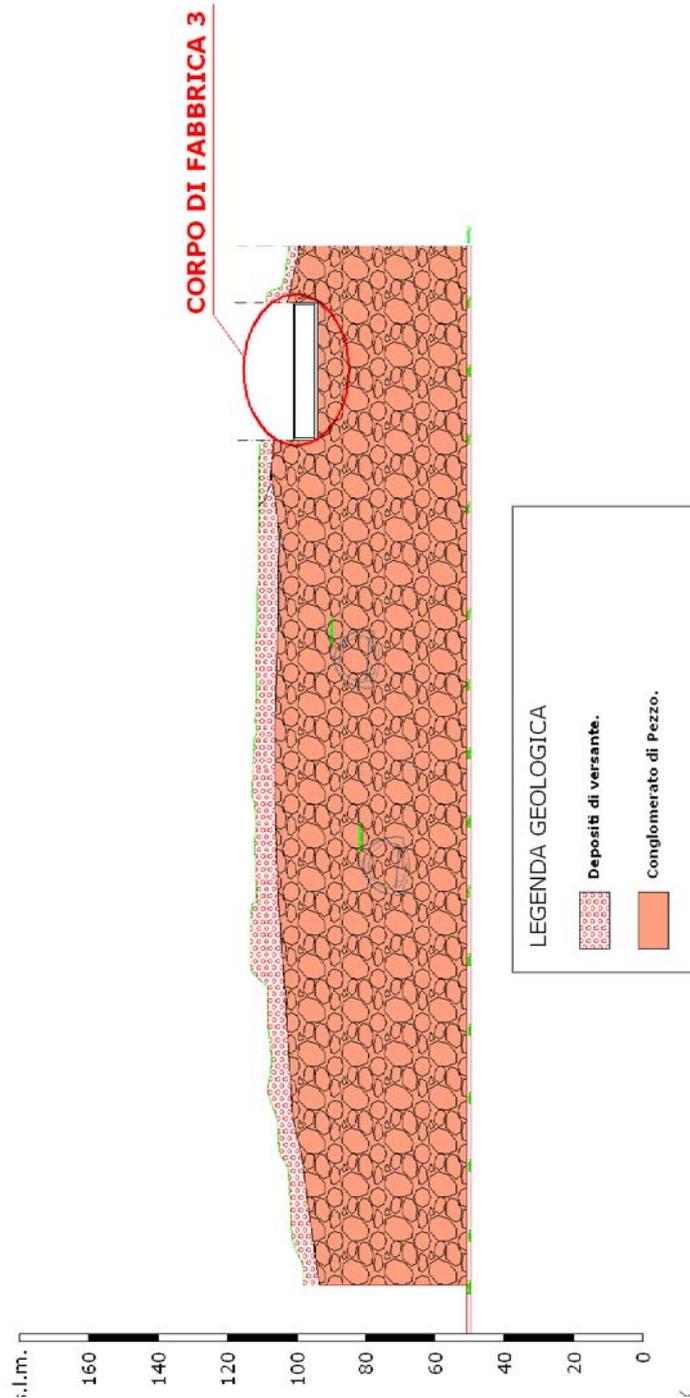


Figura 7.1: Profilo geotecnico

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		Codice documento CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	Rev F0	Data 20/06/2011

STRATIGRAFIA TERRENO

Corr: Parametri con fattore di correzione (TERZAGHI)

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; Ficorr: Angolo di attrito corretto secondo Terzaghi; c: Coesione; c Corr: Coesione corretta secondo Terzaghi; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson; Cv: Coeff. consolidaz. primaria; Cs: Coeff. consolidazione secondaria; cu: Coesione non drenata

DH [m]	Gam [kN/m ³]	Gams [kN/m ³]	Fi [°]	Fi Corr. [°]	c [kN/m ²]	c Corr. [kN/m ²]	cu [kN/m ²]	Ey [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	
30.0	21.0	22.0	40.0	40.0	0.0	0.0	0.0	150000	0.0	Conglomerato di Pezzo

I risultati delle analisi sono di seguito riassunti:

Nome combinazione	Autore	Carico limite [Qult] (kN/m ²)	Resistenza di progetto [Rd] (kN/m ²)	Tensione [Ed] (kN/m ²)	Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	Condizione di verifica [Ed<Rd]	Tipo rottura
A1+M1+R3							
	HANSEN (1970)	13476.14	5859.19	93.32	144.41	Verificata	* Rottura generale; lr=425.626; lcrit=331.858
	TERZAGHI (1955)	20680.09	8991.34	93.32	221.6	Verificata	* Rottura generale; lr=425.626; lcrit=331.858
	MEYERHOF (1963)	24603.43	10697.14	93.32	263.65	Verificata	* Rottura generale; lr=425.626; lcrit=331.858
	VESIC (1975)	17766.65	7724.63	93.32	190.38	Verificata	* Rottura generale; lr=425.626; lcrit=331.858
	Brinch - Hansen 1970	14217.45	6181.50	93.32	152.35	Verificata	* Rottura generale; lr=425.626; lcrit=331.858
Sisma							
*	HANSEN (1970)	5965.36	2593.64	93.03	64.12	Verificata	* Rottura generale; lr=425.626; lcrit=331.858
	TERZAGHI (1955)	8207.24	3568.36	93.03	88.22	Verificata	* Rottura generale; lr=425.626; lcrit=331.858
	MEYERHOF (1963)	9573.71	4162.48	93.03	102.91	Verificata	* Rottura generale; lr=425.626; lcrit=331.858
	VESIC (1975)	7435.35	3232.76	93.03	79.92	Verificata	* Rottura generale; lr=425.626; lcrit=331.858
	Brinch - Hansen 1970	6113.72	2658.14	93.03	65.72	Verificata	* Rottura generale; lr=425.626; lcrit=331.858

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Da tale confronto risulta che le azioni di calcolo sono in ogni punto inferiori al valore della resistenza del terreno e pertanto la verifica risulta soddisfatta.

Per quanto concerne invece lo Stato limite di Esercizio, si riportano di seguito i valori del cedimenti elastici stimati.

```

=====
Pressione normale di progetto      44.42  kN/m²
Spessore dello strato 30.0   m
Profondità substrato roccioso    30.0   m
Modulo Elastico      150000.0  kN/m²
Coefficiente di Poisson      0.2
=====
Coefficiente di influenza I1   0.42
Coefficiente di influenza I2   0.07
Coefficiente di influenza Is   0.47
=====
Cedimento al centro della fondazione    2.02  mm
=====
Coefficiente di influenza I1   0.24
Coefficiente di influenza I2   0.1
Coefficiente di influenza Is   0.32
Cedimento al bordo    0.68  mm
=====

```

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Rev</i></th> <th><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

