

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)

IL PROGETTISTA



Dott. Ing. F. Colla
 Ordine Ingegneri
 Milano
 n° 20355



Dott. Ing. E. Pagani
 Ordine Ingegneri Milano
 n° 15408

IL CONTRAENTE GENERALE

Project Manager
 (Ing. P.P. Marcheselli)

STRETTO DI MESSINA
 Direttore Generale e
 RUP Validazione
 (Ing. G. Fiammenghi)

STRETTO DI MESSINA
 Amministratore Delegato
 (Dott. P. Ciucci)

Unità Funzionale

COLLEGAMENTI VERSANTE CALABRIA

Tipo di sistema

CENTRO DIREZIONALE

Raggruppamento di opere/attività

OPERE CIVILI EDILI

Opera - tratto d'opera - parte d'opera

VIABILITA' ACCESSO

Titolo del documento

STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA

CD0220_F0

CODICE

C G 0 7 0 0 P R B D C C D 1 C V A 0 0 0 0 0 1 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		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

INDICE

INDICE.....	3
1 PREMESSA.....	5
2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	7
3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	7
4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	11
4.1 SABBIE E GHIAIE DI MESSINA	11
4.2 CONGLOMERATO DI PEZZO	12
4.3 DEPOSITI MARINI TERRAZZATI	13
4.4 DEPOSITI DI VERSANTE.....	13
4.5 RIPORTO ANTROPICO.....	14
4.6 STATO INIZIALE MATERIALI	15
5 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA'	17
5.1 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE.....	19
6 PRESCRIZIONI REALIZZAZIONE RILEVATI E TRINCEE.....	33
7 SEZIONI DI CALCOLO.....	37
8 MODELLO DI CALCOLO PER ANALISI STABILITA'	39
8.1 FASI COSTRUTTIVE DELLE TRINCEE	40
8.2 FASI COSTRUTTIVE DEI RILEVATI	41
9 RISULTATI DI CALCOLO.....	41
9.1 ASSE 1-3.....	41
9.2 ASSE 3-4.....	50
9.3 ROTATORIA 4.....	55
9.4 RAMPA 2.....	63
9.5 RAMPA 3.....	68
10 TABULATI DI CALCOLO	73
10.1 ASSE 1-3-ANALISI SSR	73
10.1.1 TABULATO DI INPUT	73
10.1.2 TABULATO DI OUTPUT	77
10.2 ASSE 1-3-ANALISI DI DEFORMABILITÀ	81
10.2.1 TABULATO DI INPUT- SISMA SLV	81
10.2.2 TABULATO DI OUTPUT- SISMA SLV	85

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

10.2.3	TABULATO DI INPUT- SISMA SLD	86
10.2.4	TABULATO DI OUTPUT- SISMA SLD	90
10.2.5	TABULATO DI INPUT- SOVRACCARICO	90
10.2.6	TABULATO DI OUTPUT- SOVRACCARICO	95
10.3	ROTATORIA 4-ANALISI SSR	95
10.3.1	TABULATO DI INPUT	95
10.3.2	TABULATO DI OUTPUT	99
10.4	ROTATORIA 4-ANALISI DI DEFORMABILITÀ	101
10.4.1	TABULATO DI INPUT-SISMA SLV	101
10.4.2	TABULATO DI OUTPUT-SISMA SLV	107
10.4.3	TABULATO DI INPUT-SISMA SLD	107
10.4.4	TABULATO DI OUTPUT-SISMA SLD	113
10.4.5	TABULATO DI INPUT-SOVRACCARICO	114
10.4.6	TABULATO DI OUTPUT-SOVRACCARICO	119
10.5	ASSE 3-4-ANALISI SSR	120
10.5.1	TABULATO DI INPUT	120
10.5.2	TABULATO DI OUTPUT	124
10.6	RAMPA 2-ANALISI SSR	128
10.6.1	TABULATO DI INPUT	128
10.6.2	TABULATO DI OUTPUT	132
10.7	RAMPA 3-ANALISI SSR	135
10.7.1	TABULATO DI INPUT	135
10.7.2	TABULATO DI OUTPUT	138

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

1 PREMESSA

La presente relazione riguarda la definizione del profilo stratigrafico, la caratterizzazione fisico meccanica e l'analisi di stabilità delle sezioni in trincea e in rilevato con riferimento alla viabilità di pertinenza del Centro Direzionale.

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.

In particolare, i tratti stradali analizzati, sono i seguenti:

- Asse 1-3
- Asse 3-4 e Rotatoria 4
- Rampa 2
- Rampa 3

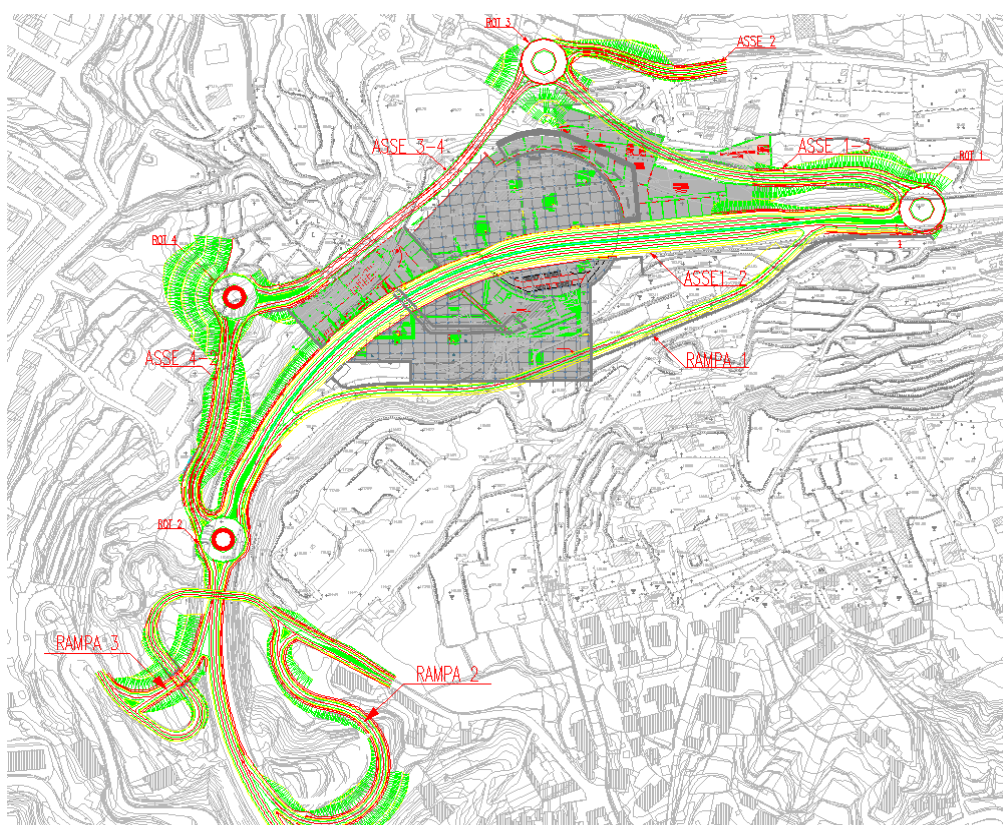


Figura 1.1 : Planimetria generale di riferimento

Le analisi di stabilità delle trincee e dei rilevati sono state effettuate secondo il metodo **Shear Strength Reduction (SSR)**, applicato ad un modello agli elementi finiti a comportamento elasto-plastico, considerando le sezioni più significative dei vari tratti stradali prima elencati.

Per quanto riguarda gli aspetti litologici, geologici ed idrogeologici dei siti trattati, si fa riferimento

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA00000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

alle specifiche relazioni generali che, relativamente a ciascun ambito, forniscono dettagliatamente le indicazioni su tutta la tratta interessata dai lavori.

In particolare, per la parte in oggetto gli elaborati di riferimento sono i seguenti:

Geologia: Relazione Geologica generale e annesse relazioni idrogeologiche

- per la Calabria CG0800PRGDSCBC6G000000001A;

Geotecnica: Relazione Geotecnica generale

- per la Calabria CG0800PRBDCSBC8G000000001A;

Nel seguito si elencano le normative a cui si è fatto riferimento, e si descrivono i parametri geotecnici adottati nei calcoli, i modelli di calcolo e le verifiche di stabilità del deposito in oggetto.

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- 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 1997: “Eurocodice 7. Progettazione geotecnica”
- UNI 10006/2002: “Costruzione e manutenzione delle strade- Tecniche di impiego delle terre”
- CNR B.U. n 22/72
- CNR 69-1978
- CNR 22-1972

3 **INQUADRAMENTO GEOLOGICO**

L’area sulla quale verranno realizzati i suddetti tratti stradali, risulta caratterizzata da diversi litotipi. Dall’osservazione della carta geologica a disposizione, in prossimità degli assi 1-2, 1-3 e 3-4, si rilevano dei riporti di natura antropica, mentre in corrispondenza delle rampe 1, 2 e 3 si rilevano invece dei 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. Le indagini eseguite hanno classificato tali terreni come sabbie di colore rossastro da medie a grossolane, solo subordinatamente fini, con rare intercalazioni di livelli di ghiaiosi o limosi. Tali terreni sono stati sinteticamente indicati come “ Depositi di versante”. Oltre a tali terreni si rilevano anche depositi marini sabbiosi e sabbioso ghiaiosi fortemente pedogenizzati in prossimità della superficie. Questi ultimi vengono indicati come “Depositi terrazzati marini” e rappresentano terre da sciolte a debolmente coesive con cementazione da debole ad assente. Si rilevano inoltre, ghiaie e ciottoli da sub arrotondati ad appiattiti con matrice di sabbie grossolane denominati sinteticamente come “Sabbie e ghiaie di Messina”.

Il substrato, è rappresentato dal “Conglomerato di Pezzo”, composto prevalentemente da clasti di graniti e gneiss cementati in matrice prevalentemente composta da frazioni arenacee fini e limose. Le dimensioni dei clasti sono eterogenee e variabili da pochi mm fino a blocchi superiori al metro, interpretati come grossi trovanti inglobati nel conglomerato. Esso presenta generalmente caratteristiche assimilabili a quelle di rocce tenere.

Ai fini della ricostruzione litografica e stratigrafica delle diverse sezioni, vista la mancanza di una

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

programmazione di indagini specifica per le opere in questione, si è fatto riferimento ai risultati di indagini e prove eseguite nelle vicinanze delle opere stesse, all'interno dell'area in esame.

Le indagini confermano essenzialmente i cinque litotipi, evidenziati dalla carta geologica, rappresentati rispettivamente da:

- Riporto antropico;
- Depositi di versante;
- Depositi terrazzati marini;
- Sabbie e ghiaie di Messina;
- Conglomerato di Pezzo;

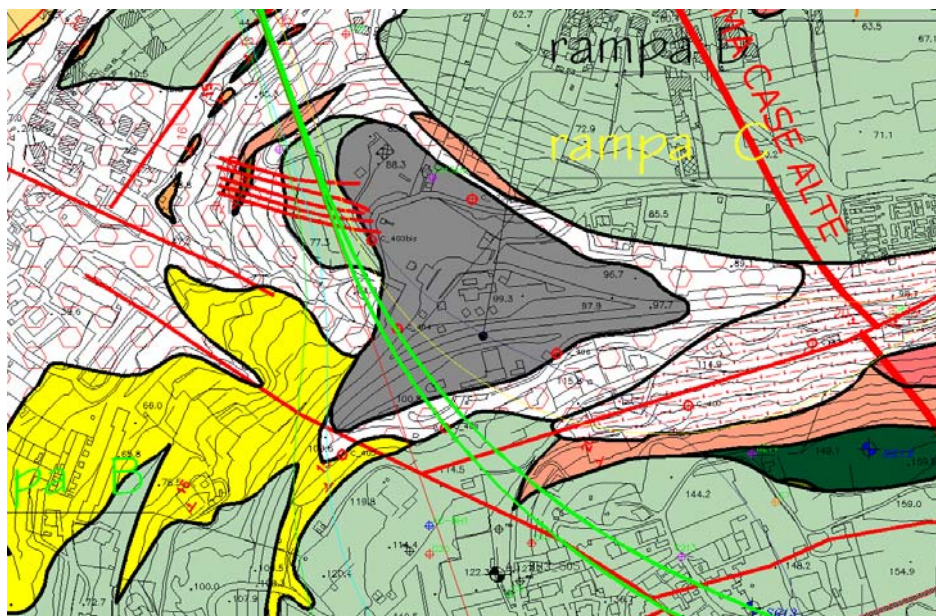

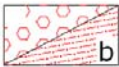
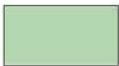




Figura 3.1 : Inquadramento geologico generale

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

	Ripporto antropico. (ATTUALE)
	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 clinostratificato (b). (OLOCENE)
	Depositi marini terrazzati (distinguibili in più ordini gerarchici). Sabbie gialle e ocra, limi e ghiaie con ciottoli arrotondati ed appiattiti prevalentemente cristallini, in matrice sabbiosa. Costituiscono superfici terrazzate distribuite a diverse quote debolmente inclinate verso la linea di costa. (PLEISTOCENE MEDIO-SUPERIORE)
	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 clinostratificati. Le facies sono attribuibili ad ambienti di tipo deltizio e/o conoide sottomarina. (PLEISTOCENE MEDIO)
	Conglomerato di Pezzo. Conglomerato a matrice arenacea, da scarsamente a ben cementato, a stratificazione poco distinta, con passaggi laterali a livelli arenacei e sabbie grossolane. Gli elementi costituenti sono esclusivamente di natura cristallino-metamorfica. (TORTONIANO SUPERIORE)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

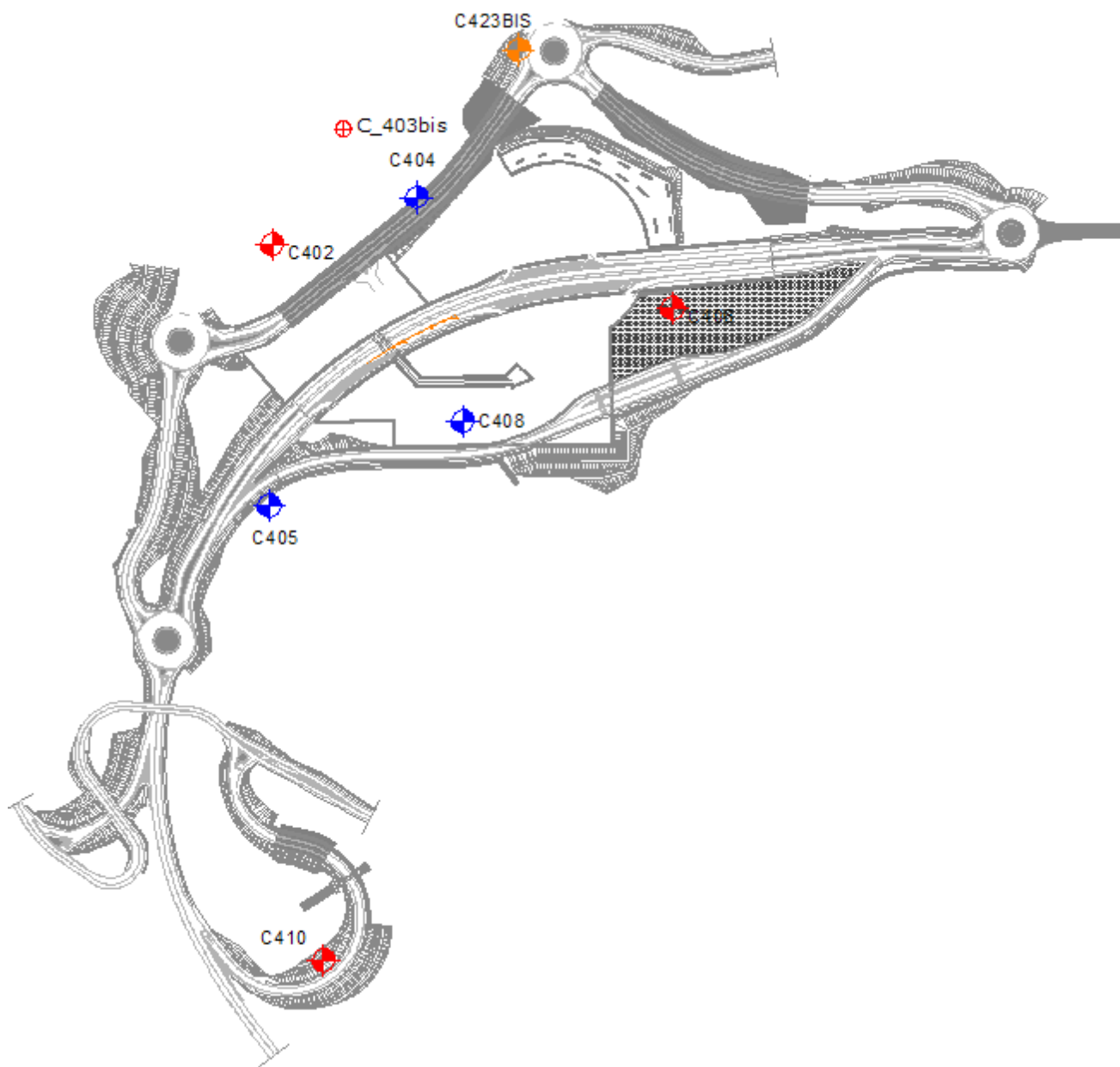


Figura 3.2 : Stralcio planimetrico e ubicazione indagini

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA00000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

La caratterizzazione geomeccanica dei litotipi individuati viene di seguito riportata.

4.1 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_0 (-)	0.45-0.55
V_s (m/sec)	200 + 7 z
G'_o	$G'_o = 1780 \cdot p_a \cdot \left(\frac{P'_o}{P_a} \right)^{0.65}$
E_o	$E_o = 4300 \cdot p_a \cdot \left(\frac{P'_o}{P_a} \right)^{0.65}$
$E' *$	$E' = (17 \div 40) \cdot (z)^{0.7}$
v'	0.2
K (m/s)	$10^{-4} - 10^{-5}$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA00000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

4.2 CONGLOMERATO DI PEZZO

Il conglomerato di Pezzo è la litologia stratigraficamente più bassa della successione sedimentaria. La sua potenza è superiore ai 200 m. Il conglomerato è composto prevalentemente da clasti di graniti e gneiss cementati in matrice prevalentemente composta da frazioni arenacee fini e limose. Le dimensioni dei clasti sono eterogenee e variabili da pochi mm fino a blocchi superiori al metro, interpretati come grossi trovanti inglobati nel conglomerato. Negli affioramenti la formazione presenta un aspetto litoide con scarpate stabili. Il Conglomerato di Pezzo ha quindi generalmente caratteristiche assimilabili a quelle di rocce tenere. Per i parametri di resistenza al taglio nell'ambito dello strato superficiale più alterato ($z < 25 \div 30\text{m}$), si fa riferimento alla caratterizzazione geotecnica generale che si basa sull'esito delle prove di carico su piastra, ritenute maggiormente rappresentative del comportamento d'insieme dell'ammasso.

γ (kN/m ³)	21-23
c' picco (kPa)	0-100
ϕ' picco (°)	38° ÷ 42°
$C_{residuo}'$ (kPa)	0
ϕ_{cv}' (°)	33-35
k_o (-)	0.7-0.9
V_s (m/sec)	$V_s = 280 \cdot (z)^{0.2}$
G'_o	$G'_o = 3000 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p'_o}{p_a}\right)^{0.50}$
E_o	$E_o = 7200 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p'_o}{p_a}\right)^{0.50}$
$E' *$	$E' = 150-300$ (z 0 - 20m) $E' = 300-500$ (20 - 35m)
ν'	0.2-0.3
K (m/s)	10^{-7}

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA00000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

4.3 DEPOSITI MARINI TERRAZZATI

Sono rappresentati da depositi marini sabbiosi e sabbioso ghiaiosi fortemente pedogenizzati in prossimità della superficie. I depositi dei terrazzi marini rappresentano terre da sciolte a debolmente coesive con cementazione da debole ad assente. L'andamento del fuso evidenzia che le caratteristiche granulometriche dei materiali in esame sono tipiche di materiali sia di materiali a grana grossa (ghiaie 34%), sia di materiali intermedi (sabbie 53%). Il contenuto di fino è mediamente del 11%. Per quanto riguarda lo stato iniziale i materiali sono prettamente normalmente consolidati.

γ (kN/m ³)	21-23
c'_{picco} (kPa)	0
ϕ'_{picco} (°)	38° ÷ 40° (p'ff=0-272KPa) / 36° ÷ 38° (p'ff=272-350KPa)
C_{residuo} (kPa)	0
ϕ_{cv} (°)	33-35
k_o (-)	0.4-0.5
V_s (m/sec)	200 + 10 z
G'_o	$G'_o = 1730 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p'_o}{p_a}\right)^{0.6}$
E_o	$E_o = 4150 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p'_o}{p_a}\right)^{0.6}$
$E' *$	$E = (19 \div 30) \cdot (z)^{0.7}$
ν'	0.2
K (m/s)	$10^{-5} - 10^{-6}$

4.4 DEPOSITI DI VERSANTE

Sono depositi detritici di sabbie di colore rossastro da medie a grossolane, solo subordinatamente fini, con rare intercalazioni di livelli di ghiaiosi o limosi. Le caratteristiche granulometriche dei materiali in esame sono tipiche di materiali sia di materiali a grana grossa (ghiaie 30%), sia di materiali intermedi (sabbie 51%). Il contenuto di fino è mediamente del 16%.