9 CORPO DI FABBRICA 4

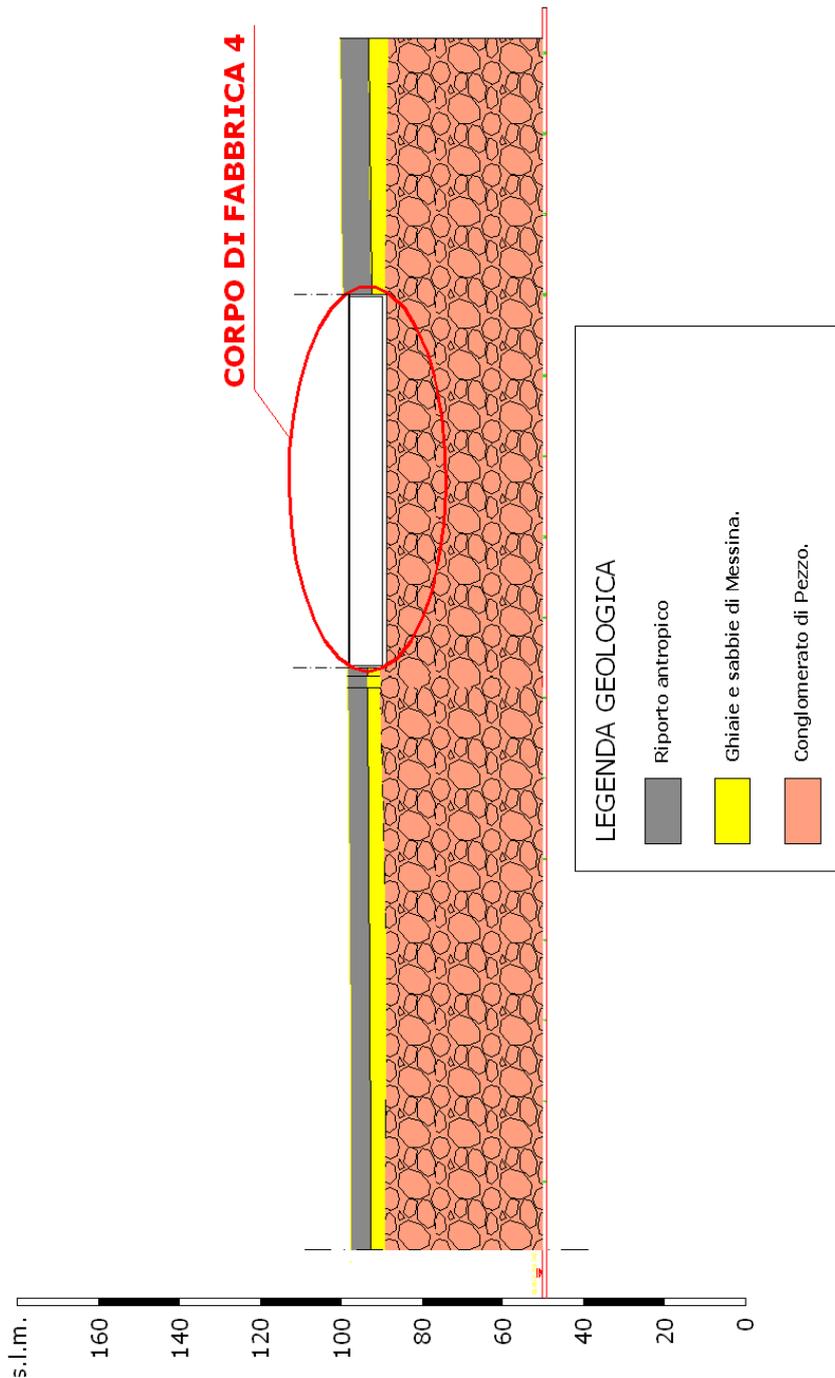


Figura 8.1: Profilo geotecnico

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0

STRATIGRAFIA TERRENO

Corr: Parametri con fattore di correzione (TERZAGHI)

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; Ficorr: Angolo di attrito corretto secondo Terzaghi; c: Coesione; c Corr: Coesione corretta secondo Terzaghi; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson; Cv: Coeff. consolidaz. primaria; Cs: Coeff. consolidazione secondaria; cu: Coesione non drenata

DH [m]	Gam [kN/m ³]	Gams [kN/m ³]	Fi [°]	Fi Corr. [°]	c [kN/m ²]	c Corr. [kN/m ²]	cu [kN/m ²]	Ey [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	
30.0	21.0	22.0	40.0	40	0.0	0.0	0.0	150000	0.0	Conglomerato di Pezzo

I risultati delle analisi sono di seguito riassunti:

Nome combinazione	Autore	Carico limite [Qult] (kN/m ²)	Resistenza di progetto [Rd] (kN/m ²)	Tensione [Ed] (kN/m ²)	Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	Condizione di verifica [Ed<Rd]	Tipo rottura
A1+M1+R3							
	HANSEN (1970)	14373.99	6249.56	121.14	118.66	Verificata	* Rottura generale; lr=386.933; lcrit=311.181
	TERZAGHI (1955)	22788.24	9907.93	121.14	188.11	Verificata	* Rottura generale; lr=386.933; lcrit=311.181
	MEYERHOF (1963)	27763.26	12070.98	121.14	229.18	Verificata	* Rottura generale; lr=386.933; lcrit=311.181
	VESIC (1975)	18973.96	8249.55	121.14	156.63	Verificata	* Rottura generale; lr=386.933; lcrit=311.181
	Brinch - Hansen 1970	15309.23	6656.19	121.14	126.38	Verificata	* Rottura generale; lr=386.933; lcrit=311.181
Sisma							
*	HANSEN (1970)	6321.50	2748.48	178.35	35.44	Verificata	* Rottura generale; lr=386.933; lcrit=311.181
	TERZAGHI (1955)	8929.52	3882.40	178.35	50.07	Verificata	* Rottura generale; lr=386.933; lcrit=311.181
	MEYERHOF (1963)	10682.42	4644.53	178.35	59.9	Verificata	* Rottura generale; lr=386.933; lcrit=311.181
	VESIC (1975)	7897.51	3433.70	178.35	44.28	Verificata	* Rottura generale; lr=386.933; lcrit=311.181

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

	Brinch - Hansen 1970	6524.70	2836.83	178.35	36.58	Verificata	* Rottura generale; I _r =386.933; I _{crit} =311.181
--	----------------------	---------	---------	--------	-------	------------	---

Da tale confronto risulta che le azioni di calcolo sono in ogni punto inferiori al valore della resistenza del terreno e pertanto la verifica risulta soddisfatta.

Per quanto concerne invece lo Stato limite di Esercizio, si riportano di seguito i valori dei cedimenti elastici stimati.