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)	150 + 8 z
G'_o	$G_s = 1200 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p'_o}{p_a}\right)^{0.54}$
E_o	$E_o = 2880 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p'_o}{p_a}\right)^{0.54}$
$E' *$	$E = (12 + 28) \cdot (z)^{0.65}$
ν'	0.2
K (m/s)	$10^{-3} - 10^{-5}$

4.5 RIPORTO ANTROPICO

γ (kN/m ³)	19-21
c' picco (kPa)	0
φ' picco (°)	33°
$C_{residuo}'$ (kPa)	0
φ_{cv}' (°)	30°
k_o (-)	1-sen φ'
E'	30 MPa
ν'	0.2

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0

Si riassumono i parametri geotecnici utilizzati nelle analisi:

Riporto antropico			Depositi di versante		
γ [kN/m ³]	20	Peso di volume	γ [kN/m ³]	20	Peso di volume
c' [kPa]	0	Coesione efficace	c' [kPa]	0	Coesione efficace
ϕ [°]	33	Angolo di attrito	ϕ [°]	36	Angolo di attrito
E [kPa]	30000	Modulo di Young	E [kPa]	80000	Modulo di Young
ν	0.2	Modulo di Poisson	ν	0.2	Modulo di Poisson
Depositi terrazzati marini			Sabbie e ghiaie di Messina		
γ [kN/m ³]	21	Peso di volume	γ [kN/m ³]	19	Peso di volume
c' [kPa]	0	Coesione efficace	c' [kPa]	0	Coesione efficace
ϕ [°]	38	Angolo di attrito	ϕ [°]	38	Angolo di attrito
E [kPa]	100000	Modulo di Young	E [kPa]	70000	Modulo di Young
ν	0.2	Modulo di Poisson	ν	0.2	Modulo di Poisson
Conglomerato di Pezzo			Rilevati stradali		
γ [kN/m ³]	21	Peso di volume	γ [kN/m ³]	19	Peso di volume
c' [kPa]	0: 0<z<5 25: 5<z<10 50: 10<z<20	Coesione efficace	c' [kPa]	0	Coesione efficace
ϕ [°]	40	Angolo di attrito	ϕ [°]	35	Angolo di attrito
E [kPa]	150000	Modulo di Young	E [kPa]	80000	Modulo di Young
ν	0.3	Modulo di Poisson	ν	0.3	Modulo di Poisson

Tabella 4.1 : Parametri geotecnici dei terreni utilizzati

4.6 STATO INIZIALE MATERIALI

Le condizioni tensionali presenti in situ prima dello scavo sono state considerate di tipo gravitazionale. Le tensioni verticali iniziali in un dato punto del modello del terreno variano, quindi, linearmente con la profondità.

Le componenti orizzontali sono ricavate a partire da quelle verticali, attraverso il coefficiente di spinta a riposo k' . In particolare, in termini di tensioni efficaci e totali risultano rispettivamente:

$$\sigma'_H = k' \sigma'_V \text{ e } \sigma_H = k'(\sigma_V - u) + u$$

dove

σ'_H tensione orizzontale efficace;

σ'_V tensione verticale efficace;

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA00000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

- k' coefficiente di spinta a riposo pari al rapporto tra la tensione orizzontale e verticale;
 σ_H tensione orizzontale totale;
 σ_V tensione verticale totale;
 u pressione interstiziale;

Il valore di k' è stato valutato con la formulazione di Jacky (1944) espresso dalla relazione:

$$k' = 1 - \text{sen } \varphi$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA00000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

5 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA'

Per quanto riguarda l'inquadramento sismotettonico e la sismicità, si rimanda a quanto riportato nella relazione geologica allegata al presente progetto.

I parametri sismici sono funzione di diversi fattori, quali:

- coordinate geografiche del sito in esame (latitudine e longitudine)
- vita nominale
- classe dell'opera
- periodo di riferimento
- coefficiente d'uso
- categoria topografica
- categoria di sottosuolo

La vita nominale per rilevati e trincee definitive è stata assunta pari a 50 anni con classe dell'opera pari a 3 (coefficiente d'uso pari a 1.5) Conseguentemente il periodo di riferimento dell'azione sismica è pari a 75 anni [par. 2.4.3 NTC 2008]. Per le trincee e rilevati provvisori è stata assunta invece una vita nominale di 10 anni, e classe d'opera pari sempre a 3. In tal caso il periodo di riferimento dell'azione sismica è pari a 15 anni.

La categoria topografica, funzione della geometria del versante, corrisponde alla categoria T2 [tab. 3.2.IV, NTC 2008]. Le componenti dell'azione sismica sono state valutate a partire dei coefficienti K_0 e K_v , funzione dei seguenti parametri:

$$K_0 = \beta_s \cdot \left(\frac{a_{\max}}{g} \right) \qquad K_v = \pm 0.5 \cdot K_0$$

dove:

- β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;
- g accelerazione di gravità;
- a_{\max} accelerazione massima attesa sul sito;

Quest'ultimo valore dipende dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio, in particolare:

$$a_{\max} = S_s \cdot S_T \cdot a_g$$

S_s coefficiente di amplificazione stratigrafica, funzione di F_0 (fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E);

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

S_T coefficiente di amplificazione topografica;

a_g accelerazione orizzontale massima;

Sono stati, così, dedotti i parametri sismici relativi ai diversi stati limite. Si ricorda che nelle analisi di stabilità svolte si è fatto riferimento allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV). Si riportano i parametri sismici ricavati.

Sito in esame:

Latitudine	38,22715
Longitudine	15,645979

Periodo di riferimento per l'azione sismica di rilevati e trincee definitive:

Vita nominale (V_N)	50 anni
Classe d'uso	III
Coefficiente d'uso (C_U)	1.5
Periodo di riferimento	75 anni

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [sec]
SLO	45	0.079	2.315	0.292
SLD	75	0.105	2.301	0.314
SLV	712	0.301	2.436	0.376
SLC	1462	0.401	2.474	0.408

Periodo di riferimento per l'azione sismica di rilevati e trincee provvisorie:

Vita nominale (V_N)	10 anni
Classe d'uso	III
Coefficiente d'uso (C_U)	1.5
Periodo di riferimento	15 anni

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F₀ [-]	T_C* [sec]
SLO	30	0.063	2.346	0.278
SLD	30	0.063	2.346	0.278
SLV	142	0.145	2.342	0.327
SLC	292	0.204	2.382	0.348

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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0

	substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).
--	---

La litostratigrafia delle sezioni di calcolo è descritta nelle tabelle seguenti. 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).

E' stato stimato il valore di $N_{spt,30}$ a partire dai dati delle prove penetrometriche in foro effettuate nei sondaggi di riferimento di ogni singola sezione di calcolo. I valori ottenuti e le relative categorie di sottosuolo sono riportati nelle tabelle seguenti.

C404

Strato	Litotipo	hi [m]	N _{SPT}	Z	h _i /N _{spt,i}
h ₁	Terreno di riporto	7.5	6	7.50	1.250
h ₂	Paleosuolo	2.4	5	9.90	0.480
h ₃	Sabbia con ghiaia	4.9	33.6	14.80	0.146
h ₄	Sabbia da granito alterato	15.2	100	22.50	0.152
h _{totale}		30		Σ hi/N _{spt,i}	2.028
N_{spt,30} = 30 / 2.028 = 14.79 C					

C406

Strato	Litotipo	hi [m]	N _{SPT}	Z	h _i /N _{spt,i}
h ₁	Sabbia con ghiaia	1.5	15	1.50	0.100
h ₂	Sabbia con ciottoli	10	100	11.50	0.100
h ₃	Conglomerato	8.5	100	20.00	0.085
h _{totale}		20		Σ hi/N _{spt,i}	0.285
N_{spt,30} = 30 / 0.285 = 70.18 B					

C408

Strato	Litotipo	hi [m]	N _{SPT}	Z	h _i /N _{spt,i}
	Sabbia con ghiaia	5.3	45	5.30	0.118
h ₂	Sabbia con ghiaia	10.1	100	15.40	0.101
h ₃	Conglomerato di Pezzo	14.6	100	30.00	0.146
h _{totale}		30		Σ hi/N _{spt,i}	0.365
N_{spt,30} = 30 / 0.365 = 82.24 B					

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

C405

Strato	Litotipo	hi [m]	N _{SPT}	Z	h ₁ /N _{spt,i}
h ₁	Sabbia con ghiaia	5.15	78	5.15	0.066
h ₂	Gh. Sabb. Con Ciott.	9.65	87	14.80	0.111
h ₃	Sabbie fini con ciottoli	5.5	72	20.30	0.076
h ₄	Sabbia da granito alterato	9.7	100	24.85	0.097
h _{totale}		30		Σ hi/N _{spt,i}	0.350
N_{spt,30} = 30 / 0.350 = 85.63 B					

C410

Strato	Litotipo	hi [m]	N _{SPT}	Z	h ₁ /N _{spt,i}
h ₁	Sabbia con ghiaia	7.3	28.5	7.30	0.256
h ₂	Sabbia con ghiaia	4	54.5	11.30	0.073
h ₃	Sabbia con ghiaia	4.5	61.2	15.80	0.074
h ₄	Sabbia con ghiaia	14.2	100	22.70	0.142
h _{totale}		30		Σ hi/N _{spt,i}	0.545
N_{spt,30} = 30 / 0.545 = 55.04 B					

C423bis

Strato	Litotipo	hi [m]	N _{SPT}	Z	h ₁ /N _{spt,i}
h ₁	Sabbia con ghiaia	4.4	13	4.40	0.338
h ₂	Sabbia con ghiaia	4.1	35	8.50	0.117
h ₃	Sabbia con ghiaia	6.5	29	15.00	0.224
h ₄	Sabbia con ghiaia	15	100	25.60	0.150
h _{totale}		30		Σ hi/N _{spt,i}	0.830
N_{spt,30} = 30 / 0.830 = 36.16 C					

Si riportano di seguito le colonne stratigrafiche dei sondaggi di riferimento. In particolare, si evidenzia la presenza di falda solo nel sondaggio C410, ad una profondità pari a 14.30 m dal piano di campagna. In prossimità di tale sondaggio ricadono le opere della rampa 2, il cui piano di posa si trova ad una quota ampiamente superiore rispetto al livello piezometrico. Pertanto nei calcoli non è stata considerata la presenza della falda.

**STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE
GEOTECNICA**

Codice documento
CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0

<i>Rev</i>	<i>Data</i>
F0	20/06/2011

Committente EuroLink S.p.a.		Profondità raggiunta 45,0 m		Quota Ass. P.C.		Certificato n°		Pagina 1/3				
Coordinatore Dott. Geol. Filippo Carmeni		Ubicazione						Inizio/Fine Esecuzione 06/05/2010-13/05/2010				
Responsabile Dott. Geol. Salvatore Gloria		Sondaggio C 405		Tipo Carotaggio Carotaggio Continuo		Tipo Sonda EGT 730		Coordinate X Y				
Scale (m)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio	S.P.T.	Podat Test kg/cmq	Campioni	Falda	R.Q.D. %	Prova Permeab.	Prova Dilatometr.	Piezometro
0		Terreno vegetale di colore bruno;	0,30									
1		Materiale di riporto, con ghiaie di varia pezzatura, angolari/sub-angolari ;	1,50		n° 18;25;32							
2		Sabbie e ghiaie di colore giallastro, angolari ;			1.50 PA							
3		Trovante compatto di colore chiaro (quarzo e plagioclasti) tra 3,60-3,65	3,65		3.00 PA							
4		Ghiaie fini in matrice sabbiosa di colore bruno, le ghiaie hanno forma che varia da angolare ad arrotondata;			n° 25;26;49							
5					6.00 PA							
6												
7					n° R							
8					9.00 PA							
9												
10												
11		Ghiaie fini con sabbie medie giallastre;	10,80									
12												
13												
14												
15		Sabbie fini debolmente limose, con qualche elemento litoido;	14,80									
16					n° 21;34;39							
17					14.00 PA							
18												
19					n° 18;32;39					17.00		
20					19.00 PA							
21			20,00									

Campioni: CH-Dispositivo Nonnavigante, CH-Campione Individuale Prova SPT: PR-Fuori Area, PR-Fuori Chiesa Carotaggio: Carotaggio Continuo	Responsabile	Coordinatore
--	--------------	--------------

STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA

Codice documento
CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0

Rev *F0* Data *20/06/2011*

Committente EuroLink S.p.a.		Profondità raggiunta 45,0 m	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina 2/3							
Coordinatore Dot. Geol. Filippo Carmeni		Ubicazione			Data/Pri. Esecuzione 06/05/2010-13/05/2010							
Responsabile Dot. Geol. Salvatore Gioia		Sondaggio C-405	Tip. Caricaggio Caricaggio Continuo	Tip. Sonda EGT 710	Coordinate X Y							
Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quote	%Caricaggio	S.R.T.	Podat. Test kg/cm²	Comptoni	Falde	R.Q.D. %	Prova Permeab.	Prova Dilatometr.	Piezometro
20.30												
21	+	Blocco granitico di colore chiaro e ghiaie grosse arrotondate. Il blocco granitico mostra un elevato grado di alterazione	21.30									
22		Sabbie molto fini, di origine granitica con fasce cromatiche che vanno dal giallastro al bruno sino al nero										
23												
24												
25					m° 17,35; R							
26					25.60 PA						26.00	
27			27.30									
28		Sabbie medie di colore simile alle precedenti con sfumature giallo ocra;										
29												
30		Blocco granitico molto alterato, la granulometria è quella delle sabbie medie. Presenta a luoghi fasce di colore scuro e ciottoli sub-arrotondati a 31,80;	28.70									
31												
32					m° R							
33		Sabbie medie con ciottolo granitico tra 33,90 e 34,40 e passaggi di colore scuro;	32.50		32.40 PA							
34												
35											35.00	
36												
37		Ghiaie cementate di colore chiaro;	36.60									
38		Ghiaie cementate di colore chiaro;	37.50									
39	+	Blocco granitico con fasce di alterazione media;	39.00									
40			40.00								40.00	

Disegnati: Di Gregorio, Di Capriano e Pizzarello, Di Capriano e Di Stefano
 Riveduto: A.M. Tulo Ajello, C. Di Capriano
 Firmati: P.A. Pula Ajello, R. Pula Ajello
 Sondaggio: G. Gattuso

Responsabile

Coordinatore

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	Codice documento CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	Rev F0

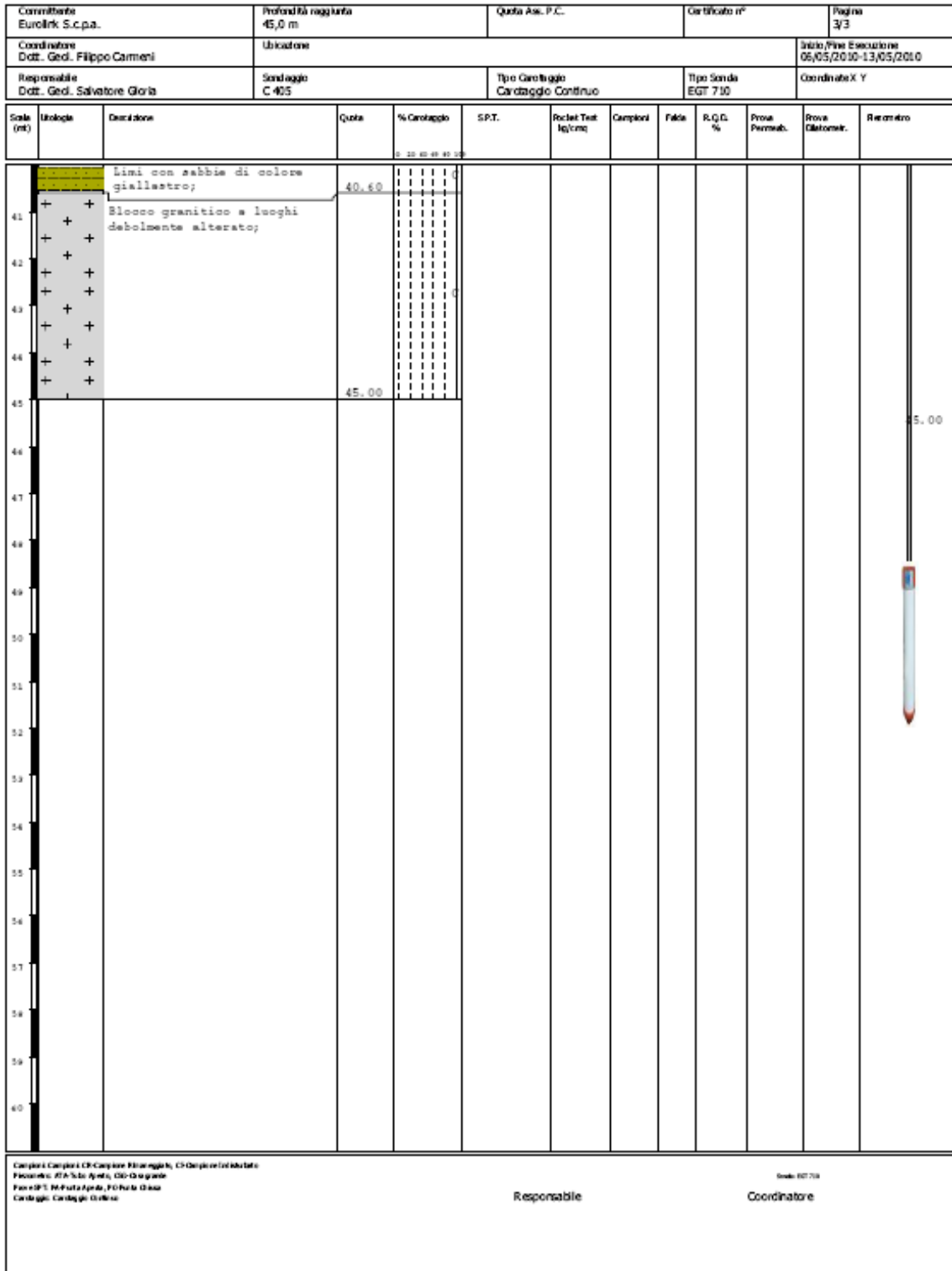


Figura 5.1: Sondaggio C405

Scab (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio	S.P.T.	Pocket 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					n° 4 6.50 m 2/2/3							
5			6.50		n° 5 8.00 2/2/3						1MFA 8.00	
6		Limo argilloso di colore bruno scuro 5YR 2.5/2, da teneri a mediamente consistenti.			n° 6 10.00 m 12/16/24		10.55 Cr1			LEFRANC C.C. 10.00		
7					n° 7 11.50 m 5/7/9		10.75 12.00 Cr2					
8			8.90		n° 8 13.00 m 17/22/23		12.20					
9		Sabbia media di colore grigio chiaro 10YR 7/1 addensata con ghiaia media (di 30 mm) e ciottoli subarrotondati eterometrici (70-80 mm)	13.80		n° 9 14.50 m R		15.20 Cr3					
10		Blocco granitico con alterazione da media ad elevata	14.30		n° 10 16.00m R		15.40 16.75 Cr4					
11		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		16.90				2MFA 18.00	
12					n° 12 22.00m 25/R		19.40 Cr5 19.60 20.50 Cr6 20.65			LEFRANC C.C. 20.00		
13					n° 13 24.20m R		22.30 Cr7 22.45 23.45 Cr8 23.50 24.65 Cr9 24.85					
14					n° 14 26.00m R							
15					n° 15 27.50m 12/23/41							
16			30.00									