Pressione normale di progetto 81.23 kN/m²
Spessore dello strato 30.0 m
Profondità substrato roccioso 30.0 m
Modulo Elastico 150000.0 kN/m²
Coefficiente di Poisson 0.2

=====

Coefficiente di influenza I1 0.39
Coefficiente di influenza I2 0.07
Coefficiente di influenza Is 0.44

=====

Cedimento al centro della fondazione 5.38 mm

=====

Coefficiente di influenza I1 0.22
Coefficiente di influenza I2 0.1
Coefficiente di influenza Is 0.29

Cedimento al bordo 1.77 mm

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

10 CORPO DI FABBRICA 5

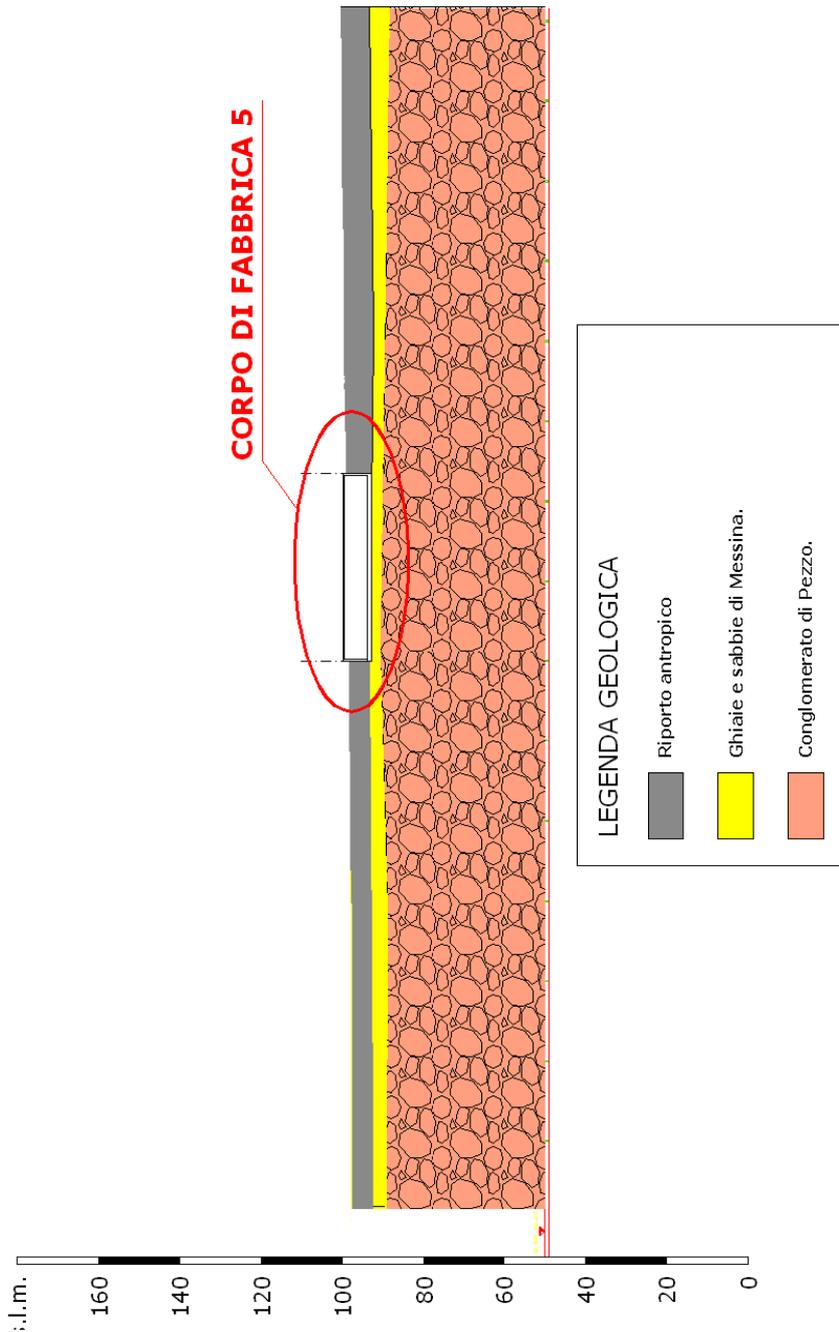


Figura 9.1: Profilo geotecnico

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		Codice documento CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	Rev F0	Data 20/06/2011

STRATIGRAFIA TERRENO

Corr: Parametri con fattore di correzione (TERZAGHI)

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; Ficorr: Angolo di attrito corretto secondo Terzaghi; c: Coesione; c Corr: Coesione corretta secondo Terzaghi; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson; Cv: Coeff. consolidaz. primaria; Cs: Coeff. consolidazione secondaria; cu: Coesione non drenata

DH [m]	Gam [kN/m ³]	Gams [kN/m ³]	Fi [°]	Fi Corr. [°]	c [kN/m ²]	c Corr. [kN/m ²]	cu [kN/m ²]	Ey [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	
3.0	19.0	20.0	38.0	38	0.0	0.0	0.0	70000.0		Sabbie e ghiaie di Messina
27.0	21.0	22.0	40.0	40	0.0	0.0	0.0	150000		Conglomerato di Pezzo

I risultati delle analisi sono di seguito riassunti:

Nome combinazione	Autore	Carico limite [Qult] (kN/m ²)	Resistenza di progetto [Rd] (kN/m ²)	Tensione [Ed] (kN/m ²)	Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	Condizione di verifica [Ed<Rd]	Tipo rottura
A1+M1+R3							
	HANSEN (1970)	16035.01	6971.74	74.75	214.52	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=112.276; lcrit=207.42
	TERZAGHI (1955)	29086.07	12646.12	74.75	389.11	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=112.276; lcrit=207.42
	MEYERHOF (1963)	33951.77	14761.64	74.75	454.2	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=112.276; lcrit=207.42
	VESIC (1975)	15870.83	6900.36	74.75	212.32	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=112.276; lcrit=207.42
	Brinch - Hansen 1970	17618.81	7660.35	74.75	235.7	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=112.276; lcrit=207.42
Sisma							
	HANSEN (1970)	3770.10	1639.18	81.32	46.36	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=112.276; lcrit=207.42
	TERZAGHI (1955)	5497.71	2390.31	81.32	67.61	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=112.276; lcrit=207.42
	MEYERHOF (1963)	6319.20	2747.48	81.32	77.71	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=112.276; lcrit=207.42
*	VESIC (1975)	3400.57	1478.51	81.32	41.82	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=112.276; lcrit=207.42

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

	Brinch - Hansen 1970	3910.97	1700.42	81.32	48.09	Verificata	* Rottura per punzonamento; I _r =112.276; I _{crit} =207.42
--	----------------------	---------	---------	-------	-------	------------	--

Da tale confronto risulta che le azioni di calcolo sono in ogni punto inferiori al valore della resistenza del terreno e pertanto la verifica risulta soddisfatta.

Per quanto concerne invece lo Stato limite di Esercizio, si riportano di seguito i valori del cedimenti elastici stimati.

```

=====
Pressione normale di progetto          53.21 kN/m²
Spessore dello strato                   3.0 m
Profondità substrato roccioso         3.0 m
Modulo Elastico                        70000.0 kN/m²
Coefficiente di Poisson                 0.2
=====
Coefficiente di influenza I1            0.0
Coefficiente di influenza I2            0.03
Coefficiente di influenza Is            0.03
=====
Cedimento al centro della fondazione    0.86 mm
=====
Coefficiente di influenza I1            0.0
Coefficiente di influenza I2            0.02
Coefficiente di influenza Is            0.01
Cedimento al bordo                      0.21 mm
=====

```

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Rev</i></th> <th><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

11 CORPO DI FABBRICA 6

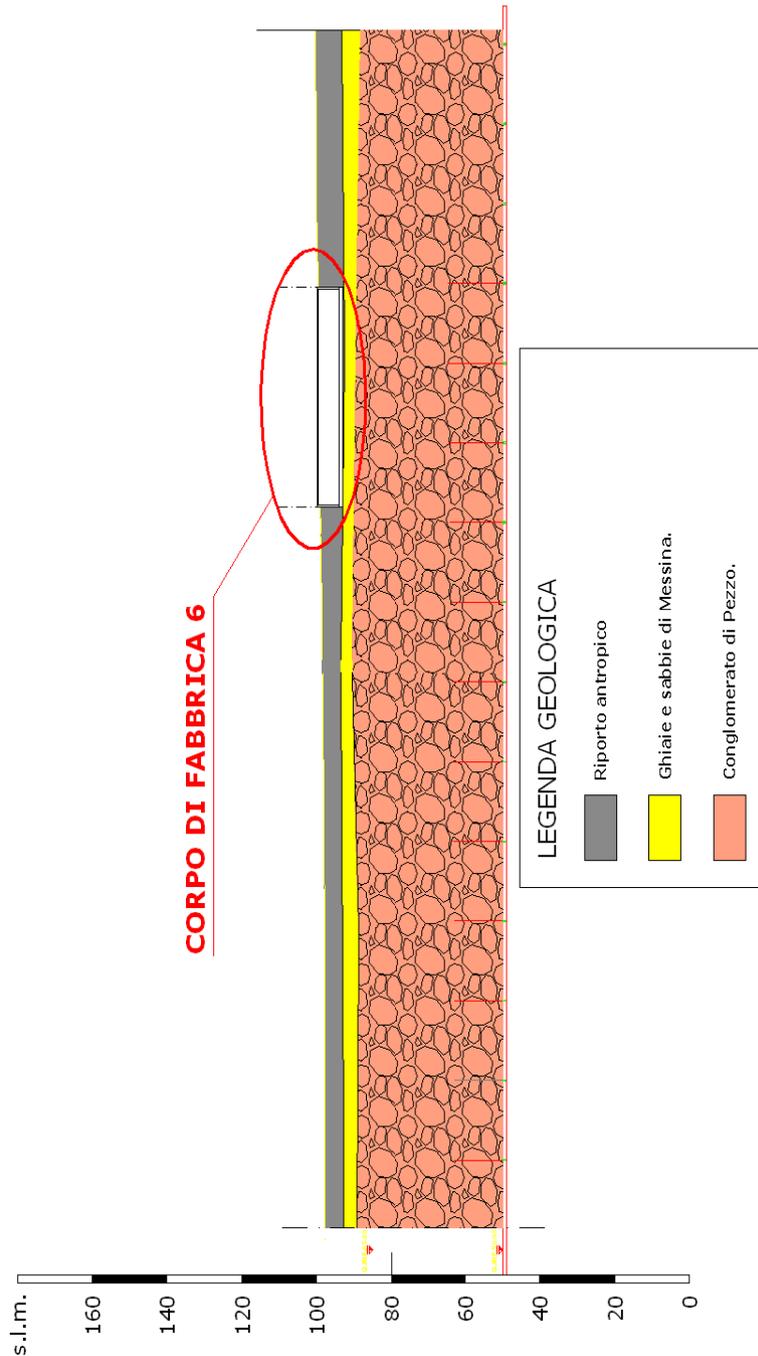


Figura 10.1: Profilo geotecnico

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0

STRATIGRAFIA TERRENO

Corr: Parametri con fattore di correzione (TERZAGHI)

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; Ficorr: Angolo di attrito corretto secondo Terzaghi; c: Coesione; c Corr: Coesione corretta secondo Terzaghi; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson; Cv: Coeff. consolidaz. primaria; Cs: Coeff. consolidazione secondaria; cu: Coesione non drenata

DH [m]	Gam [kN/m ³]	Gams [kN/m ³]	Fi [°]	Fi Corr. [°]	c [kN/m ²]	c Corr. [kN/m ²]	cu [kN/m ²]	Ey [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	
3.0	19.0	20.0	38.0	38	0.0	0.0	0.0	70000.0		Sabbie e ghiaie di Messina
27.0	21.0	22.0	40.0	40	0.0	0.0	0.0	150000		Conglomerato di Pezzo

I risultati delle analisi sono di seguito riassunti:

Nome combinazione	Autore	Carico limite [Qult] (kN/m ²)	Resistenza di progetto [Rd] (kN/m ²)	Tensione [Ed] (kN/m ²)	Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	Condizione di verifica [Ed<Rd]	Tipo rottura
A1+M1+R3							
	HANSEN (1970)	18829.60	8186.78	109.29	172.29	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=85.738; lcrit=175.441
	TERZAGHI (1955)	38159.00	16590.87	109.29	349.15	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=85.738; lcrit=175.441
	MEYERHOF (1963)	47066.42	20463.66	109.29	430.66	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=85.738; lcrit=175.441
	VESIC (1975)	17730.04	7708.72	109.29	162.23	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=85.738; lcrit=175.441
	Brinch - Hansen 1970	21453.80	9327.74	109.29	196.3	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=85.738; lcrit=175.441
Sisma							
	HANSEN (1970)	4313.46	1875.42	147.92	29.16	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=85.738; lcrit=175.441
	TERZAGHI (1955)	6904.42	3001.92	147.92	46.68	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=85.738; lcrit=175.441
	MEYERHOF (1963)	8411.40	3657.13	147.92	56.86	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=85.738; lcrit=175.441
*	VESIC (1975)	3717.76	1616.42	147.92	25.13	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=85.738; lcrit=175.441

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

	Brinch - Hansen 1970	4592.07	1996.55	147.92	31.04	Verificata	* Rottura per punzonamento; I _r =85.738; I _{crit} =175.441
--	----------------------	---------	---------	--------	-------	------------	--

Da tale confronto risulta che le azioni di calcolo sono in ogni punto inferiori al valore della resistenza del terreno e pertanto la verifica risulta soddisfatta.