Figura 5.2: Sondaggio C404

Prof. (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	Campioni	SPT		N	C. abs.	RQD % 0 --- 100	Ps
				S.P.T.	N				
0.3		Materiale di riporto costituito da bitume (5 cm), ghiaia con sabbia, debolmente limosa di colore grigio chiaro. Presenza di rari ciottoli sub-arrotondati.							
1.5		Sabbia da media a grossolana con ghiaia grossa moderatamente addensata. Presenza di ciottoli (6-8 cm) sub-arrotondati. Colore marrone-bruno. Presenza di frustoli vegetali.	SPT 1 = 1,26 1,80	10-67	15				
2.1		Sabbia da media a grossolana con ciottoli (3-5 cm) da sub-angolari a sub-arrotondati, ghiaiosa di colore grigio scuro. Manifesta odorazione di gasolio.							
2.6		Sabbia media sciolta debolmente ghiaioso-limosa di colore grigio-marrone. Presenza di ciottoli (3-5 cm) sub-angolari.	SPT 2 = 3,00 2,15	27-RF3cm	Ra				
4.7		Sabbia quarzoso-micacea debolmente ghiaiosa molto addensata, di colore grigio-aviana, presenza di rari ciottoli (2-3 cm). A m 2.90 grosso ciottolo di granito poco alterato (8-10 cm), è riconoscibile ancora la struttura cristallina del granito.	SPT 3 = 4,56 4,50	RF3cm	Ra				
5.0		A m 4.25 ciottoli di scisti biotitici di colore grigio scuro, si presentano ossidati. A m 4.60-4.70 ciottoli di granito non alterati (4-5 cm).							
5.6		Sabbia da fine a media con ciottoli di granito e gneiss biotitico poco alterato.	SPT 4 = 5,88 6,07	26-RF3cm	Ra				
6.4		Sabbia media quarzoso-micacea con ghiaia quarzosa cementata grigio chiaro-ocra. Struttura granitica poco riconoscibile.							
7.5		Sabbia da fine a media ghiaiosa debolmente limosa di colore grigio-aviana, con clasti di graniti, quarzo e gneiss biotitici sub-angolari. A m 6.60-6.70 presenza di ciottoli di gneiss biotitico (4-6 cm).							
8.1		Ciottoli di granito poco alterato, immersi in una matrice quarzoso-micacea debolmente sabbiosa.							
9.0		Sabbia media quarzoso-micacea, di provenienza dall'alterazione del granito. E' ancora riconoscibile la struttura cristallina del granito. A m 9.10-9.60 ciottoli di granito poco alterati con fratture (i=0°, i=45°, i=90°). Inoltre, sono visibili piccole fratture con pochissimo materiale di riempimento (spessore < 5 mm). A m 10.50-10.80 livello di ciottoli di granito da sub-angolari a sub-arrotondati debolmente sabbioso.							
11.4		Conglomerato costituito da blocchi e ciottoli di granito, gneiss biotitico e quarzo, da sub-angolari a sub-arrotondati, immersi in una matrice da sabbiosa a debolmente sabbiosa, cementata a tratti debolmente cementata. I minerali femici si presentano ossidati. A m 12.40-12.55 ciottolo di quarzo di colore bianco con venature di colore verde.							
14.8		Ciottoli e blocchi di gneiss grigio scuro, con venature bianche, immersi in poca matrice debolmente sabbiosa. E' una roccia moderatamente alterata con qualche principio di ossidazione dei minerali femici.							
15.6		Trovante di granito di colore grigio-bianco a grana media. Nel tratto terminale del trovante sono riconoscibili fratture (i=45°, i=0°) senza materiale di riempimento. Le fratture si presentano poco rugose, con superfici fortemente ossidate.							
16.3		Granito alterato in sabbia e ghiaia, quarzoso-micacea, di colore grigio scuro. Presenti rari ciottoli di granito poco alterato, da spigolosi a sub-angolari.							
17.0		Blocchi di granito a grana grossa con poca matrice, debolmente sabbiosa. Sono presenti fratture (i=30°, i=45° e i=60°) con poco materiale di riempimento (< 5 mm), le superfici delle fratture sono alterate e ossidate.							
17.9		Conglomerato costituito da blocchi e ciottoli di gneiss biotitico e granito, da spigolosi a sub-angolari, immersi in una matrice sabbiosa poco cementata, a tratti non cementata di colore grigio-marrone. A m 18.65-18.90 blocco di granito a grana media, non alterato, con fratture (i=45°, i=60°) senza materiale di riempimento. A m 19.35-19.60 blocco di granito a grana media con frattura (i=60°) con materiale di riempimento avente spessore inferiore a 5 mm. A m 19.80-20.00, 20.15-20.35, 21.65-22.00 blocco di granito non alterato a grana media. Presente una frattura con i=0°, aperta e con poco materiale di riempimento.							
19.0									
20.0									
21.0									
22.0									
23.0									
24.0		Conglomerato a struttura matrice-sostenuto, costituita da sabbia e ghiaia di colore grigio-verde, da mediamente cementata a cementata, con sporadici clasti costituiti da ciottoli di granito e gneiss.	C.L.1 = 3,43 2,84						

Profondità (m)	LITOLOGIA	prof. (m)	DESCRIZIONE	Campioni	SPT		N	Clas.	RQD % 0--100	Pr
					SPT	N				
25			Segue dalla pagina precedente							
26										
27		26.7	Conglomerato a struttura clasto-sostenuta, costituita da ghiaia e ciottoli di granito e gneiss biotitici. Colore bruno.							
28		28.0	Conglomerato a struttura matrice-sostenuta, costituito da sabbia eterogenea ghiaiosa, da mediamente cementata a cementata. Colore grigio-verde.							
29		29.1	A m 28.90+29.00 Ciottolo di gneiss occhiadino poco alterato.							
30		30.1	Granito alterato in ghiaia e sabbia grossolana, da poco cementata nella porzione superiore, a cementata nella porzione basale. Presenza di ciottoli di quarzo e gneiss biotitici a tratti ossidati.							
31		31.4	Conglomerato a struttura matrice-sostenuta, costituito da sabbia media con ghiaia eterogenea cementata. Presenza di rari ciottoli di granito e quarzo.							
32			A m 30.45 presenza di un'apertura (2 cm) riempita da materiale mineralizzato di colore nero lucente (derivazione organica?).							
33			Conglomerato clasto-sostenuto costituito da ghiaia e ciottoli di granito, gneiss e quarzo, immersi in una matrice sabbiosa moderatamente cementata di colore grigio-verde. Presenza di rari blocchi di granito.							
34			A m 31.90+32.50 aumento della matrice sabbiosa del conglomerato e diminuzione dei clasti.							
35			A 32.50+33.30 trovante di granito a grana da media a grossa con fratture (i=30°, i=45°) con poco materiale di riempimento (spessore < 5 mm).							
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										

Profondità (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	Campioni	SPT		Classe	ROD % 0 - 100
				SPT	N		
49		Segue dalla pagina precedente				10	
50						11	

Figura 5.3: Sondaggio C406

Scala	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio	S.P.T.	Pocket Test kg/cmq	Campioni	Falda	R.Q.D. %	Prova Permeab.	Prova Dilat./Press.	Pezometro CSG	
1		Terreno vegetale di colore bruno, costituito da sabbia medio-grossa con ghiaia eterometrica arrotondata Con Ø max 2 cm; (m)	0.30										
2		Sabbia medio grossa di colore bruno rossastro 5YR 4/6 con ghiaia eterometrica Ø max 4 cm da subangolare ad arrotondata da moderatamente addensata a molto addensata			N°1 1.50 m 9/16/17								
3				N°2 3.00 m 10/11/14									
4				N°3 4.50 m 10/11/14									
6				N°4 6.00 m 11/17/14									
7		7.00											
8		Sabbia medio fine di colore grigiastro 10YR 6/1 addensata con ghiaia eterometrica Ø max 3 cm arrotondata			N°5 7.50 m 16/29/35								
9				N°6 9.00 m 19/21/24									
11		11.00											
12		Sabbia da medio grossa a medio fine di colore giallastro 10YR 7/6 con ghiaia media eterometrica Ø max 3 cm subangolare da addensata a molto addensata			N°7 12.00 m 29/37/35								
14				14.30									
15				N° 8 15.00m 18/40/46									

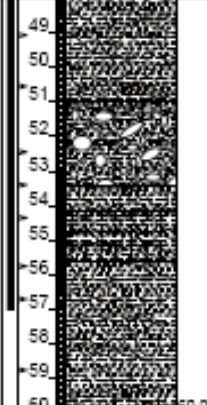
Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio	S.P.T.	Pocket Test kg/cmq	Campiori	Falda	R.Q.D. %	Prova Permeab.	Prova Dial./Press.	Rezometro CSG
16			15.80							LEFRANC COSTANTE 15.50		
17		Sabbia da medio fine a grossolana a tratti debolmente limosa di colore grigio bruno 10YR 6/2 con ghiaia medio grossolana sub arrotondata con Ø max 3 cm, molto addensata					17.50 <u>CR 1</u> 17.65					
18					N° 9 18.00 m R Aff. 12 cm							
19			19.80									
20		Sabbia medio grossa di colore grigio brunastro 10YR 6/2 con blocchi granitici e gneiss arrotondati Ø max 8 cm molto addensata					22.00 <u>CR 2</u> 22.20				1MPT 22.50	
21					N° 10 21.50m B9/R Aff. 10 cm							
22												
23												
24												
25										LEFRANC COSTANTE 25.30		
26												
27												
28												
29							28.80 <u>CR 3</u> 29.00					
30												
31			31.00									
32		Sabbia grossa di colore giallastro 10YR 7/6 molto addensata e ghiaia grossa con blocchi Ø max 5 cm poligenici (granitici e gneiss) arrotondati					32.80 <u>CR 4</u> 33.00					
33			33.50									
34		Sabbia medio-fine limosa debolmente ghiaiosa Ø max 1 cm di colore grigio verdastro GLEY1 6/5GY									2MPT 34.00	
35		FINE SONDAGGIO	35.00									

Figura 5.4: Sondaggio C410

R V bat.	LITOLOGIA prof. m	DESCRIZIONE	Campioni	S.P.T.		N	Pore in sita	Prel. 0-100	C %	RQD % 0-100	Pz
				S.P.T.	N						
1	0.7	Sabbia da media a fine, debolmente ghiaioso - limosa, di colore marrone. Presenza di ciottoli di laterizi ed apparati radicali.									
2	2.2	Sabbia omogenea media ghiaiosa di colore giallo chiaro. Presenza di rari ciottoli.									
3	4.6	Sabbia da media a grossolana con ghiaia, addensata, immersa in una matrice da limosa a debolmente limosa di colore grigio - marrone. Presenza di ciottoli sub - angolari (3 - 5 cm).	SPT 1 < 3.30 3.85	15-20-24	44				1		
4	5.3	Ghiaia da media a grossolana con ciottoli, molto addensata, immersa in una matrice sabbiosa, colore marrone chiaro.	SPT 2 < 4.90 5.05	22-3-44	47						
5	7.0	Sabbia da fine a media con ghiaia, immersi in una matrice limosa. Presenza di ciottoli, con rari ciottoli di granito (3 - 4 cm), da sub - angolari a sub - arrotondati di forma allungata.	SPT 3 < 7.00 7.23	44-RIF7cm	RIF						
6	10.2	Sabbia da fine a media con ghiaia, immersi in una matrice limosa. Presenza di ciottoli, con rari ciottoli di granito (3 - 4 cm), da sub - angolari a sub - arrotondati di forma allungata.	SPT 4 < 5.40 5.54	5-RIF6cm	RIF				2		
7	11.3	Sabbia sciolta da media a grossolana, fortemente ossidata, di colore bruno - rossiccio con ghiaia grossolana. A m 7.00 - 7.30, m 8.65 - 8.95 e m 9.30 - 9.65 ciottoli e blocchi di granito poco alterati, sciolti, da angolari a sub - angolari di colore bianco a struttura cristallina.	SPT 5 < 10.30 10.85	17-20-30	50						
8	14.4	A m 7.30 - 7.40, m 7.50 - 7.60 e m 9.60 - 9.95 ciottoli e blocchi di granito fortemente alterati in sabbia media quarzoso - micacea di colore giallo ocra. E' ancora riconoscibile la tipica struttura a granuli del granito.	1) Rim < 11.90 12.05								
9	15.4	Sabbia da fine a media di colore grigio - marrone con ghiaia fine, immersa in una matrice debolmente limosa, a tratti limosa. Presenza di sporadici ciottoli e blocchi di granito da angolari a sub - angolari. A m 13.00 - 13.50 trovante di granito poco alterato, con frattura (i = 45°) senza materiale di riempimento. Riconoscibile la struttura originaria del granito.	SPT 6 < 14.10 14.34	24-RIF6cm	RIF						
10		Sabbia da fine a media di colore grigio - marrone con ghiaia fine, immersa in una matrice debolmente limosa, a tratti limosa. Presenza di sporadici ciottoli e blocchi di granito da angolari a sub - angolari. A m 13.00 - 13.50 trovante di granito poco alterato, con frattura (i = 45°) senza materiale di riempimento. Riconoscibile la struttura originaria del granito.	SPT 7 < 17.70 17.77	RIF8cm	RIF				3		
11		Sabbia da fine a media di colore grigio - marrone con ghiaia fine, immersa in una matrice debolmente limosa, a tratti limosa. Presenza di sporadici ciottoli e blocchi di granito da angolari a sub - angolari. A m 13.00 - 13.50 trovante di granito poco alterato, con frattura (i = 45°) senza materiale di riempimento. Riconoscibile la struttura originaria del granito.	2) Rim < 15.40 16.85								
12		Sabbia da fine a media di colore grigio - marrone con ghiaia fine, immersa in una matrice debolmente limosa, a tratti limosa. Presenza di sporadici ciottoli e blocchi di granito da angolari a sub - angolari. A m 13.00 - 13.50 trovante di granito poco alterato, con frattura (i = 45°) senza materiale di riempimento. Riconoscibile la struttura originaria del granito.	SPT 8 < 20.85 20.71	RIF9cm	RIF				4		
13		Sabbia da media a grossolana ghiaiosa con clasti da sub - angolari a sub - arrotondati, da debolmente cementata a cementata, di colore grigio - verde. Sono presenti ciottoli e blocchi di granito poco alterato. A m 12.60 - 12.70 ciottolo di gneiss biotitico di colore grigio scuro.									
14		Granito a grana media non alterato dove è ancora riconoscibile la struttura microcristallina. A m 14.70 presente una frattura (i = 30°), poco rugosa, senza materiale di riempimento. A m 15.20 presente una frattura (i = 90°) senza materiale di riempimento.	3) Rim < 20.90 27.35								
15		Granito a grana media non alterato dove è ancora riconoscibile la struttura microcristallina. A m 14.70 presente una frattura (i = 30°), poco rugosa, senza materiale di riempimento. A m 15.20 presente una frattura (i = 90°) senza materiale di riempimento.							5		
16		Granito a grana media non alterato dove è ancora riconoscibile la struttura microcristallina. A m 14.70 presente una frattura (i = 30°), poco rugosa, senza materiale di riempimento. A m 15.20 presente una frattura (i = 90°) senza materiale di riempimento.									
17		Granito a grana media non alterato dove è ancora riconoscibile la struttura microcristallina. A m 14.70 presente una frattura (i = 30°), poco rugosa, senza materiale di riempimento. A m 15.20 presente una frattura (i = 90°) senza materiale di riempimento.									
18		Granito a grana media non alterato dove è ancora riconoscibile la struttura microcristallina. A m 14.70 presente una frattura (i = 30°), poco rugosa, senza materiale di riempimento. A m 15.20 presente una frattura (i = 90°) senza materiale di riempimento.									
19		Granito a grana media non alterato dove è ancora riconoscibile la struttura microcristallina. A m 14.70 presente una frattura (i = 30°), poco rugosa, senza materiale di riempimento. A m 15.20 presente una frattura (i = 90°) senza materiale di riempimento.									
20		Granito a grana media non alterato dove è ancora riconoscibile la struttura microcristallina. A m 14.70 presente una frattura (i = 30°), poco rugosa, senza materiale di riempimento. A m 15.20 presente una frattura (i = 90°) senza materiale di riempimento.									
21		Granito a grana media non alterato dove è ancora riconoscibile la struttura microcristallina. A m 14.70 presente una frattura (i = 30°), poco rugosa, senza materiale di riempimento. A m 15.20 presente una frattura (i = 90°) senza materiale di riempimento.									
22		Granito a grana media non alterato dove è ancora riconoscibile la struttura microcristallina. A m 14.70 presente una frattura (i = 30°), poco rugosa, senza materiale di riempimento. A m 15.20 presente una frattura (i = 90°) senza materiale di riempimento.									
23		Granito a grana media non alterato dove è ancora riconoscibile la struttura microcristallina. A m 14.70 presente una frattura (i = 30°), poco rugosa, senza materiale di riempimento. A m 15.20 presente una frattura (i = 90°) senza materiale di riempimento.									
24		Granito a grana media non alterato dove è ancora riconoscibile la struttura microcristallina. A m 14.70 presente una frattura (i = 30°), poco rugosa, senza materiale di riempimento. A m 15.20 presente una frattura (i = 90°) senza materiale di riempimento.									
25		Granito a grana media non alterato dove è ancora riconoscibile la struttura microcristallina. A m 14.70 presente una frattura (i = 30°), poco rugosa, senza materiale di riempimento. A m 15.20 presente una frattura (i = 90°) senza materiale di riempimento.									
26		Granito a grana media non alterato dove è ancora riconoscibile la struttura microcristallina. A m 14.70 presente una frattura (i = 30°), poco rugosa, senza materiale di riempimento. A m 15.20 presente una frattura (i = 90°) senza materiale di riempimento.									
27		Granito a grana media non alterato dove è ancora riconoscibile la struttura microcristallina. A m 14.70 presente una frattura (i = 30°), poco rugosa, senza materiale di riempimento. A m 15.20 presente una frattura (i = 90°) senza materiale di riempimento.									
28		Granito a grana media non alterato dove è ancora riconoscibile la struttura microcristallina. A m 14.70 presente una frattura (i = 30°), poco rugosa, senza materiale di riempimento. A m 15.20 presente una frattura (i = 90°) senza materiale di riempimento.									
29		Granito a grana media non alterato dove è ancora riconoscibile la struttura microcristallina. A m 14.70 presente una frattura (i = 30°), poco rugosa, senza materiale di riempimento. A m 15.20 presente una frattura (i = 90°) senza materiale di riempimento.									
30		Granito a grana media non alterato dove è ancora riconoscibile la struttura microcristallina. A m 14.70 presente una frattura (i = 30°), poco rugosa, senza materiale di riempimento. A m 15.20 presente una frattura (i = 90°) senza materiale di riempimento.									
31		Granito a grana media non alterato dove è ancora riconoscibile la struttura microcristallina. A m 14.70 presente una frattura (i = 30°), poco rugosa, senza materiale di riempimento. A m 15.20 presente una frattura (i = 90°) senza materiale di riempimento.									
32		Granito a grana media non alterato dove è ancora riconoscibile la struttura microcristallina. A m 14.70 presente una frattura (i = 30°), poco rugosa, senza materiale di riempimento. A m 15.20 presente una frattura (i = 90°) senza materiale di riempimento.									
33		Granito a grana media non alterato dove è ancora riconoscibile la struttura microcristallina. A m 14.70 presente una frattura (i = 30°), poco rugosa, senza materiale di riempimento. A m 15.20 presente una frattura (i = 90°) senza materiale di riempimento.									
34		Granito a grana media non alterato dove è ancora riconoscibile la struttura microcristallina. A m 14.70 presente una frattura (i = 30°), poco rugosa, senza materiale di riempimento. A m 15.20 presente una frattura (i = 90°) senza materiale di riempimento.									
35		Granito a grana media non alterato dove è ancora riconoscibile la struttura microcristallina. A m 14.70 presente una frattura (i = 30°), poco rugosa, senza materiale di riempimento. A m 15.20 presente una frattura (i = 90°) senza materiale di riempimento.									
36		Granito a grana media non alterato dove è ancora riconoscibile la struttura microcristallina. A m 14.70 presente una frattura (i = 30°), poco rugosa, senza materiale di riempimento. A m 15.20 presente una frattura (i = 90°) senza materiale di riempimento.									
37		Granito a grana media non alterato dove è ancora riconoscibile la struttura microcristallina. A m 14.70 presente una frattura (i = 30°), poco rugosa, senza materiale di riempimento. A m 15.20 presente una frattura (i = 90°) senza materiale di riempimento.									
38		Granito a grana media non alterato dove è ancora riconoscibile la struttura microcristallina. A m 14.70 presente una frattura (i = 30°), poco rugosa, senza materiale di riempimento. A m 15.20 presente una frattura (i = 90°) senza materiale di riempimento.									
39		Granito a grana media non alterato dove è ancora riconoscibile la struttura microcristallina. A m 14.70 presente una frattura (i = 30°), poco rugosa, senza materiale di riempimento. A m 15.20 presente una frattura (i = 90°) senza materiale di riempimento.									
40		Granito a grana media non alterato dove è ancora riconoscibile la struttura microcristallina. A m 14.70 presente una frattura (i = 30°), poco rugosa, senza materiale di riempimento. A m 15.20 presente una frattura (i = 90°) senza materiale di riempimento.									
41		Granito a grana media non alterato dove è ancora riconoscibile la struttura microcristallina. A m 14.70 presente una frattura (i = 30°), poco rugosa, senza materiale di riempimento. A m 15.20 presente una frattura (i = 90°) senza materiale di riempimento.									
42		Granito a grana media non alterato dove è ancora riconoscibile la struttura microcristallina. A m 14.70 presente una frattura (i = 30°), poco rugosa, senza materiale di riempimento. A m 15.20 presente una frattura (i = 90°) senza materiale di riempimento.									
43		Granito a grana media non alterato dove è ancora riconoscibile la struttura microcristallina. A m 14.70 presente una frattura (i = 30°), poco rugosa, senza materiale di riempimento. A m 15.20 presente una frattura (i = 90°) senza materiale di riempimento.									
44		Granito a grana media non alterato dove è ancora riconoscibile la struttura microcristallina. A m 14.70 presente una frattura (i = 30°), poco rugosa, senza materiale di riempimento. A m 15.20 presente una frattura (i = 90°) senza materiale di riempimento.									
45		Granito a grana media non alterato dove è ancora riconoscibile la struttura microcristallina. A m 14.70 presente una frattura (i = 30°), poco rugosa, senza materiale di riempimento. A m 15.20 presente una frattura (i = 90°) senza materiale di riempimento.									
46		Granito a grana media non alterato dove è ancora riconoscibile la struttura microcristallina. A m 14.70 presente una frattura (i = 30°), poco rugosa, senza materiale di riempimento. A m 15.20 presente una frattura (i = 90°) senza materiale di riempimento.									

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0

Riferimento: Eurolink S.c.p.a.	Sondaggio: C 408
Località: Ponte sullo Stretto	Quota: 110 m s.l.m.
Impresa esecutrice: SO.RI.GE. s.r.l. - Operatore: Pettinato S. - Sonda: Comacchio MP900	Data: 29/04/2010
Coordinate: 556641.594 4231224.224	Redattore: Geol. Francesco Amodeo
Perforazione: Rotazione a carotaggio continuo da 0.00 m a 60.00 m	

R m bat.	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	Campioni	S.P.T.		Prel. % 0 --- 100	Class.	RQD % 0 --- 100	Pz								
				S.P.T.	N												
49		Segue dalla pagina precedente															
50																	
51										5) Rim < 51.55 51.55							
52																	
53										Ligniti							
54																	
55										Dolomitica							
56																	
57																	
58																	
59																	
60																	

NOTE: Sondaggio verticale (i=0° rispetto alla verticale).

UTENSILI DI PERFORAZIONE:

- Carotiere semplice Ø 101 mm a m 0.00-7.00, 10.50-11.30
- Carotiere doppio T6 Ø 101 mm e corona diamantata a m 7.00-10.50, 31.95-35.70, 42.90-45.50, 52.45-54.35
- Carotiere doppio Wireline Ø PQ e corona diamantata a m 11.30-60.00

FLUIDO DI PERFORAZIONE: acqua con polimero

Figura 5.5: Sondaggio C408

Committee Eurolink S.c.pa.		Profondità aggiunta 30,0m	Quota Ass. P.C.		Certificato n°		Pagina 1/1					
Coordinatore Dott. Geol. Filippo Carmeni		Utilizzazione Rampe E e D zona imbocco; prossimità Alicante				Data/Fine Esecuzione 12/05/2010-16/05/2010						
Responsabile Dott. Geol. Pasquale Musumeci		Sondaggio C403 bis		Tipo Carotaggio Carotaggio Continuo		Tipo Sonda CMV 600		Coordinate X Y 38°13'44"N-13°38'46"E				
Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio	S.P.T.	Point Test kg/cm²	Campieri	Falda	R.Q.D. %	Prova Permeab.	Prova Dilatometr.	Tubo Down Hole
1		Riperto			n° 9; 10; 11							
2			4.40		2.00 PA n° 2; 2; 3							
3					3.00 PA n° 5; 9; 15							
4		Sabbie giallastre a tratti moderatamente addensate, poco ossidate			4.50 PA n° 12; 20; 22							
5					6.00 PA n° 12; 19; 20							
6			8.50		7.50 PA n° 7; 11; 15							
7		Sabbia molto addensata di colore grigio chiaro con livelli granitici intensamente alterati si riconoscono mica bianche e mica nera. Livello rossastro a 13,5-13,8			9.00 PA n° 11; 16; 16					10.50		
8					12.40 PA							
9			15.00									
10		Sabbie giallastre limose debolmente ossidate, rimasugliata a livelli granitici intensamente alterati			n° R						16.50	
11			17.30		17.20 PA							
12		Sabbia debolmente limosa molto addensata, costituita da granito intensamente alterato. Trovati granitici a : 19, 0-19, 20 25, 0-25, 20 29, 8-20, 0			n° 21; 40; 45							
13					20.00 PA					20.50		
14					n° 42; R							
15					23.70 PA							
16					n° R						25.40	
17					26.50 PA							
18					n° 14; R							
19			30.00		29.00 PA							

Figura 5.6: Sondaggio C403 bis

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA00000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Coefficienti Sismici per suolo B rilevati e trincee definitive (vita nominale 50 anni)

STATO LIMITE	S_s	C_c	S_T	K_h	K_v	A_{max} [m/s ²]
SLC	1.20	1.39	1.2	0.036	0.018	1.478
SLV	1.11	1.34	1.2	0.112	0.056	3.935

Coefficienti Sismici per suolo C rilevati e trincee definitive (vita nominale 50 anni)

STATO LIMITE	S_s	C_c	S_T	K_h	K_v	A_{max} [m/s ²]
SLC	1.50	1.54	1.20	0.045	0.023	1.847
SLV	1.26	1.45	1.2	0.128	0.064	4.467

Coefficienti Sismici per suolo C trincee provvisorie (vita nominale 10 anni)

STATO LIMITE	S_s	C_c	S_T	K_h	K_v	A_{max} [m/s ²]
SLV	1.50	1.52	1.2	0.063	0.031	2.557

6 PRESCRIZIONI REALIZZAZIONE RILEVATI E TRINCEE

I rilevati stradali sono formati da materiali provenienti da scavi di sbancamento di fondazione o in galleria, appartenenti ai gruppi A_1 , A_{2-4} , A_{2-5} , A_3 (classificazione **CNR- UNI 10006**, 1963). L'ultimo strato del rilevato (spessore 30 cm) deve essere realizzato con materiali appartenenti ai gruppi A_{1-a} , A_3 .

I materiali impiegati devono essere, comunque, privi da frazioni, o componenti vegetali, organiche, da elementi solubili, e non possono essere di natura argillo-scistosa, alterabili o molto fragili.

La dimensione delle massime pezzature ammesse (non maggiori di 140 mm) non deve superare i due terzi dello spessore dello strato compattato. Al fine di ottenere una massa ben assestata e compattata, per ogni strato deve essere realizzato un accurato intasamento dei vuoti.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	Codice documento CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	Rev F0

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE C.N.R. - UNI 10006/1963													
PROSPETTO I - CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE													
Classificazione generale	Terre ghiaio-sabbiose							Terre limo-argillose				Torbe e terre organiche palustri	
	Fazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35							Fazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 > 35%					
Gruppo	A1		A3	A2			A4	A5	A6	A7		A8	
Sottogruppo	AI-a	AI-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6	
Analisi granulometrica.													
Frazione passante allo staccio													
2 UNI 2332 %	≤ 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,4 UNI 2332 %	≤ 30	≤ 50	≤ 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,075 UNI 2332 %	≤ 15	≤ 25	≤ 15	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332													
Limite liquido	-	-	-	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	> 40	
Indice di plasticità	≤ 6	N.P.	N.P.	≤ 10	≤ 10 max	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	IP<LL-30	IP<LL-30	
Indice di gruppo	0	0	0	0			≤ 4	≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20		
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o braccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fine	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa				Limi poco compressibili	Limi poco compressibili	Argille poco compressibili	Argille fortemente compressibili plastiche	Argille fortemente compressibili plastiche	Torba di recente o remota fondazione, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono						Da mediocre a scadente					Da scartare come sottofondo	
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	Nulla o lieve			Media			Molto elevata	Media	Elevata	Media			
Ritiro o rigonfiamento	Nullo			Nullo o lieve			Lieve o medio	Elevato	Elevato	Molto elevato			
Permeabilità	Elevata			Media o scarsa				Scarsa o nulla					
Identificazione dei terreni in sito	Facilmente individuabile a vista	Aspri al tatto	Incoerenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo - Aspri al tatto - Una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla			Reagiscono alla prova di scuotimento* - Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto - Non facilmente modellabili allo stato umido.	Non reagiscono alla prova di scuotimento*. Tenaci allo stato asciutto. Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido				Fibrosi di color bruno o nero. Facilmente individuabili a vista	

* Prova di cantiere che può servire a distinguere i limi dalla argilla. Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprimendolo successivamente fra le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo lo scuotimento, apparirà sulla superficie un velo lucido di acqua libera, che scomparirà comprimendo il campione fra le dita

Figura 6.1: Tabella classificazione terre CNR-UNI 10006

Prima della costruzione del corpo del rilevato, si deve procedere alla rimozione e asportazione del terreno vegetale, per uno spessore medio pari a 25 cm, in modo che il piano di posa risulti più regolare possibile, privo di avvallamenti e tale da evitare il ristagno delle acque piovane.

I piani di posa del rilevato sono ottenuti praticando scavi di sbancamento a gradoni laddove il terreno si presenta non orizzontale. La stesa del materiale deve essere eseguita con regolarità per strati di spessore costante pari a 50 cm, con attrezzature tali da evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua, realizzando un addensamento uniforme all'interno dello strato. Per realizzare ciò anche lungo i bordi del rilevato, le scarpate devono essere riprofilate rimuovendo i materiali eccedenti la sagoma di progetto.

La stesa ed il costipamento deve avere, quindi, una sovrallarghezza di almeno di 50 cm per entrambi i lati del rilevato. La compattazione degli strati potrà essere effettuata solo dopo aver accertato che il contenuto d'acqua (circa ±1.5%) sia prossimo a quello ottimo, determinato mediante la prova ASSHO Modificata (CNR 69-1978).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

A compattazione avvenuta, i materiali impiegati devono presentare una massa volumica del secco pari o superiore al 90% della massa volumica del secco individuata dalle prove di compattazione AASHO Mod (CNR 69-1978, CNR 22-1972), ed un modulo di deformabilità Md non inferiore a 15 MPa. L'ultimo strato (s= 30 cm), costituente il piano di posa della pavimentazione, deve presentare, invece, un grado di costipamento pari o superiore al 95%.

Le caratteristiche di deformabilità devono essere accertate in modo rigoroso, e garantite anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli.

Dalle analisi effettuate non è stata evidenziata la necessità di realizzare alcuna bonifica, salvo eventuali condizioni puntuali che potranno essere valutate e risolte in fase esecutiva.

Nel caso di rilevati di altezza superiore a 6.00 m (Asse 1-3-Rotatoria 4) sono previste banche di larghezza minima di 2.00 m, inclinate del 3% verso il corpo stradale. Il rapporto tra l' altezza del rilevato e la larghezza della scarpata è pari a 2/3.

La terra vegetale risultante dagli scavi può essere impiegata per il rivestimento delle scarpate. Man mano che si procede alla formazione dei rilevati, le scarpate vengono rivestite con materiale ricco di humus, proveniente o dalle operazioni di scotico del piano di posa, o da cave di prestito. Il rivestimento deve essere realizzato a cordoli orizzontali, costipato con mezzi idonei, al fine di assicurare una superficie regolare.

E' inoltre opportuno sottolineare la necessità di realizzare una sperimentazione in vera grandezza ("**campo prova**") al fine di definire, sulla scorta dei risultati delle prove preliminari di laboratorio e con l'impiego di mezzi disponibili, gli spessori di stesa ed il numero di passaggi dei compattatori che permettono di raggiungere le prestazioni prescritte (grado di addensamento e portanza).

La sperimentazione in scala reale deve riguardare ogni campione omogeneo di materiale che si intende utilizzare per la realizzazione del corpo stradale e deve essere completata prima della esecuzione del rilevato, in modo da essere di riferimento dei movimenti di materia e delle modalità esecutive di lavorazione.

L'area predestinata alla prova deve essere perfettamente livellata, compattata, tale da presentare caratteristiche di deformabilità analoghe a quelle dei materiali in esame.

La larghezza della stesa deve risultare almeno pari a tre volte quella del rullo compattatore.

I materiali vanno stesi in strati di spessore costante (o variabile se si vuole identificare lo spessore ottimale), compattandoli con regolarità ed uniformità, mettendo in opera almeno 2 o 3 strati successivi. Per ciascuno di essi vanno eseguite le prove di controllo dopo successive passate.

Il campo di prova viene verificato attraverso la determinazione dei moduli di deformazione Md (CNR B.U. n. 22/72).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Le misure devono essere effettuate per ogni strato almeno in cinque punti appartenenti ad una porzione omogenea del rilevato. Devono essere misurati i valori della massa volumica del secco in sito (CNR B.U. n. 22/72), del contenuto d'acqua (CNR UNI 10008/63), nella porzione di materiale in vicinanza dei punti di misura del modulo di deformazione, e dello spessore degli strati finiti.

Inoltre va misurata la granulometria dei campioni dei materiali già costipati, al fine di confrontarla con quella effettuata sugli stessi materiali prima della compattazione.

Nei tratti in trincea, dopo aver effettuato lo scavo del cassonetto, si prepara il piano di posa della sovrastruttura stradale. Si procederà, quindi, alla compattazione dello strato di sottofondo che deve raggiungere una densità del secco pari al 95% della densità di riferimento, per uno spessore di 30 cm al di sotto del piano del cassonetto.

Il comportamento globale dei cassonetti viene controllato attraverso la valutazione del modulo di compressibilità M_d , il cui valore nelle condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, nell'intervallo di carico compreso tra 0.15 e 0.25 N/mm², non deve essere comunque inferiore a 50 N/mm².

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

7 SEZIONI DI CALCOLO

Ai fini della verifica sono state individuate, per ogni tratto stradale, le sezioni (sia in trincea che in rilevato) maggiormente significative. Esse sono di seguito elencate e riportate in figura 7.1:

- Asse 1-3: Sezione 2
- Asse 3-4: Sezione 7.ROT4
- Rotatoria 4: Sezione 7
- Rampa 2: Sezione 9
- Rampa 3: Sezione 4A

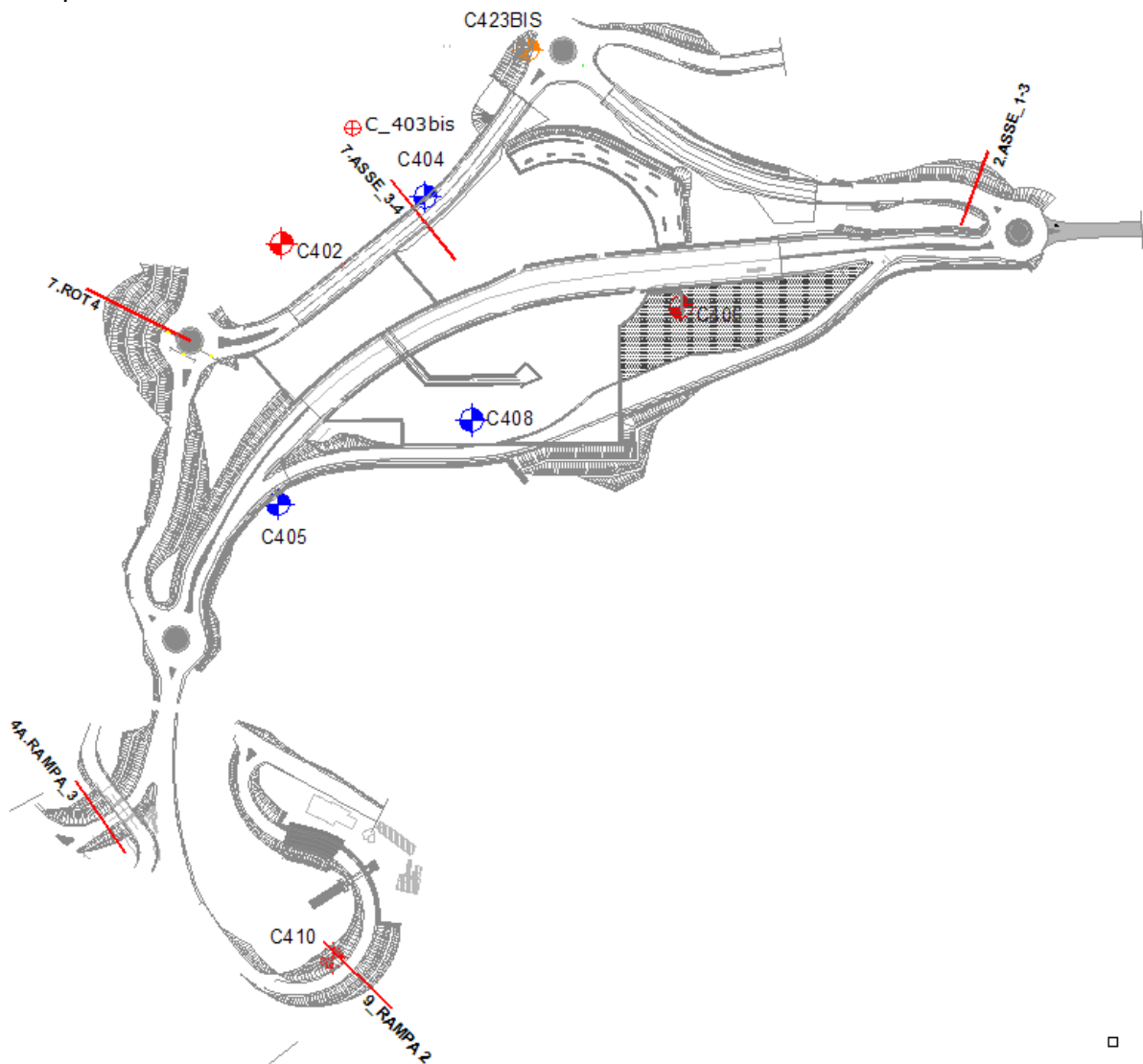


Fig. 7.1 Verifica di stabilità: sezioni di calcolo e sondaggi di riferimento

		<p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p>STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA</p>	<p><i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA00000001F0</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20/06/2011</p>	

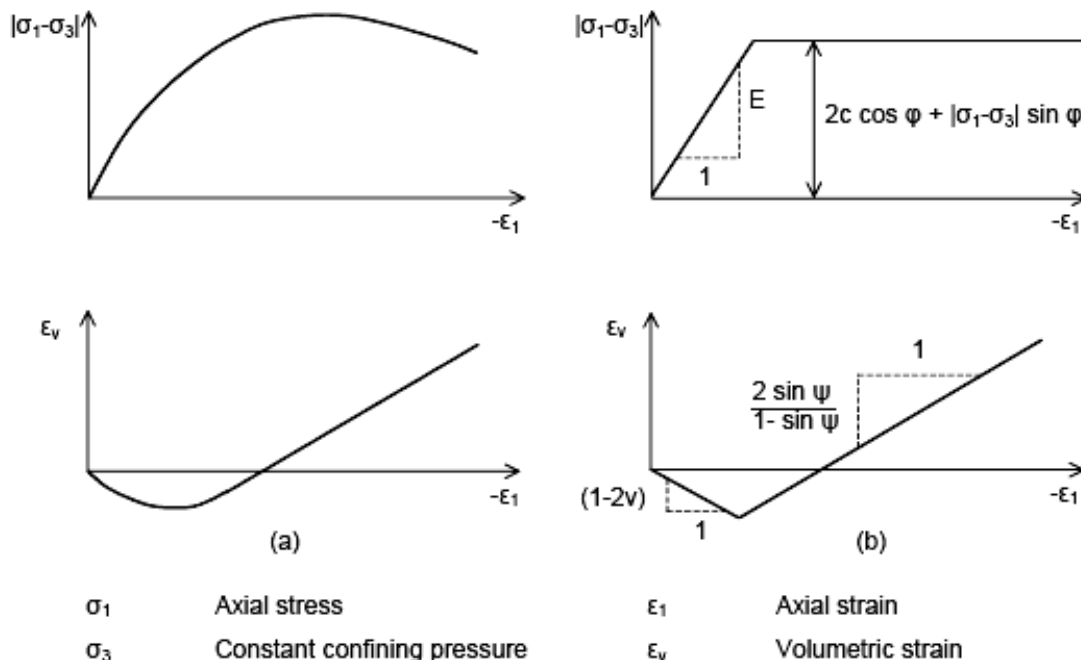
		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

8 MODELLO DI CALCOLO PER ANALISI STABILITA'

La risoluzione di un problema di stabilità di un versante richiede la conoscenza delle sue equazioni di governo, ovvero le equazioni di equilibrio e quelle costitutive, che descrivono il comportamento meccanico del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse, visto che il terreno è un sistema multifase, riconducibile ad un sistema monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate. Inoltre, è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, vista la non-linearità del terreno anche in corrispondenza di piccole deformazioni, la sua anisotropia e la dipendenza del suo comportamento sia dallo sforzo normale che da quello deviatorico.

A causa di tali difficoltà è necessario introdurre delle ipotesi semplificative, ed in particolare:

- Il comportamento costitutivo del terreno viene assunto rigido perfettamente plastico.
- La resistenza del materiale viene espressa unicamente dalla coesione e dall'angolo di resistenza al taglio, assunti costanti e caratteristici dello stato plastico; si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.



Il software impiegato per l'analisi di stabilità del pendio è un solutore agli elementi finiti a comportamento elasto-plastico, finalizzato alla valutazione dello stato tensionale effettivo e totale del terreno, e del campo di deformazione. Le analisi sono effettuate nell'ipotesi di deformazione

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA00000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

piana [PHASE2, Rocscience 2003]. Le analisi di stabilità sono state effettuate discretizzando il terreno attraverso una mesh uniforme, con elementi finiti a tre nodi. Il comportamento degli elementi finiti segue il criterio elasto-perfettamente plastico di Mohr Coulomb, per il quale è richiesta la definizione di cinque parametri fondamentali (modulo di Young E, coefficiente di Poisson ν , coesione c, angolo di attrito ϕ , e dilatanza ψ).

Il metodo adottato dal software per l'analisi di stabilità è il metodo "Shear Strength Reduction, **SSR**" [Hammath et al 2006, Dawson et al 1999, Griffith & Lane 1999, Matsui & San, 1992].

Il coefficiente di sicurezza viene ottenuto riducendo progressivamente la resistenza a taglio dei materiali che costituiscono il pendio, fino al raggiungimento della condizione di collasso, che coincide con quella di instabilità del modello. La convergenza della soluzione FEM è, quindi, utilizzata come indicatore della condizione di crisi del pendio, per la quale la distribuzione tensionale e deformativa non è determinabile. Il fattore critico di riduzione della resistenza (**Strength Reduction Factor, SRF**) è equivalente al fattore di sicurezza del pendio.

Con l'obiettivo di verificare le condizioni di sicurezza del pendio nell'evoluzione degli stages costruttivi, l'analisi SSR è stata effettuata in diverse fasi, relative a stage di scavo intermedi ("**Fase intermedia**"), oltre che nelle condizioni attuali del pendio ("**Fase iniziale**") e in quelle finali di completamento dello scavo o di completamento del rilevato ("**Fase finale**").