Per quanto concerne invece lo Stato limite di Esercizio, si riportano di seguito i valori dei cedimenti elastici stimati.

```

=====
Pressione normale di progetto      80.27 kN/m2
Spessore dello strato              3.0 m
Profondità substrato roccioso     3.0 m
Modulo Elastico                    70000.0 kN/m2
Coefficiente di Poisson            0.2
=====
Coefficiente di influenza I1        0.0
Coefficiente di influenza I2        0.03
Coefficiente di influenza Is        0.02
=====
Cedimento al centro della fondazione 1.52 mm
=====
Coefficiente di influenza I1        0.0
Coefficiente di influenza I2        0.01
Coefficiente di influenza Is        0.01
Cedimento al bordo                 0.37 mm
=====

```

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

12 CORPO DI FABBRICA 7

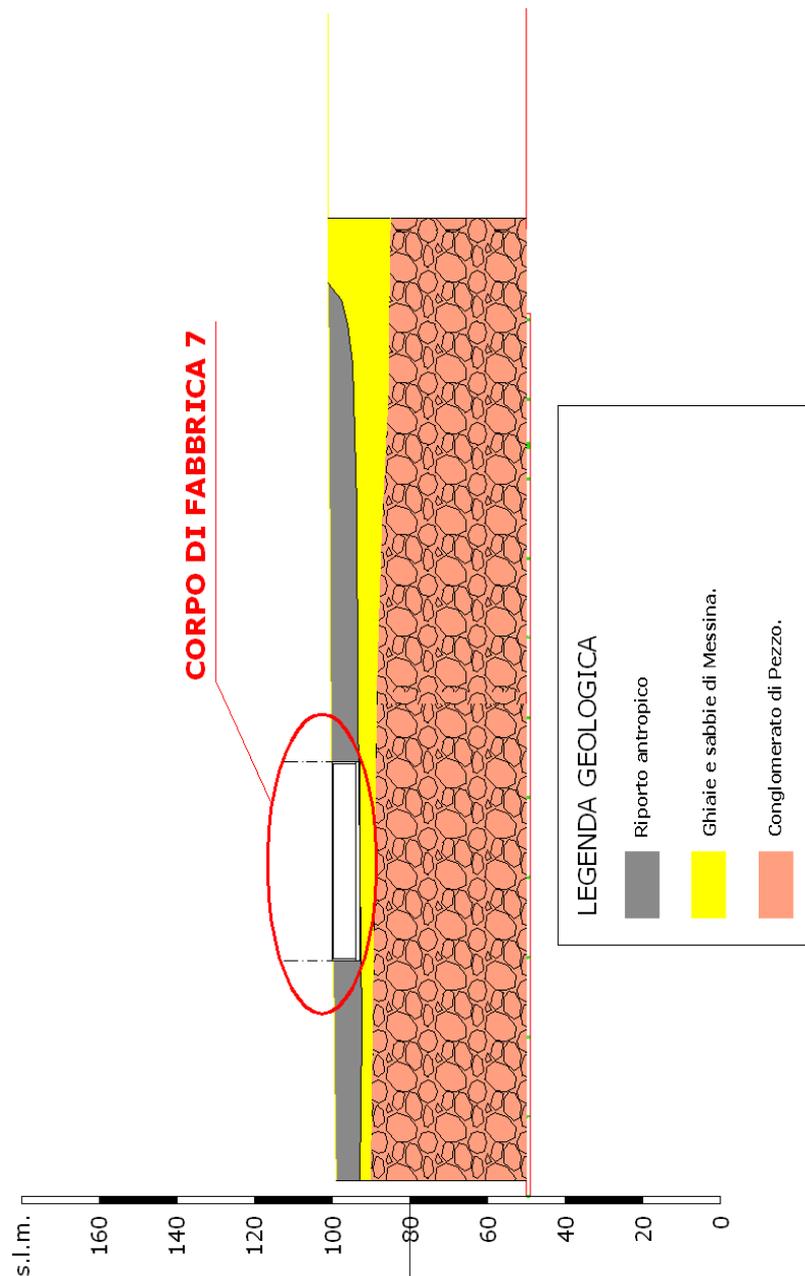


Figura 11.1: Profilo geotecnico

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		Codice documento CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	Rev F0	Data 20/06/2011

STRATIGRAFIA TERRENO

Corr: Parametri con fattore di correzione (TERZAGHI)

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; Ficorr: Angolo di attrito corretto secondo Terzaghi; c: Coesione; c Corr: Coesione corretta secondo Terzaghi; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson; Cv: Coeff. consolidaz. primaria; Cs: Coeff. consolidazione secondaria; cu: Coesione non drenata

DH [m]	Gam [kN/m ³]	Gams [kN/m ³]	Fi [°]	Fi Corr. [°]	c [kN/m ²]	c Corr. [kN/m ²]	cu [kN/m ²]	Ey [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	
3.0	19.0	20.0	38.0	38	0.0	0.0	0.0	70000.0		Sabbie e ghiaie di Messina
27.0	21.0	22.0	40.0	40	0.0	0.0	0.0	150000		Conglomerato di Pezzo

I risultati delle analisi sono di seguito riassunti:

Nome combinazione	Autore	Carico limite [Qult] (kN/m ²)	Resistenza di progetto [Rd] (kN/m ²)	Tensione [Ed] (kN/m ²)	Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	Condizione di verifica [Ed<Rd]	Tipo rottura
A1+M1+R3							
	HANSEN (1970)	12989.43	5647.58	126.11	103	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=147.362; lcrit=227.957
	TERZAGHI (1955)	22106.90	9611.70	126.11	175.3	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=147.362; lcrit=227.957
	MEYERHOF (1963)	24988.71	10864.65	126.11	198.15	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=147.362; lcrit=227.957
	VESIC (1975)	14002.37	6087.99	126.11	111.03	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=147.362; lcrit=227.957
	Brinch - Hansen 1970	13998.13	6086.14	126.11	111	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=147.362; lcrit=227.957
Sisma							
	HANSEN (1970)	3237.07	1407.42	208.92	15.49	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=147.362; lcrit=227.957
	TERZAGHI (1955)	4415.63	1919.84	208.92	21.14	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=147.362; lcrit=227.957
	MEYERHOF (1963)	4897.29	2129.26	208.92	23.44	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=147.362; lcrit=227.957
*	VESIC (1975)	3150.85	1369.93	208.92	15.08	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=147.362; lcrit=227.957

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

	Brinch - Hansen 1970	3301.99	1435.65	208.92	15.81	Verificata	* Rottura per punzonamento; I _r =147.362; I _{crit} =227.957
--	----------------------	---------	---------	--------	-------	------------	---

Da tale confronto risulta che le azioni di calcolo sono in ogni punto inferiori al valore della resistenza del terreno e pertanto la verifica risulta soddisfatta.