8.1 FASI COSTRUTTIVE DELLE TRINCEE

La realizzazione delle trincee avviene per fasi successive nel tempo. A partire dalla condizione iniziale è effettuata una progressiva successione di scavi, di spessore pari a circa 3.00 m, fino al raggiungimento della condizione finale di completo scavo.

Nel modello di calcolo impiegato, è stato pertanto ricostruito l'intero processo di realizzazione della trincea, partendo dalla configurazione di terreno vergine, corrispondente alle condizioni tensionali iniziali, antecedenti il progressivo scavo di materiale, fino alle condizioni finali, in presenza di sisma. In particolare, per le sezioni di studio sono stati previsti i seguenti stages di calcolo (in numero N, variabile in base all'altezza della trincea):

- STAGE 1: Condizioni iniziali
- STAGE da 2 a (N-1): Fasi di scavo
- STAGE N: Azione del sisma.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

8.2 FASI COSTRUTTIVE DEI RILEVATI

In maniera analoga a quanto visto per le trincee, anche la realizzazione dei rilevati avviene per fasi successive. Si parte dalla condizione iniziale di terreno vergine, si procede poi con lo scotico, la realizzazione di un eventuale strato di bonifica e la successiva costruzione, per fasi, dei vari strati di terreno, che costituiranno il rilevato. Laddove il rilevato poggia su declivi con pendenza relativamente elevata, si procede con una sagomatura a gradoni del profilo del terreno, al fine di evitare problemi nei riguardi dello scorrimento. Pertanto nel modello di calcolo, si ricostruisce sempre l'intero processo di realizzazione. Gli stages di calcolo sono simili a quelli visti per le trincee:

- STAGE 1: Condizioni iniziali
- STAGE 2: Scotico
- STAGE da 3 a (N-1): Realizzazione dei vari strati del rilevato
- STAGE N: Azione del sisma o applicazione del sovraccarico stradale.

I rilevati sono stati sottoposti, oltre che ad analisi di stabilità globale (Verifica allo SLU), anche ad un'analisi di deformabilità nei riguardi dei cedimenti (Verifica allo SLE). Il calcolo dei cedimenti è stato condotto sempre agli elementi finiti, questa volta però, non tramite analisi SSR, ma tramite un'analisi di tipo classico.

9 RISULTATI DI CALCOLO

L'analisi SSR, è stata condotta seguendo l'Approccio 1 nella combinazione 2 (A2+M2+R2), in accordo al codice normativo vigente [NTC 2008, par.6.8.2].

Secondo tale combinazione i parametri di resistenza del terreno sono decurtati del 25%, mentre gli eventuali carichi agenti sono considerati con il loro valore caratteristico. L'azione sismica è stata considerata con il suo valore massimo nella direzione orizzontale, mentre ridotta del 30% nella direzione verticale.

9.1 ASSE 1-3

Questa sezione è costituita da uno strato di terreno superficiale dello spessore variabile (di circa 3-4 metri) di riporto antropico e da un substrato di conglomerato di Pezzo (Figura 8.1).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECCNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Essendo in presenza di rilevato, si è considerata anche la presenza del sovraccarico stradale (pari a 20 kPa) in fase finale.

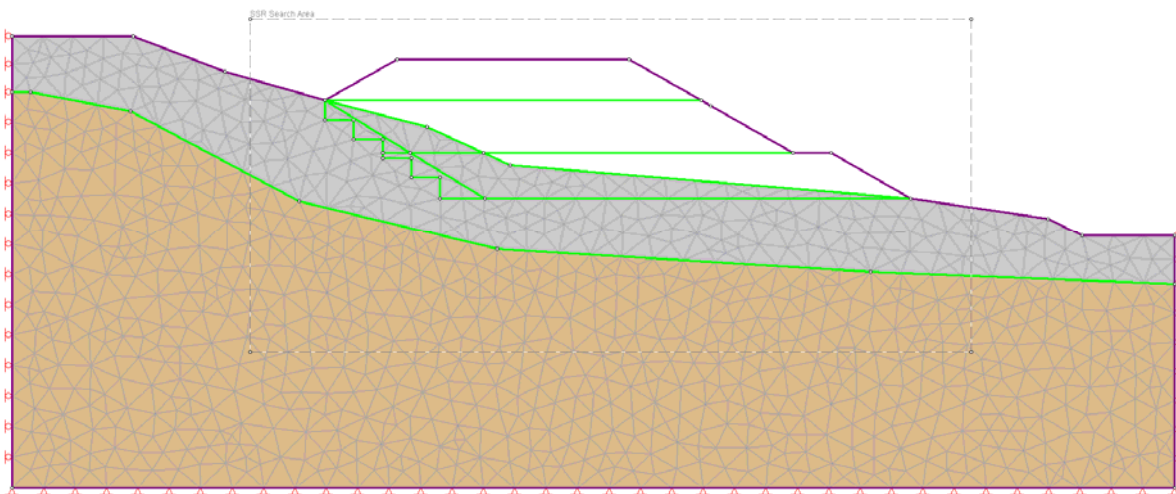


Figura 9.1 : Fase iniziale

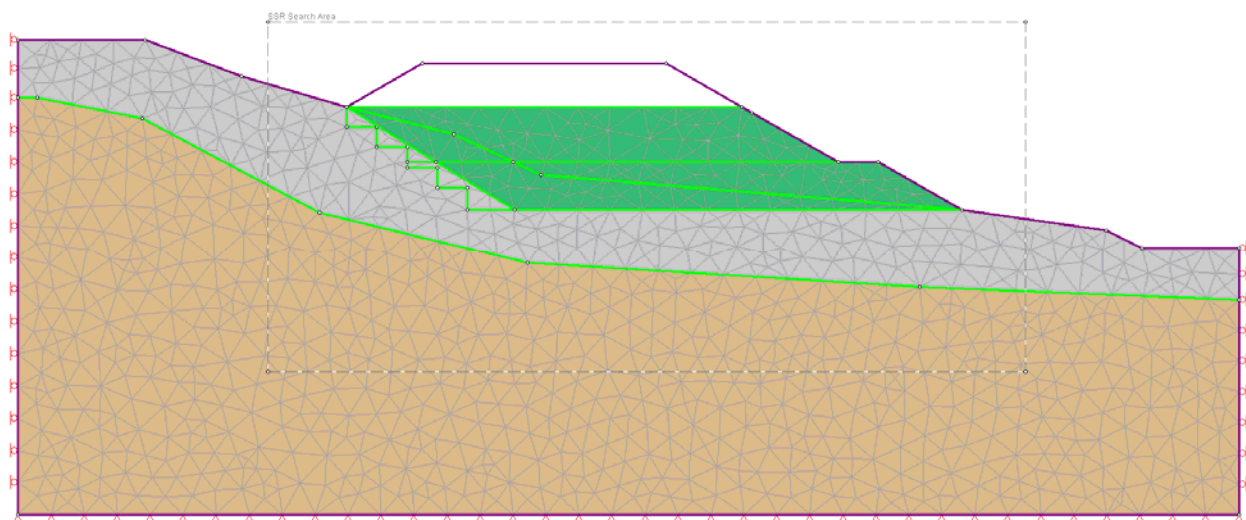


Figura 9.2 : Fase intermedia

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

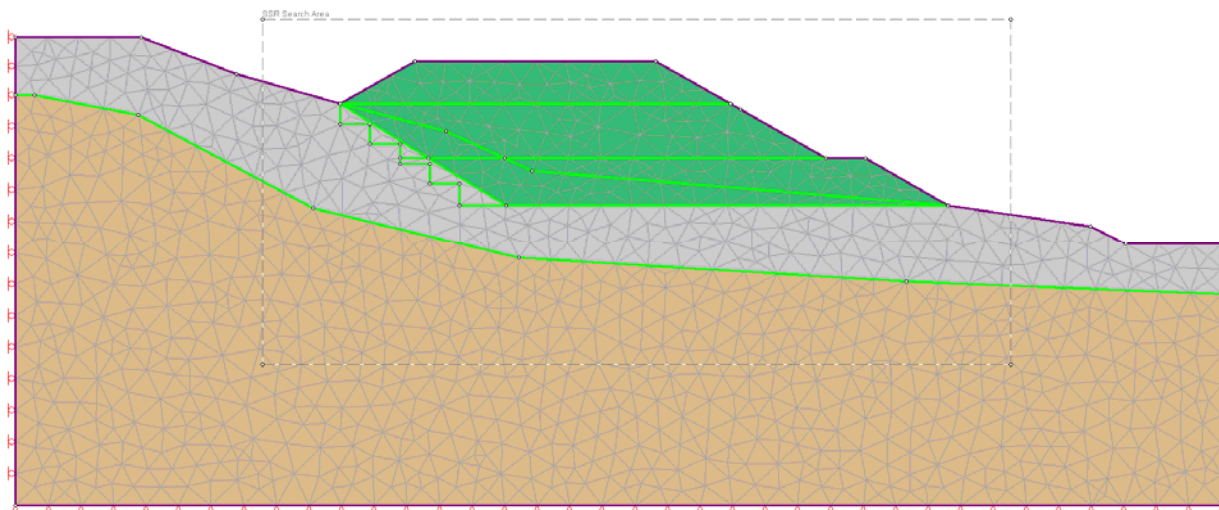


Figura 9.3 : Fase finale

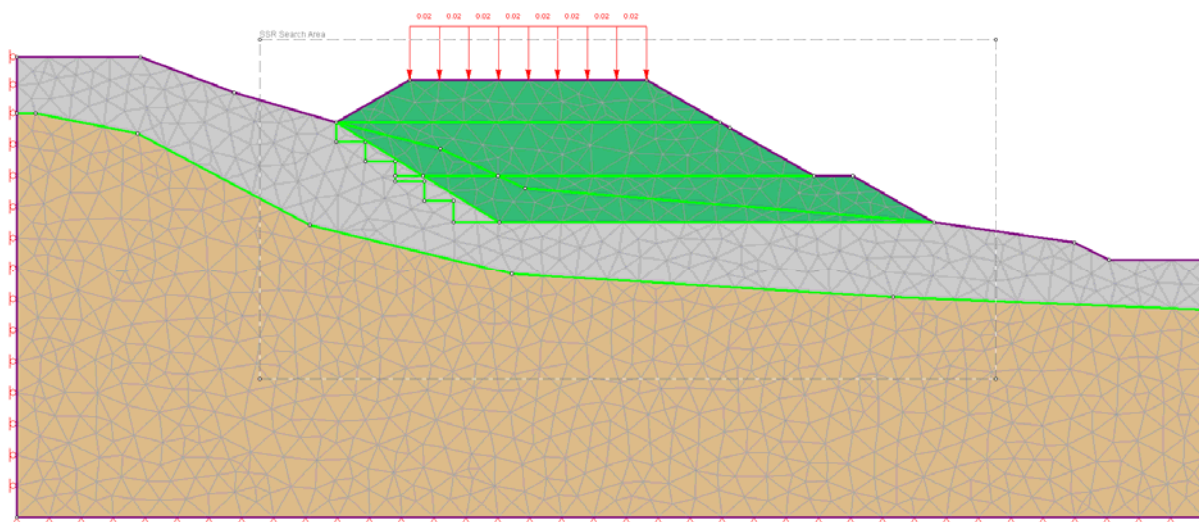


Figura 9.4 : Fase finale in presenza di sovraccarico

Si riassumono nella tabella seguente i valori del coefficiente di sicurezza del pendio, nelle fasi di analisi SSR, e si riportano i meccanismi di scivolamento corrispondenti.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

<i>Fasi Costruttive</i>		<i>SRF</i>
Fase Iniziale	Statica	2.19
	Sismica	1.53
Fase Intermedia		1.93
Fase Finale	Statica	1.53
	Sismica	1.18
	Sovraccarico	1.35

Tabella 9.5: Coefficiente di sicurezza

Le analisi hanno evidenziato coefficienti di sicurezza superiori al coefficiente ammesso dalle NTC 2008 ($SFR_{normativo}=1.10$). La condizione più critica risulta quella sismica in fase finale ($SFR=1.18$).

Critical SRF: 2.19

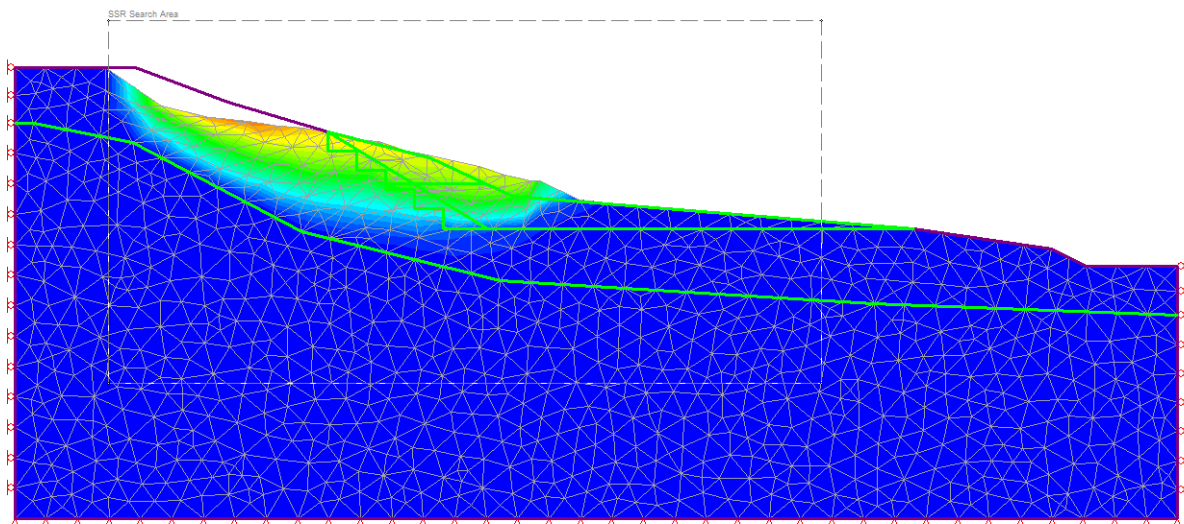


Figura 9.6 : Meccanismo di scivolamento - Spostamenti totali - Fase iniziale – Statica - $SFR=2.19$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

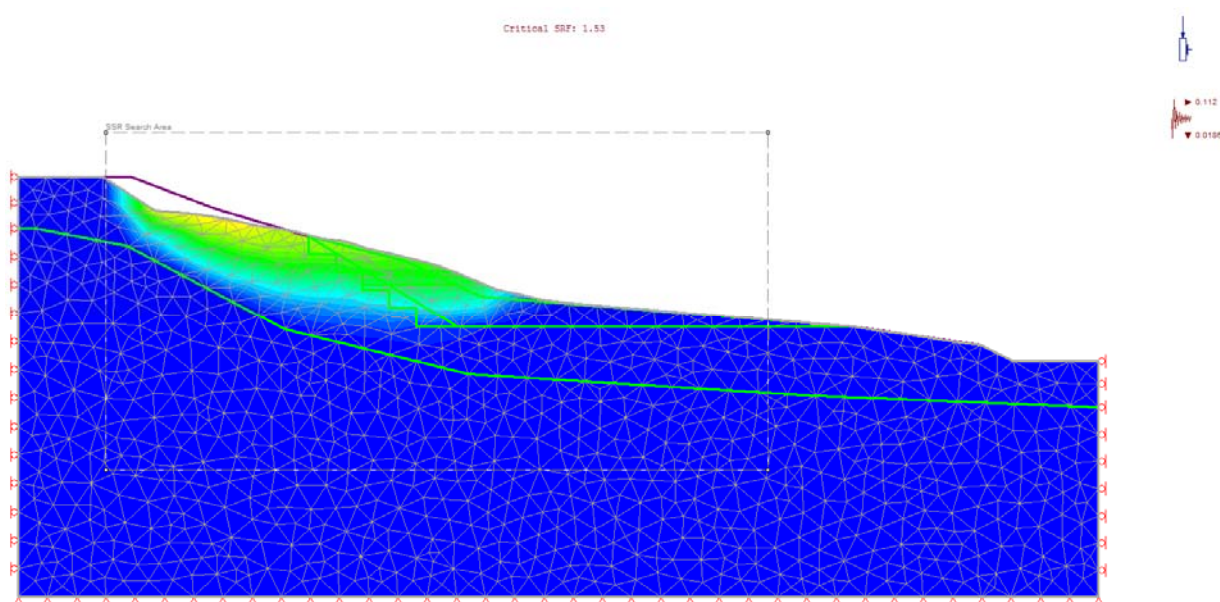


Figura 9.7 : Meccanismo di scivolamento - Spostamenti totali - Fase iniziale – Sismica - SFR=1.53

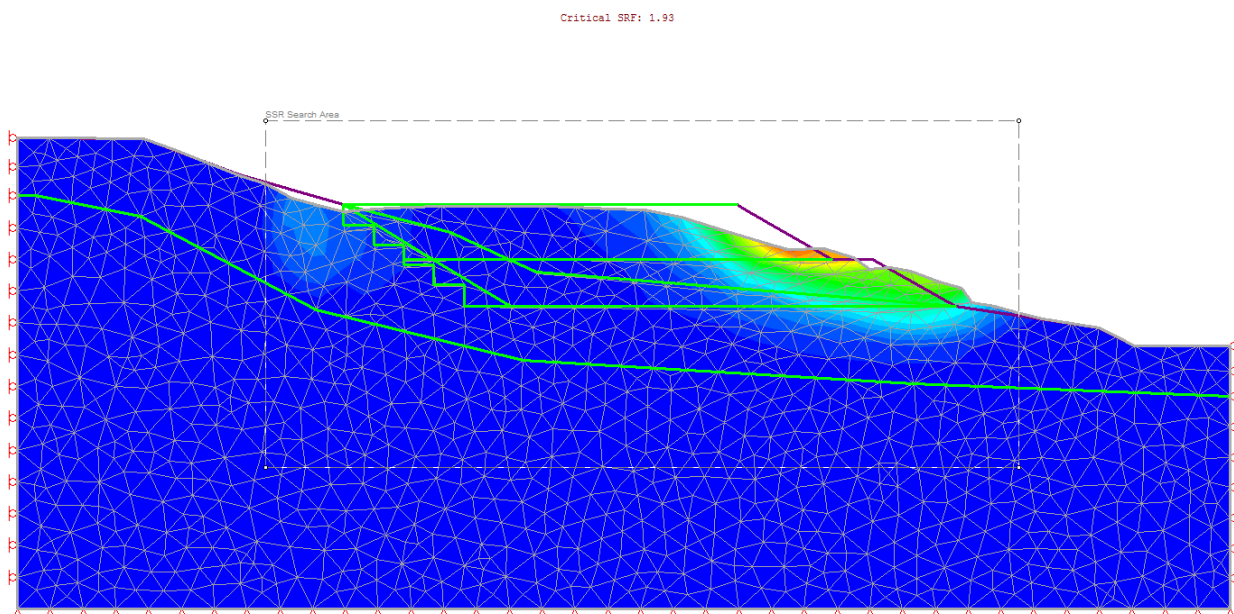


Figura 9.8 : Meccanismo di scivolamento - Spostamenti totali - Fase intermedia - SFR=1.93

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

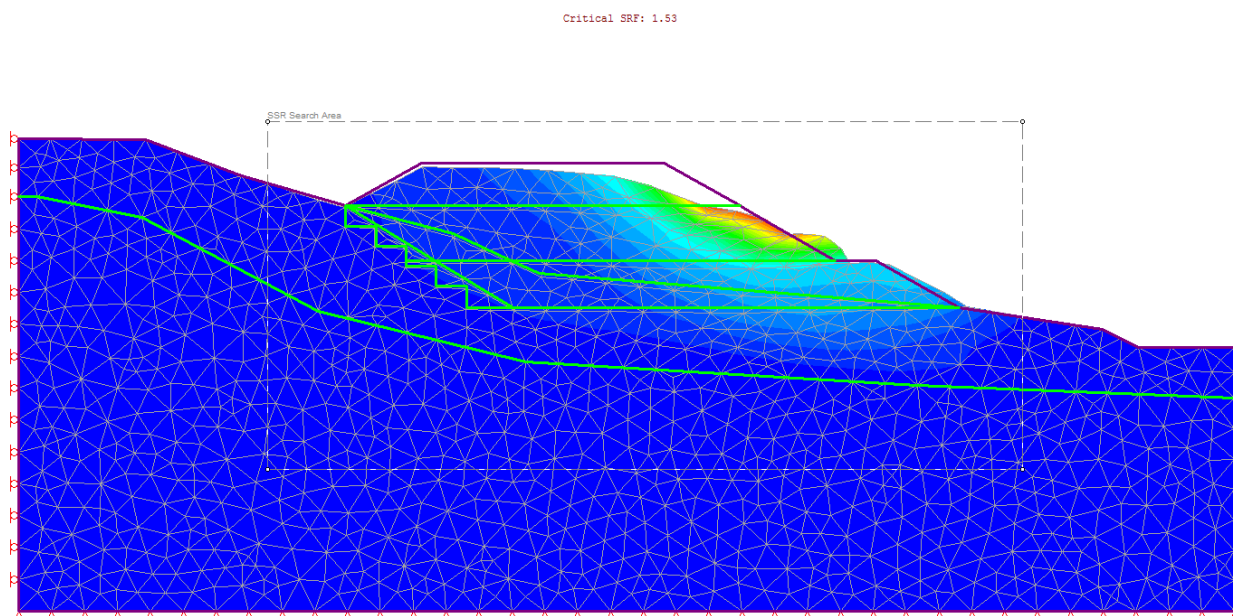


Figura 9.9: Meccanismo di scivolamento - Spostamenti totali - Fase finale – Statica - SFR=1.53

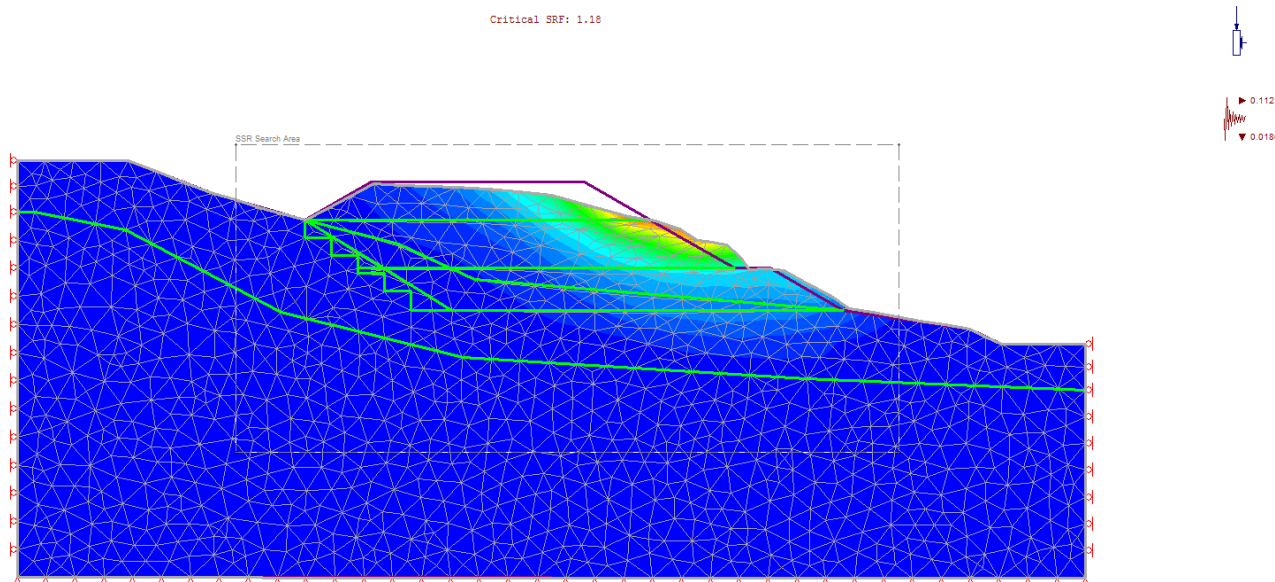


Figura 9.10 : Meccanismo di scivolamento - Spostamenti totali - Fase finale -Sisma- SFR=1.18

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

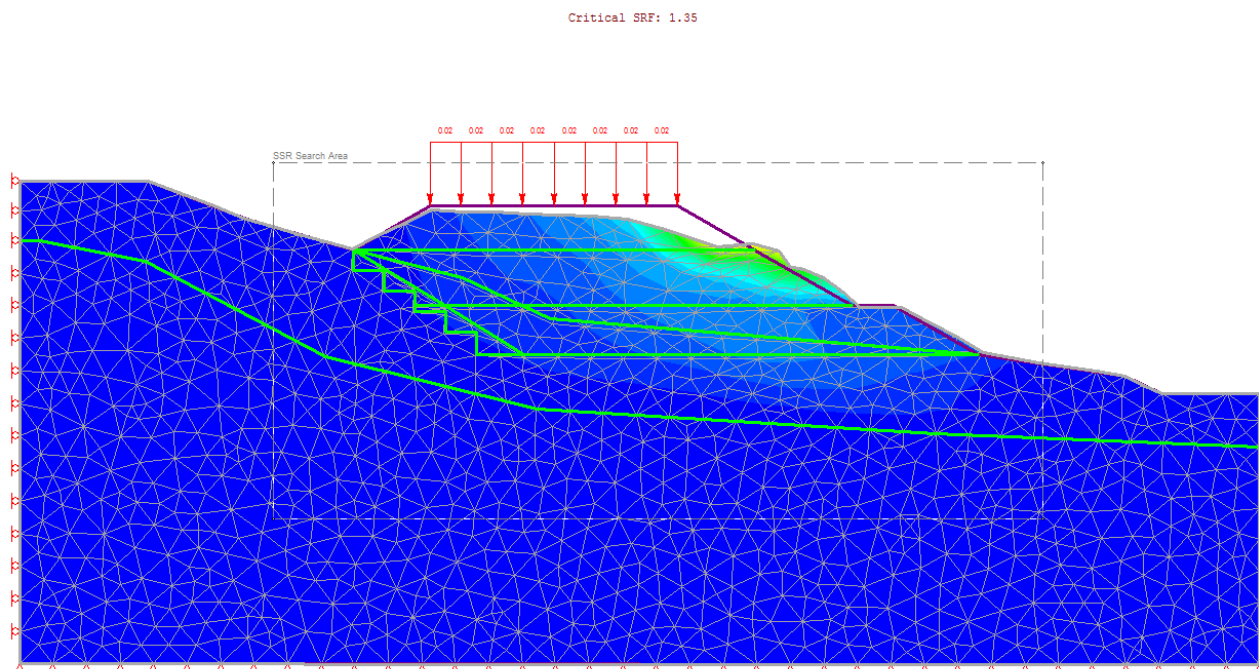


Figura 9.11 : Meccanismo di scivolamento - Spostamenti totali - Fase finale – Sovraccarico - SFR=1.35

Analisi di deformabilità: calcolo dei cedimenti

Il rilevato in oggetto ha un'altezza massima pari a circa 7.50 m. Le azioni sismiche di progetto sono state definite in funzione di due fattori, il primo legato al livello di protezione sismica assegnato all'opera, il secondo relativo alla pericolosità del sito. In base all'intensità del livello sismico considerato e alle diverse categorie di rilevato sono, quindi, diversi i requisiti prestazionali richiesti. In particolare, sono stati considerati due livelli sismici:

- Sisma allo SLD, che può verificarsi, probabilmente, una o più volte nella vita utile dell'opera. A fronte di tale evento è opportuno assicurare che i danni e la riduzione di percorribilità della strada siano modesti.
- Sisma allo SLV, a fronte del quale è necessario assicurare la percorribilità, in misura proporzionata all'importanza dell'arteria cui il rilevato appartiene.

Nel caso del rilevato in esame la categoria di importanza è pari a II (Tabelle 9.12 e 9.13 "Costruzioni in terra" *Linee Guida AGI, Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica, Pagano L., Sica S., Edizione provvisoria Marzo 2005, Cap. 16, pp. 227-238*). I livelli L1 e L2,

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

presenti in tabella 9.13, possono essere assimilati rispettivamente allo SLD e SLV considerati, per i quali risulta un tempo di ritorno rispettivamente pari a 75 anni e 712 anni.

<i>Altezza (m)</i>	>15 (6)	15-8 (4)	8-3 (2)	<3 (0)
<i>Numero. di persone da servire/Categoria dell'arteria</i>	>100000 autostrada (12)	100000-10000 statale (8)	10000-1000 prov./com. (4)	<1000 (4)
<i>Danni indotti</i>	Elevati (12)	Moderati (8)	Bassi (4)	Trascurabili (0)

Tabella 9.12: Fattori di classificazione dell'importanza del rilevato

<i>Fattore totale di classificazione</i>	<i>Categoria di importanza del rilevato</i>	<i>Periodo di ritorno dell'evento L₁</i>	<i>Periodo di ritorno dell'evento L₂</i>
(25-30)	I	50-200	>1000
(15-25)	II	50-200	500-1000
(5-15)	III	50-100	150-500
(0-5)	IV	50-100	100-250

Tabella 9.13: Categoria di importanza del rilevato

Le soglie di cedimento ammissibili sono pari a 3-7 cm per effetto dell'evento L₁, e 15-20 cm per l'evento L₂ (L. Pagano, S. Sica). Si riportano di seguito i diagrammi degli spostamenti totali, ottenuti tramite un'analisi classica FEM, relativi all'effetto del sovraccarico stradale, assunto pari a 20 KN/m² (pt 3.1.3 Check List F.03.09.0 "Rilevati e Trincee"), e del sisma allo SLD e SLV. La componente verticale dell'azione sismica è stata considerata agente simultaneamente a quella orizzontale, tenendo il conto della espressione 7.3.15 NTC 2008:

$$\pm E_x \pm 0.30 \cdot E_y$$

Per semplicità si riportano soltanto i risultati relativi alle condizioni di carico più sfavorevoli.

L'analisi di deformabilità per il sisma allo SLD è stata effettuata tenendo in conto dei parametri caratteristici di resistenza del terreno, essendo lo SLD uno stato limite di esercizio.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

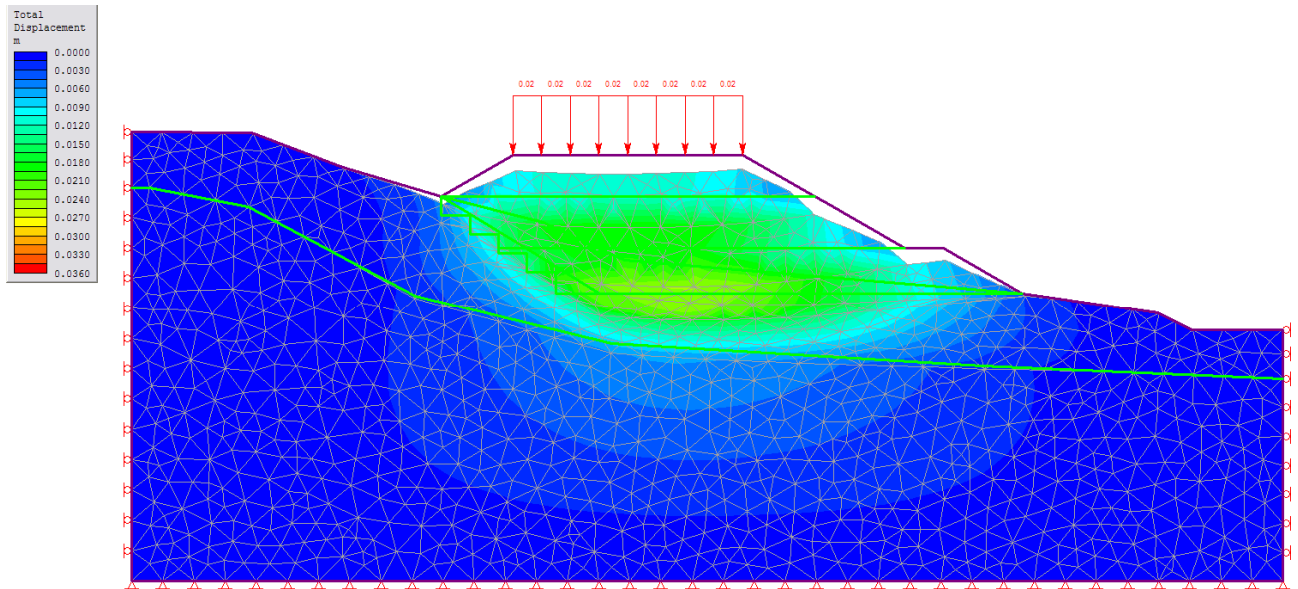


Figura 9.14 : Spostamenti totali del rilevato sotto l'effetto del carico stradale

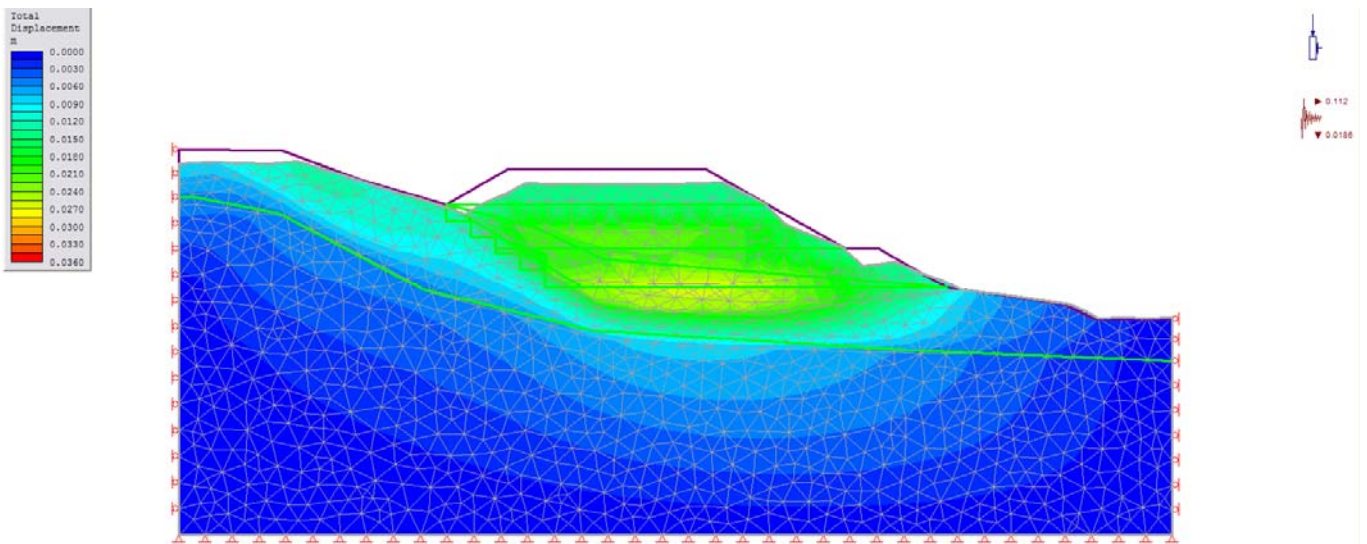


Figura 9.15 : Spostamenti totali sotto l'effetto del sisma SLV

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

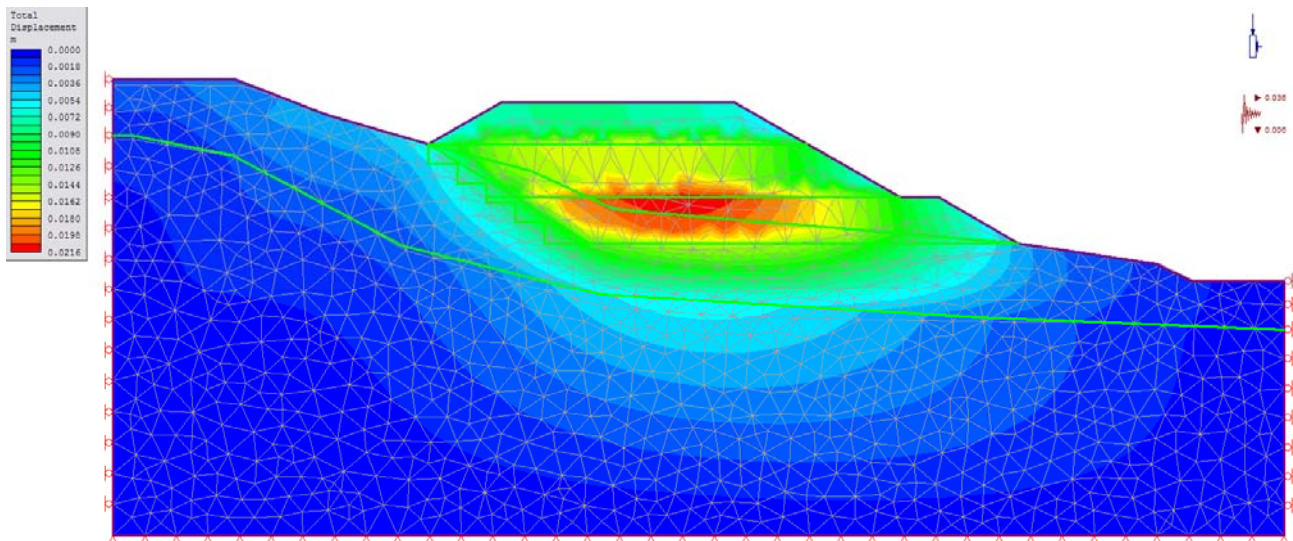


Figura 9.16 : Spostamenti totali sotto l'effetto del sisma SLD

Condizione di Carico	Cedimento massimo [cm]
Sisma allo SLV	2.63
Sisma allo SLD	2.15
Sovraccarico stradale	2.41

Tabella 9.17: Cedimenti rilevato

In accordo a quanto detto precedentemente, i valori dei cedimenti ottenuti dalle analisi FEM sono minori di quelli ammissibili considerati.

9.2 ASSE 3-4

La sezione di studio è la sezione stradale 7. La litostratigrafia si riferisce al sondaggio C404, che riporta in corrispondenza della sezione in esame uno spessore di circa 8.00 m di riporto antropico, e di circa 7.00 di sabbie e ghiaie. Il substrato è rappresentato dal conglomerati di pezzo. Si riportano di seguito i risultati dell'analisi di stabilità ottenuti.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

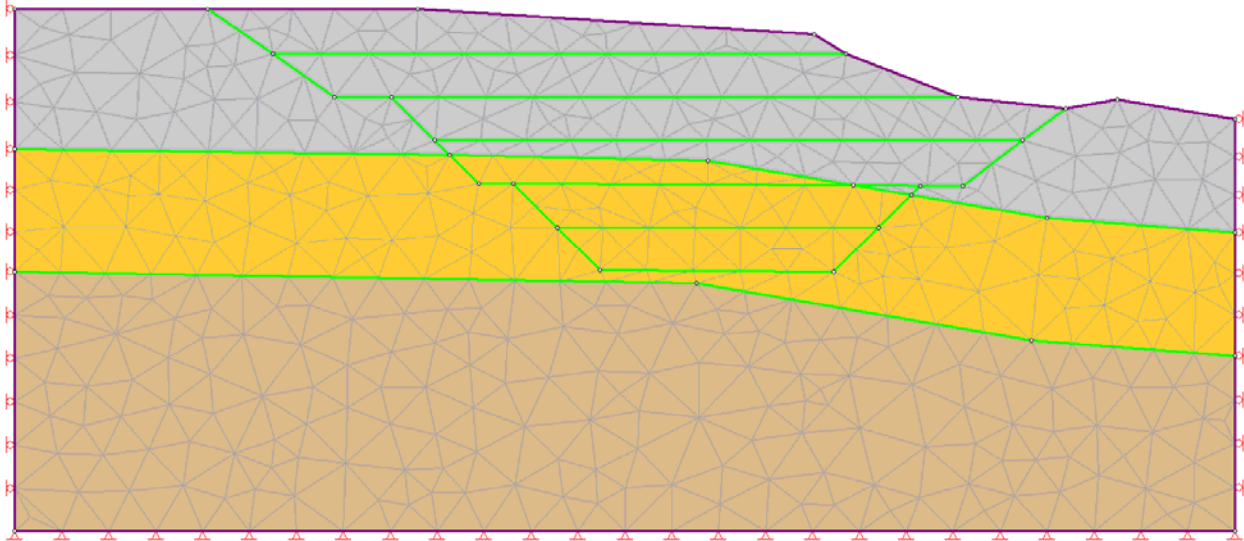


Figura 9.18 : Fase iniziale

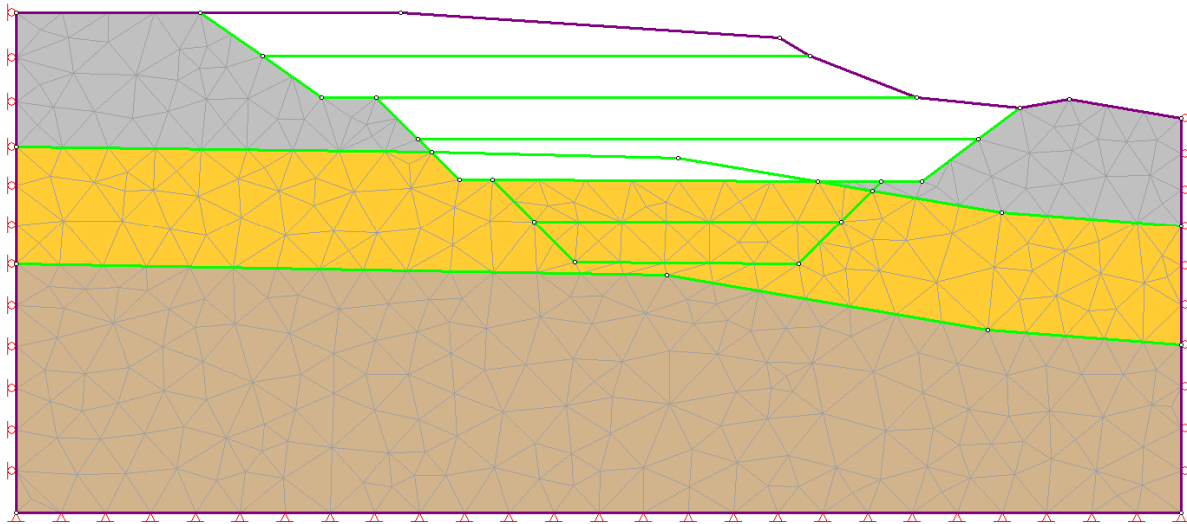


Figura 9.19 : Fase intermedia

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

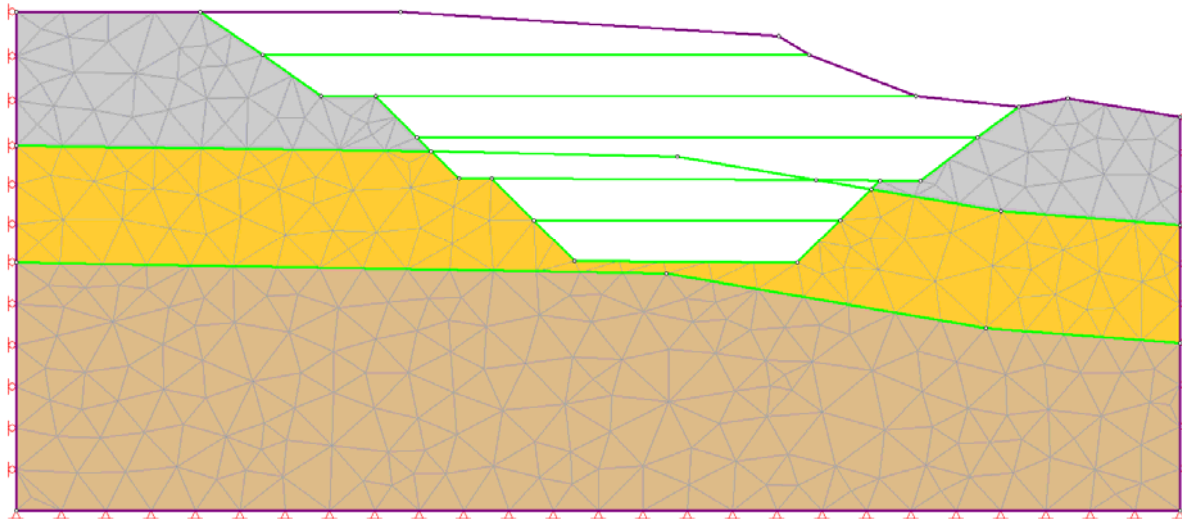


Figura 9.20 : Fase finale

Si riassumono nella tabella seguente i valori del coefficiente di sicurezza del pendio, e si riportano i meccanismi di scivolamento corrispondenti:

<i>Fasi Costruttive</i>		<i>SRF</i>
Fase Iniziale	Statica	2.72
	Sismica	1.95
Fase Intermedia		1.51
Fase Finale	Statica	1.32
	Sismica	1.11

Tabella 9.21: Coefficiente sicurezza

Anche in questo caso le analisi hanno fornito valori del SFR superiori a quello limite e la condizione critica risulta sempre quella sismica.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

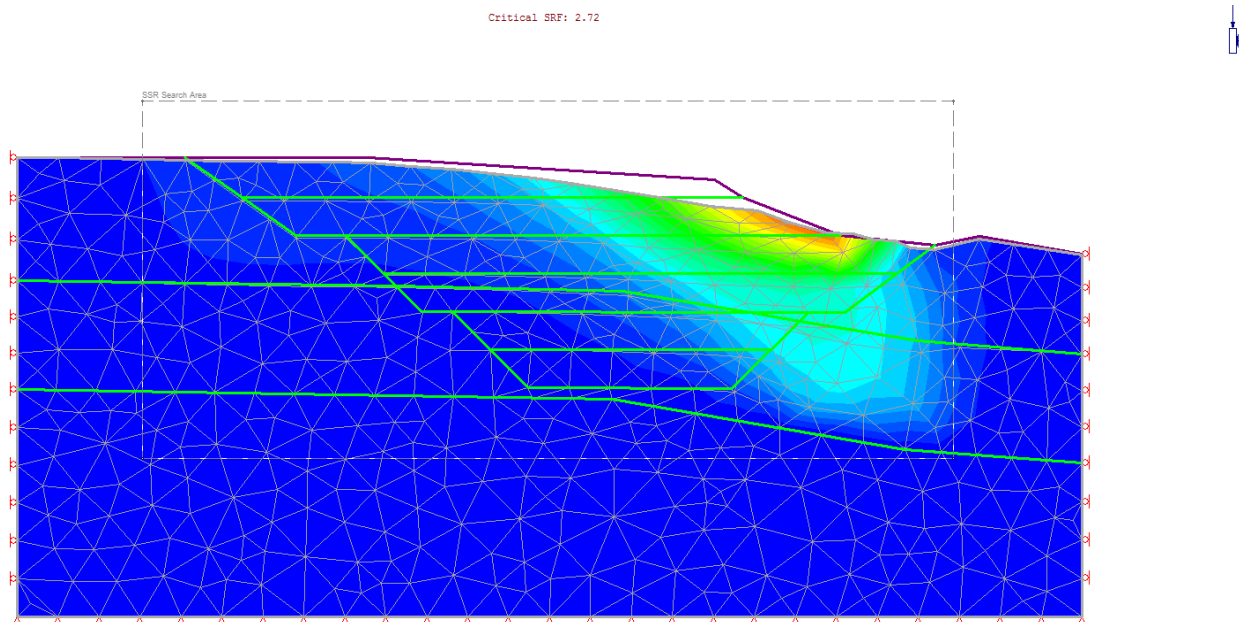


Figura 9.22 : Meccanismo di scivolamento - Spostamenti totali - Fase iniziale – Statica - SFR=2.72

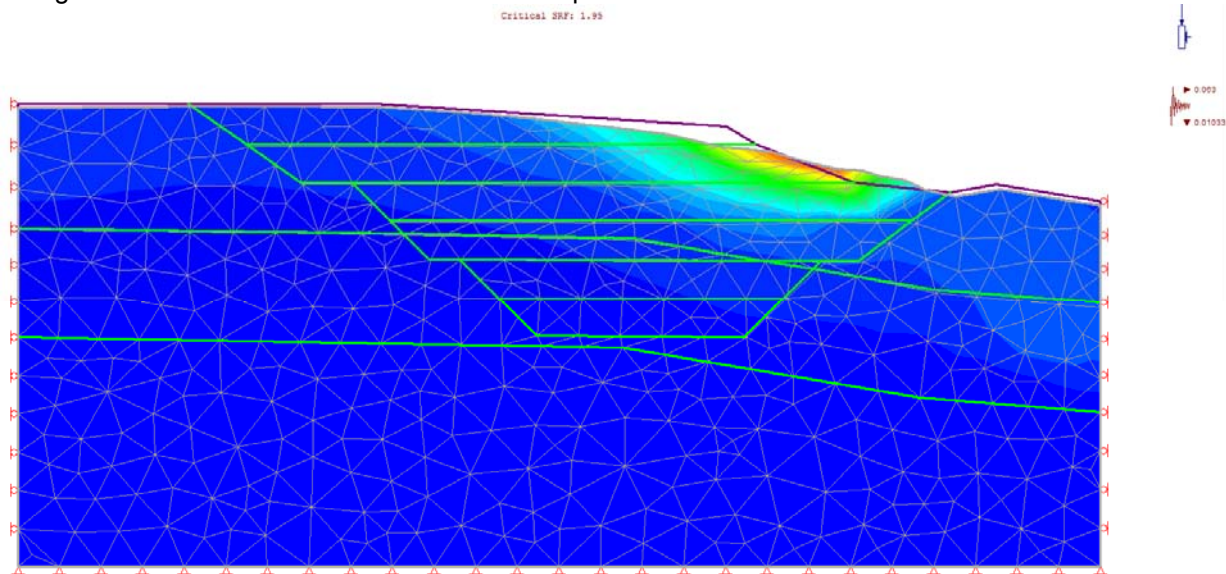


Figura 9.23 : Meccanismo di scivolamento - Spostamenti totali - Fase iniziale – Sisma - SFR=1.95

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

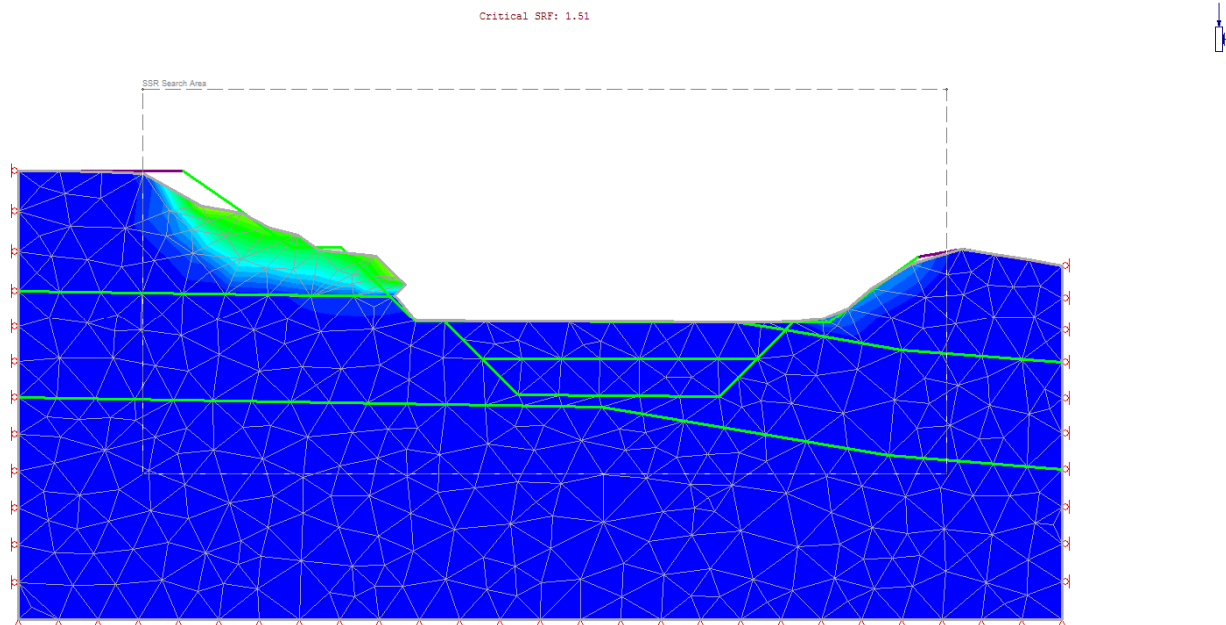


Figura 9.24 : Meccanismo di scivolamento - Spostamenti totali - Fase intermedia - SFR=1.51

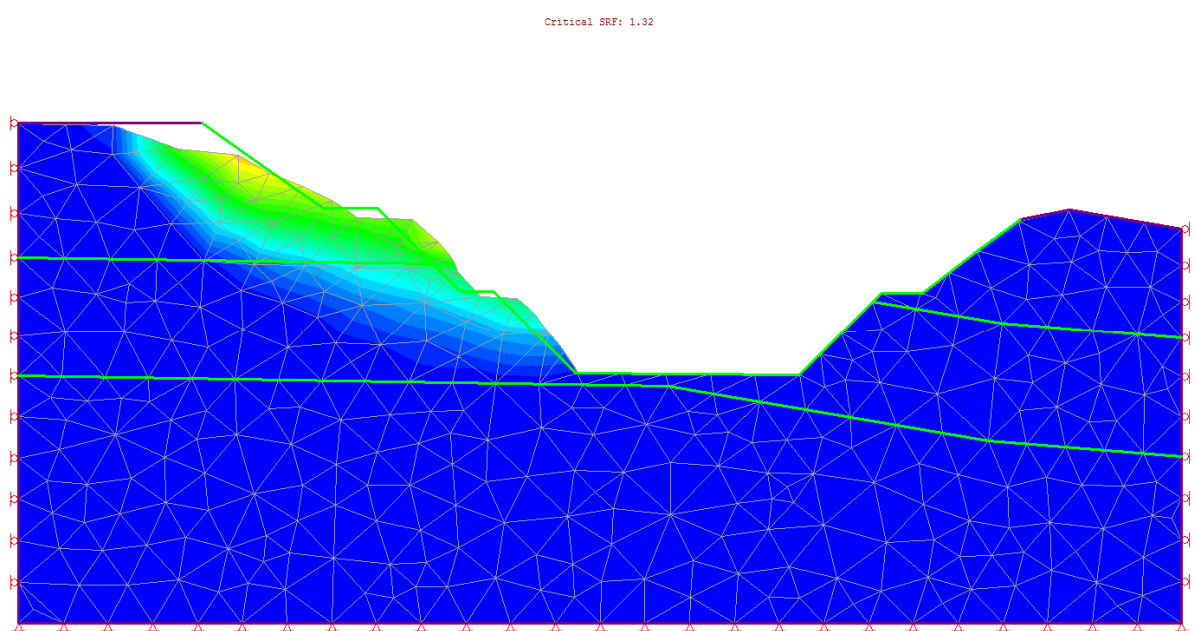


Figura 9.25 : Meccanismo di scivolamento - Spostamenti totali - Fase finale - statica - SFR=1.32

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

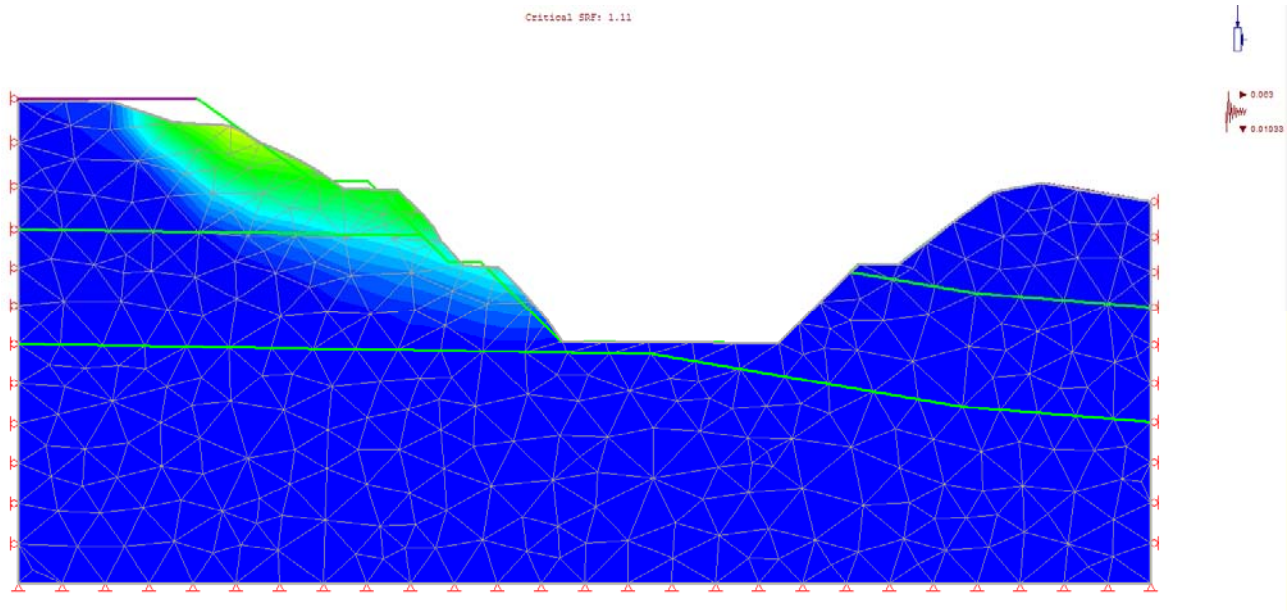


Figura 9.26: Meccanismo di scivolamento - Spostamenti totali - Fase finale – Sismica - **SFR=1.11**

9.3 ROTATORIA 4

Con riferimento al sondaggio C402 e al profilo litostratigrafico della galleria naturale autostradale ramo A, il rilevato della sezione in esame risulta poggiante su uno strato di sabbie e ghiaie di Messina di spessore 12.00 m circa. Il substrato è costituito dalla formazione del conglomerato di Pezzo (Figura 8.21). L'analisi è stata condotta con riferimento agli step di carico corrispondenti ai livelli del rilevato stesso.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

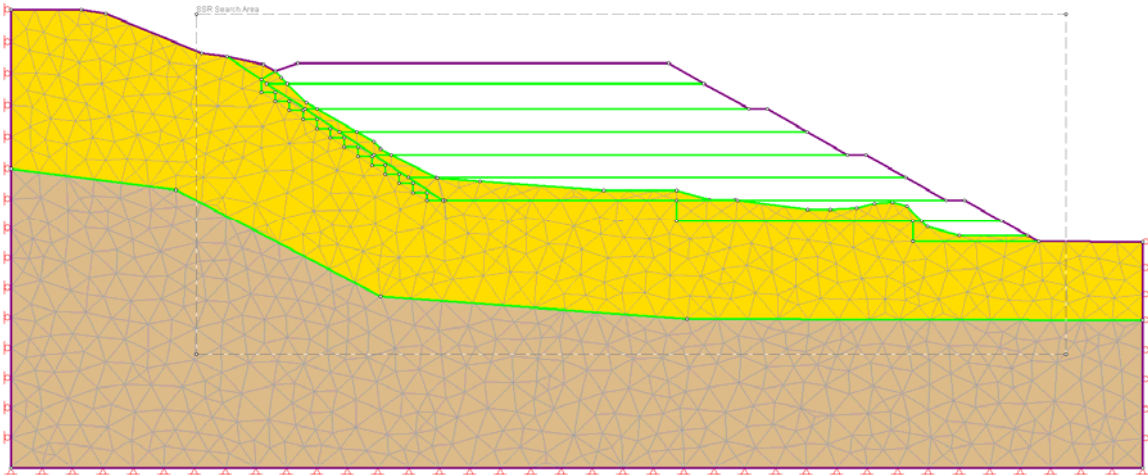


Figura 9.27 : Fase Iniziale

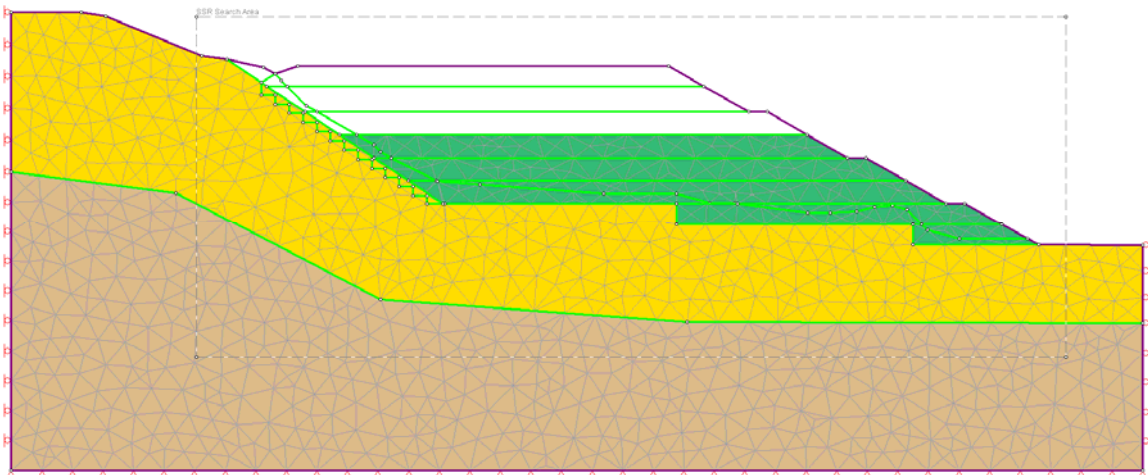


Figura 9.28 : Fase Intermedia

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

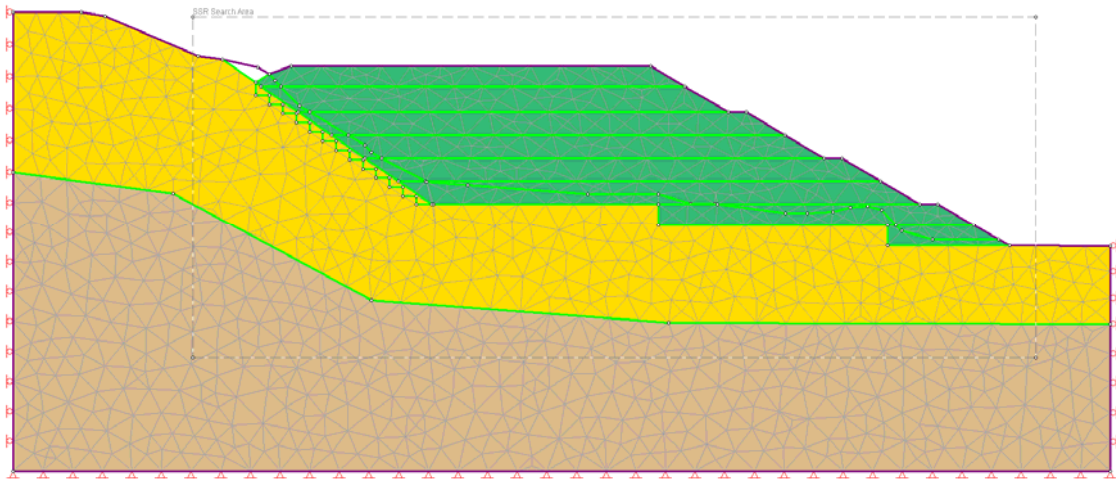


Figura 9.29 : Fase finale

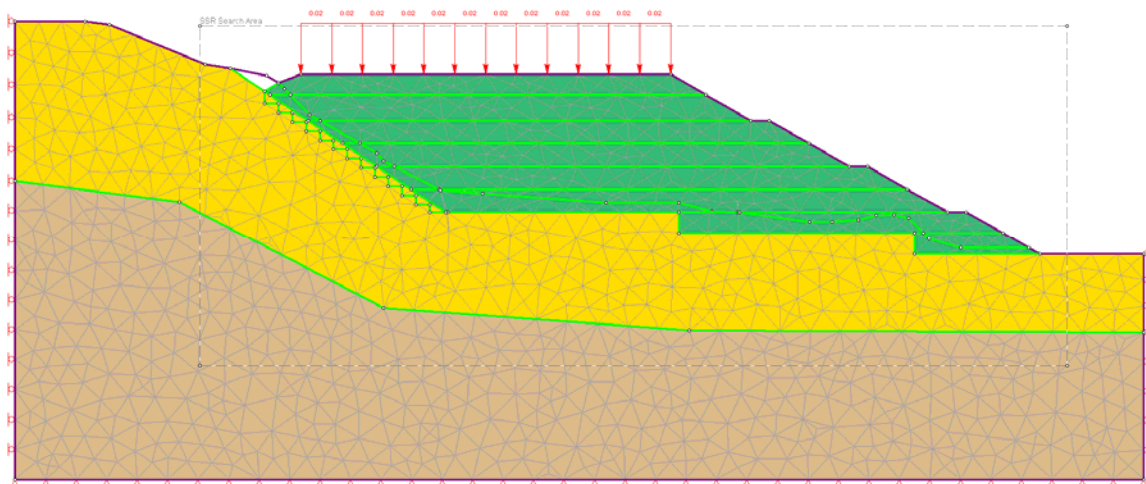


Figura 9.30 : Fase finale in presenza di sovraccarico

Si riassumono nella tabella seguente i valori del coefficiente di sicurezza del pendio, per la fase finale e iniziale, sia nella condizione statica che sismica, in una fase intermedia e si riportano i meccanismi di scivolamento corrispondenti:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Fasi Costruttive		SRF
Fase Iniziale	Statica	1.43
	Sismica	1.14
Fase Intermedia		2.25
Fase Finale	Statica	1.71
	Sismica	1.26
	Sovraccarico	1.63

Tabella 9.31: Coefficiente sicurezza

Anche in questo caso le analisi hanno fornito valori del SFR superiori a quello limite normativo, e la condizione critica risulta quella sismica.