Per quanto concerne invece lo Stato limite di Esercizio, si riportano di seguito i valori dei cedimenti elastici stimati.

```

=====
Pressione normale di progetto      91.16 kN/m2
Spessore dello strato              4.0 m
Profondità substrato roccioso    4.0 m
Modulo Elastico                   70000.0 kN/m2
Coefficiente di Poisson            0.0
=====
Coefficiente di influenza I1       0.01
Coefficiente di influenza I2       0.05
Coefficiente di influenza Is       0.04
=====
Cedimento al centro della fondazione  1.93 mm
=====
Coefficiente di influenza I1       0.0
Coefficiente di influenza I2       0.03
Coefficiente di influenza Is       0.02
Cedimento al bordo                 0.45 mm
=====

```

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

13 CORPO DI FABBRICA 8 (P.EMERG.)

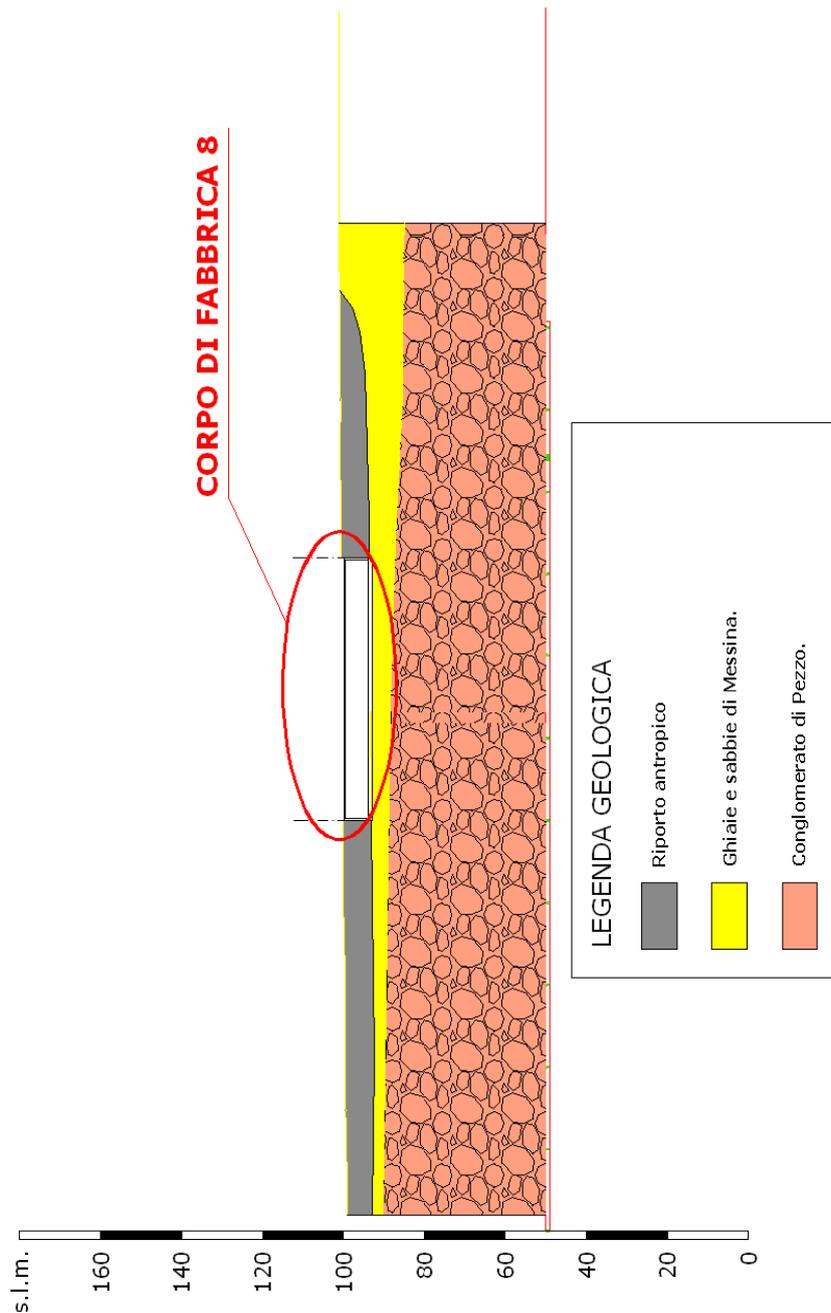


Figura 12.1: Profilo geotecnico

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

STRATIGRAFIA TERRENO

Corr: Parametri con fattore di correzione (TERZAGHI)

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; Ficorr: Angolo di attrito corretto secondo Terzaghi; c: Coesione; c Corr: Coesione corretta secondo Terzaghi; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson; Cv: Coeff. consolidaz. primaria; Cs: Coeff. consolidazione secondaria; cu: Coesione non drenata

DH [m]	Gam [kN/m ³]	Gams [kN/m ³]	Fi [°]	Fi Corr. [°]	c [kN/m ²]	c Corr. [kN/m ²]	cu [kN/m ²]	Ey [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	
4.0	19.0	20.0	38.0	38.0	0.0	0.0	0.0	70000	0.0	Sabbie e ghiaie di Messina
20.0	21.0	22.0	40.0	40.0	0.0	0.0	0.0	150000	0.0	Conglomerato di Pezzo

I risultati delle analisi sono di seguito riassunti:

Nome combinazione	Autore	Carico limite [Qult] (kN/m ²)	Resistenza di progetto [Rd] (kN/m ²)	Tensione [Ed] (kN/m ²)	Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	Condizione di verifica [Ed<Rd]	Tipo rottura
A1+M1+R3							
	HANSEN (1970)	9110.48	3961.08	155.00	58.78	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=154.753; lcrit=183.805
	TERZAGHI (1955)	13687.27	5950.99	155.00	88.3	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=154.753; lcrit=183.805
	MEYERHOF (1963)	14212.39	6179.30	155.00	91.69	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=154.753; lcrit=183.805
	VESIC (1975)	11534.31	5014.92	155.00	74.41	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=154.753; lcrit=183.805
	Brinch - Hansen 1970	9585.71	4167.70	155.00	61.84	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=154.753; lcrit=183.805
Sisma							
*	HANSEN (1970)	2048.23	890.53	206.03	9.94	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=154.753; lcrit=183.805
	TERZAGHI (1955)	2643.98	1149.56	206.03	12.83	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=154.753; lcrit=183.805
	MEYERHOF (1963)	2690.87	1169.94	206.03	13.06	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=154.753; lcrit=183.805
	VESIC (1975)	2337.89	1016.48	206.03	11.35	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=154.753; lcrit=183.805

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

	Brinch - Hansen 1970	2082.06	905.24	206.03	10.11	Verificata	* Rottura per punzonamento; I _r =154.753; I _{crit} =183.805
--	----------------------	---------	--------	--------	-------	------------	---

Da tale confronto risulta che le azioni di calcolo sono in ogni punto inferiori al valore della resistenza del terreno e pertanto la verifica risulta soddisfatta.

Per quanto concerne invece lo Stato limite di Esercizio, si riportano di seguito i valori dei cedimenti elastici stimati.

Pressione normale di progetto	99.05 kN/m ²
Spessore dello strato	4.0 m
Profondità substrato roccioso	4.0 m
Modulo Elastico	70000.0 kN/m ²
Coefficiente di Poisson	0.2

=====

Coefficiente di influenza I1	0.01
Coefficiente di influenza I2	0.05
Coefficiente di influenza I _s	0.05

=====

Cedimento al centro della fondazione	2.78 mm
--------------------------------------	---------

=====

Coefficiente di influenza I1	0.0
Coefficiente di influenza I2	0.03
Coefficiente di influenza I _s	0.02
Cedimento al bordo	0.68 mm

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

14 CORPO DI FABBRICA 9 (P.EMERG.)

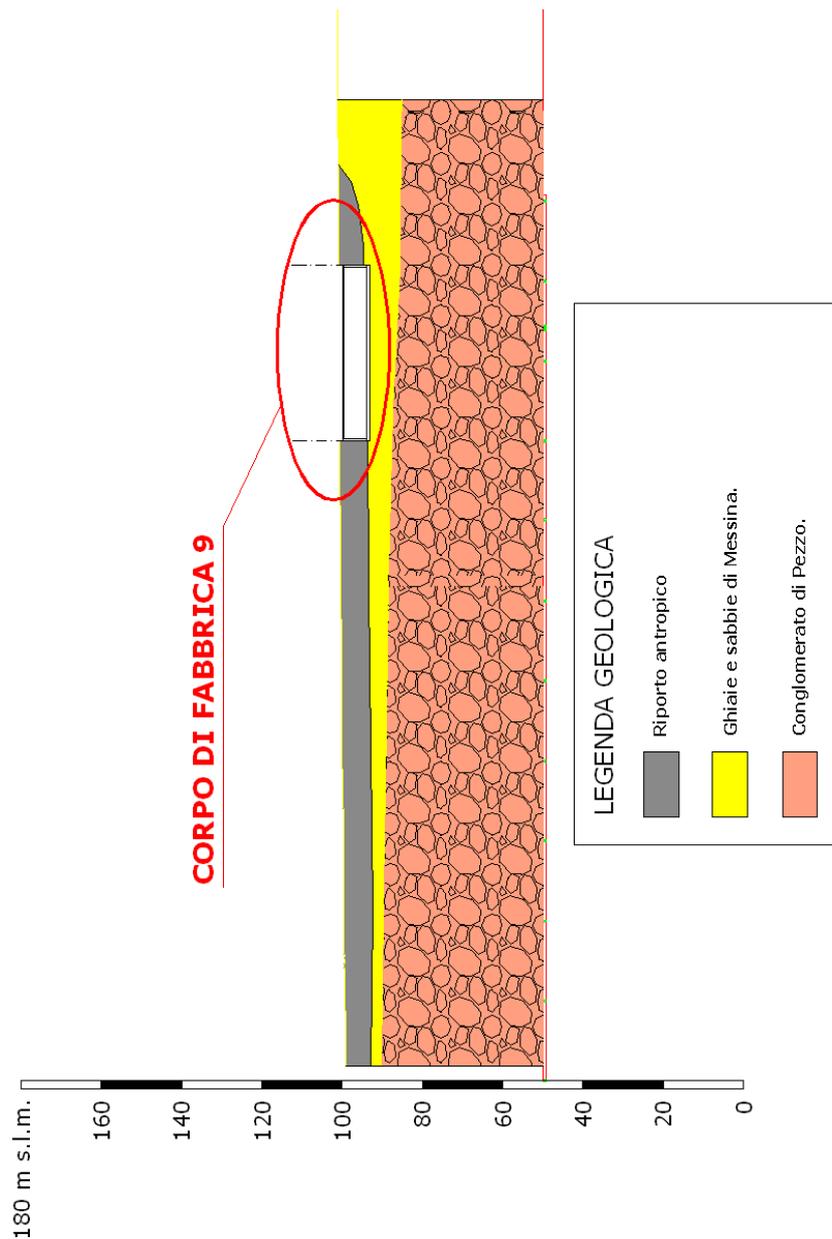


Figura 13.1: Profilo geotecnico

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		Codice documento CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	Rev F0	Data 20/06/2011

STRATIGRAFIA TERRENO

Corr: Parametri con fattore di correzione (TERZAGHI)

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; Ficorr: Angolo di attrito corretto secondo Terzaghi; c: Coesione; c Corr: Coesione corretta secondo Terzaghi; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson; Cv: Coeff. consolidaz. primaria; Cs: Coeff. consolidazione secondaria; cu: Coesione non drenata

DH [m]	Gam [kN/m ³]	Gams [kN/m ³]	Fi [°]	Fi Corr. [°]	c [kN/m ²]	c Corr. [kN/m ²]	cu [kN/m ²]	Ey [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	
3.0	19.0	20.0	38.0	38	0.0	0.0	0.0	70000.0		Sabbie e ghiaie di Messina
27.0	21.0	22.0	40.0	40	0.0	0.0	0.0	150000		Conglomerato di Pezzo

I risultati delle analisi sono di seguito riassunti:

Nome combinazione	Autore	Carico limite [Qult] (kN/m ²)	Resistenza di progetto [Rd] (kN/m ²)	Tensione [Ed] (kN/m ²)	Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	Condizione di verifica [Ed<Rd]	Tipo rottura
A1+M1+R3							
	HANSEN (1970)	11790.30	5126.22	97.36	121.1	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=147.362; lcrit=187.559
	TERZAGHI (1955)	22106.90	9611.70	97.36	227.06	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=147.362; lcrit=187.559
	MEYERHOF (1963)	26705.92	11611.27	97.36	274.3	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=147.362; lcrit=187.559
	VESIC (1975)	13934.65	6058.54	97.36	143.12	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=147.362; lcrit=187.559
	Brinch - Hansen 1970	13104.66	5697.68	97.36	134.6	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=147.362; lcrit=187.559
Sisma							
*	HANSEN (1970)	3181.91	1383.44	162.83	19.54	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=147.362; lcrit=187.559
	TERZAGHI (1955)	4415.63	1919.84	162.83	27.12	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=147.362; lcrit=187.559
	MEYERHOF (1963)	5233.83	2275.58	162.83	32.14	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=147.362; lcrit=187.559
	VESIC (1975)	3358.10	1460.04	162.83	20.62	Verificata	* Rottura per punzonamento; lr=147.362; lcrit=187.559

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

	Brinch - Hansen 1970	3266.50	1420.22	162.83	20.06	Verificata	* Rottura per punzonamento; I _r =147.362; I _{crit} =187.559
--	----------------------	---------	---------	--------	-------	------------	---

Da tale confronto risulta che le azioni di calcolo sono in ogni punto inferiori al valore della resistenza del terreno e pertanto la verifica risulta soddisfatta.

Per quanto concerne invece lo Stato limite di Esercizio, si riportano di seguito i valori dei cedimenti elastici stimati.

```

=====
Pressione normale di progetto      70.35 kN/m²
Spessore dello strato              6.5 m
Profondità substrato roccioso    6.5 m
Modulo Elastico                   70000.0 kN/m²
Coefficiente di Poisson            0.0
=====
Coefficiente di influenza I1       0.04
Coefficiente di influenza I2       0.07
Coefficiente di influenza Is       0.08
=====
Cedimento al centro della fondazione  2.39 mm
=====
Coefficiente di influenza I1       0.01
Coefficiente di influenza I2       0.04
Coefficiente di influenza Is       0.04
Cedimento al bordo                 0.55 mm
=====

```

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Rev</i></th> <th><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

15 CEDIR

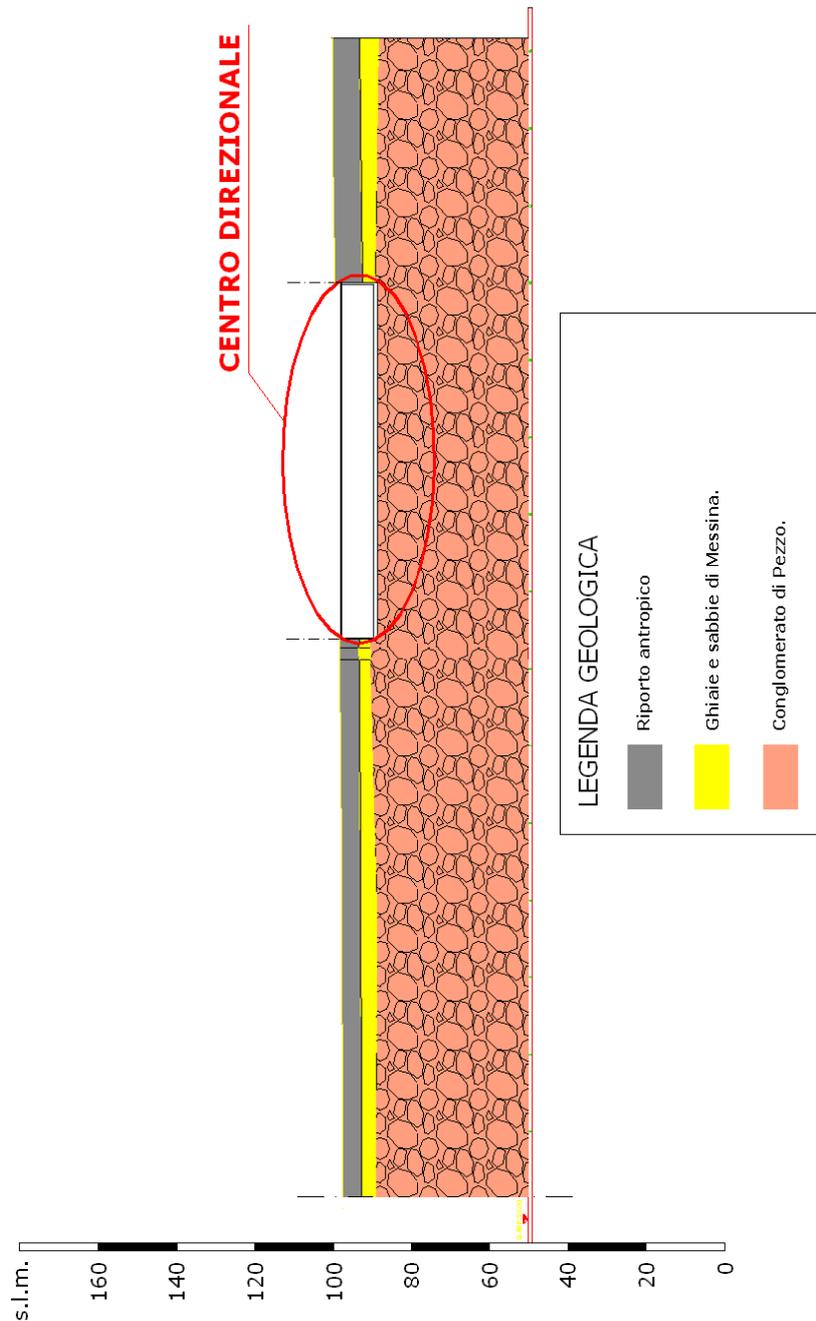


Figura 14.1: Profilo geotecnico

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0

STRATIGRAFIA TERRENO

Corr: Parametri con fattore di correzione (TERZAGHI)

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; Ficorr: Angolo di attrito corretto secondo Terzaghi; c: Coesione; c Corr: Coesione corretta secondo Terzaghi; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson; Cv: Coeff. consolidaz. primaria; Cs: Coeff. consolidazione secondaria; cu: Coesione non drenata

DH [m]	Gam [kN/m ³]	Gams [kN/m ³]	Fi [°]	Fi Corr. [°]	c [kN/m ²]	c Corr. [kN/m ²]	cu [kN/m ²]	Ey [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	
30.0	21.0	22.0	40.0	40.0	0.0	0.0	0.0	150000	0.0	Conglomerato di Pezzo

I risultati delle analisi sono di seguito riassunti:

Nome combinazione	Autore	Carico limite [Qult] (kN/m ²)	Resistenza di progetto [Rd] (kN/m ²)	Tensione [Ed] (kN/m ²)	Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	Condizione di verifica [Ed<Rd]	Tipo rottura
A1+M1+R3							
	HANSEN (1970)	13319.60	5791.13	364.81	36.51	Verificata	* Rottura generale; Ir=342.842; Icrit=286.936
	TERZAGHI (1955)	20331.82	8839.92	364.81	55.73	Verificata	* Rottura generale; Ir=342.842; Icrit=286.936
	MEYERHOF (1963)	21126.87	9185.59	364.81	57.91	Verificata	* Rottura generale; Ir=342.842; Icrit=286.936
	VESIC (1975)	17981.92	7818.23	364.81	49.29	Verificata	* Rottura generale; Ir=342.842; Icrit=286.936
	Brinch - Hansen 1970	13901.01	6043.92	364.81	38.1	Verificata	* Rottura generale; Ir=342.842; Icrit=286.936
Sisma							
*	HANSEN (1970)	5276.25	2294.02	301.00	17.53	Verificata	* Rottura generale; Ir=342.842; Icrit=286.936
	TERZAGHI (1955)	7514.40	3267.13	301.00	24.96	Verificata	* Rottura generale; Ir=342.842; Icrit=286.936
	MEYERHOF (1963)	7736.58	3363.73	301.00	25.7	Verificata	* Rottura generale; Ir=342.842; Icrit=286.936
	VESIC (1975)	6809.97	2960.86	301.00	22.62	Verificata	* Rottura generale; Ir=342.842; Icrit=286.936
	Brinch -	5418.32	2355.79	301.00	18	Verificata	* Rottura

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
CORPI DI FABBRICA 1~7 E PARK EMERGENZA - RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000005F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

	Hansen 1970						generale; Ir=342.842; Icrit=286.936
--	-------------	--	--	--	--	--	---

Da tale confronto risulta che le azioni di calcolo sono in ogni punto inferiori al valore della resistenza del terreno e pertanto la verifica risulta soddisfatta.

Per quanto concerne invece lo Stato limite di Esercizio, si riportano di seguito i valori del cedimenti elastici stimati.

```

=====
Pressione normale di progetto      235.5 kN/m²
Spessore dello strato              30.0 m
Profondità substrato roccioso    30.0 m
Modulo Elastico                   150000.0 kN/m²
Coefficiente di Poisson            0.2
=====
Coefficiente di influenza I1       0.33
Coefficiente di influenza I2       0.1
Coefficiente di influenza Is       0.4
=====
Cedimento al centro della fondazione 23.2 mm
=====
Coefficiente di influenza I1       0.15
Coefficiente di influenza I2       0.11
Coefficiente di influenza Is       0.24
Cedimento al bordo                 6.76 mm
=====

```