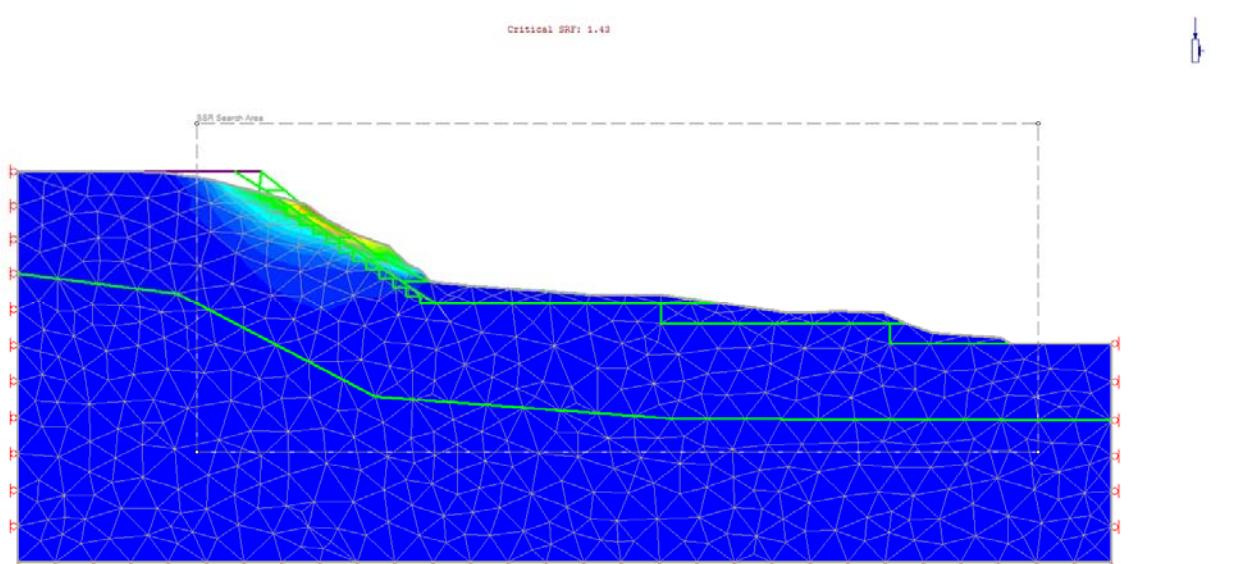


Figura 9.32 : Meccanismo di scivolamento - Spostamenti totali - Fase iniziale – Statica - SFR=1.43

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

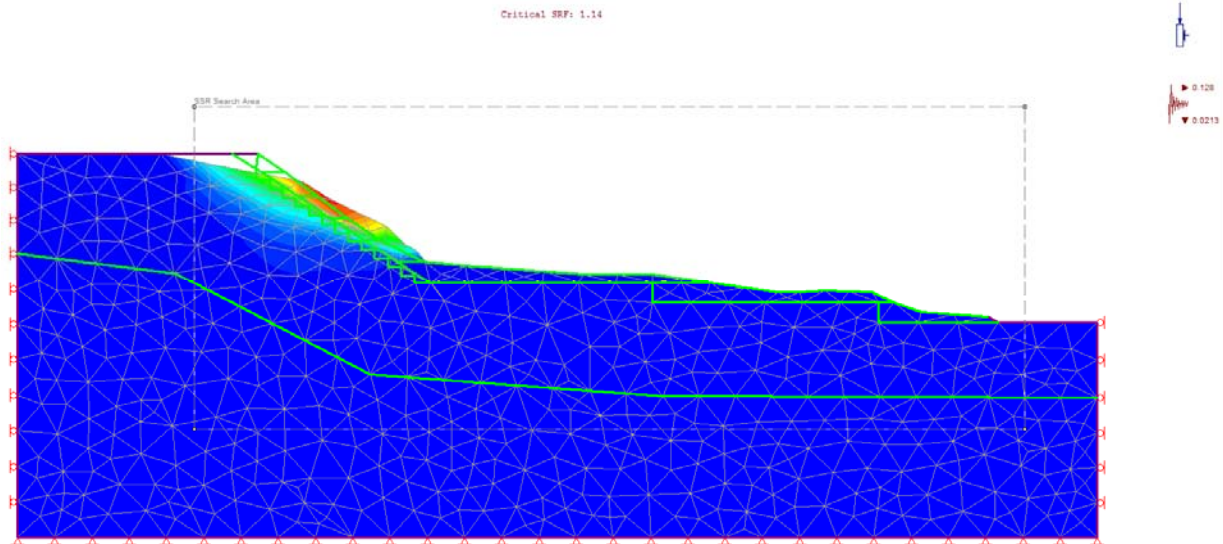


Figura 9.33 : Meccanismo di scivolamento - Spostamenti totali - Fase iniziale – Sisma - SFR=1.14

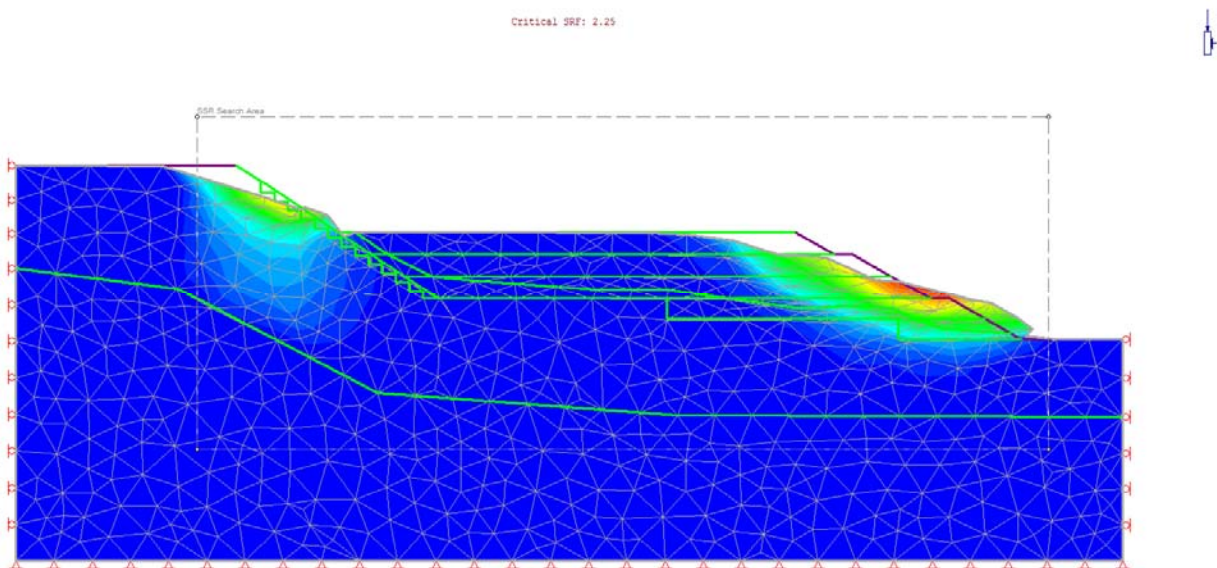


Figura 9.34 : Meccanismo di scivolamento - Spostamenti totali - Fase intermedia - SFR=2.25

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

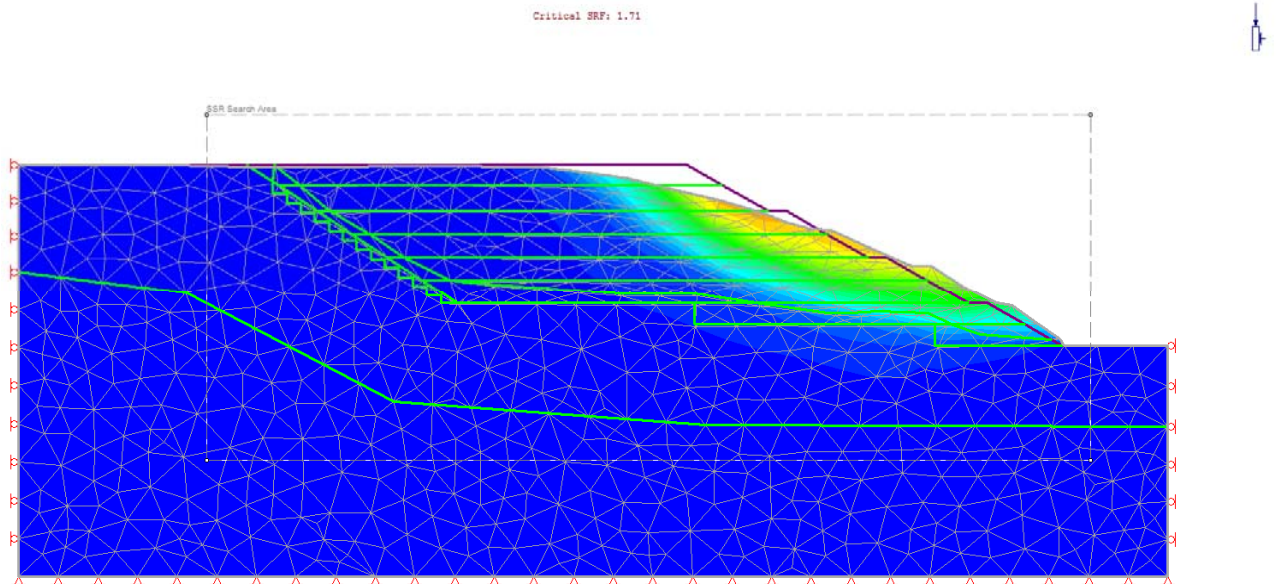


Figura 9.35 : Meccanismo di scivolamento - Spostamenti totali - Fase finale - statica - SFR=1.71

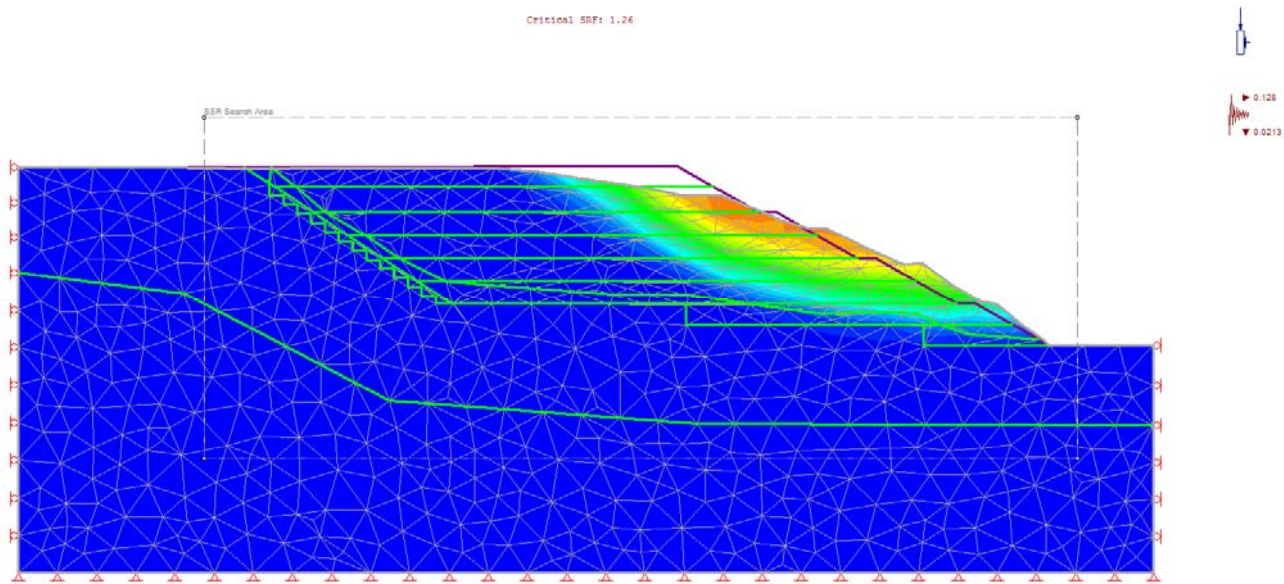


Figura 9.36: Meccanismo di scivolamento - Spostamenti totali - Fase finale – Sismica - SFR=1.26

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

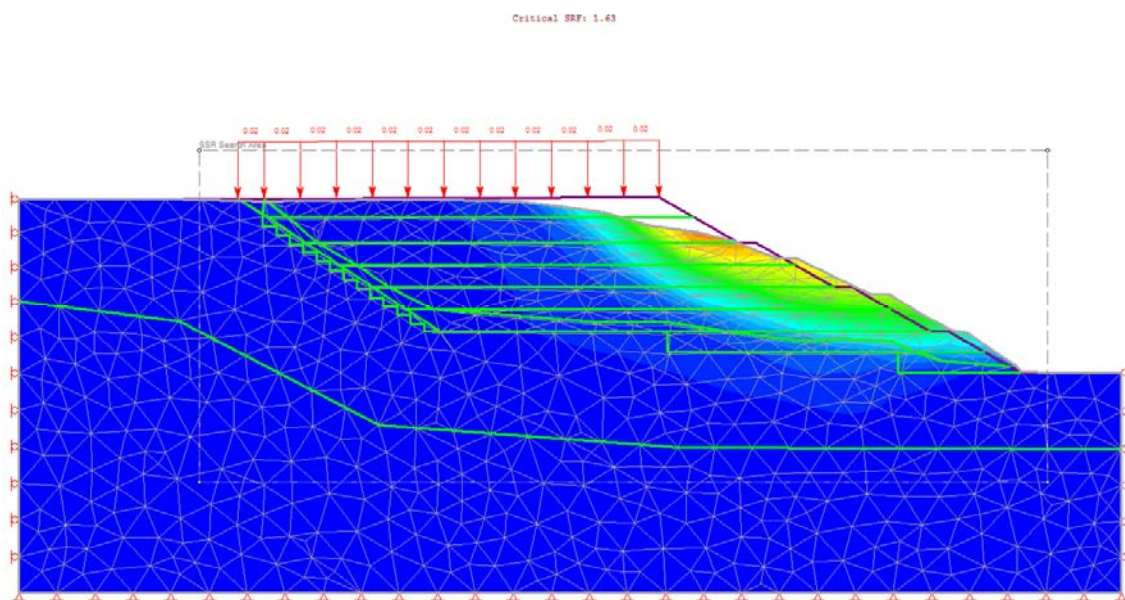


Figura 9.37 : Meccanismo di scivolamento - Spostamenti totali - Fase finale – Sovraccarico - SFR=1.63

Analisi di deformabilità: calcolo dei cedimenti

Il rilevato in esame ha un'altezza media pari a circa 15.00 m, per la quale corrisponde una categoria di importanza del rilevato pari a II, così come indicato nella tabella 9.13.

Si riportano, di seguito, i diagrammi degli spostamenti totali ottenuti tramite un'analisi di tipo classico, relativi all'effetto dei carichi stradali e del sisma allo SLD e allo SLV. I cedimenti ottenuti dalle diverse analisi sono compresi nei limiti ammissibili prima indicati.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

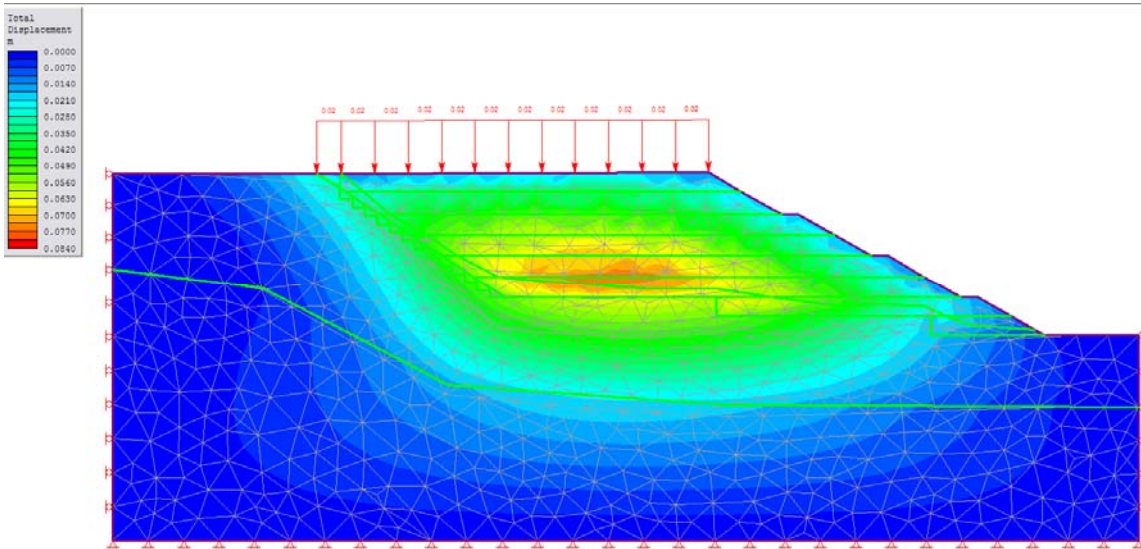


Figura 9.38 : Deformata del rilevato sotto l'effetto del carico stradale

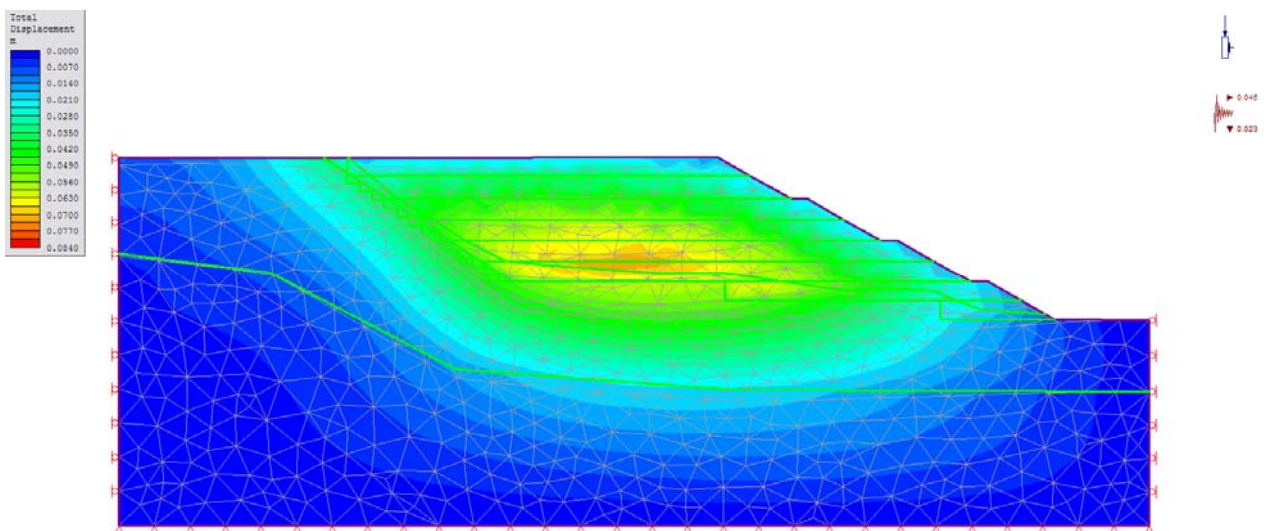


Figura 9.39 : Deformata del rilevato sotto l'effetto del sisma SLD

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

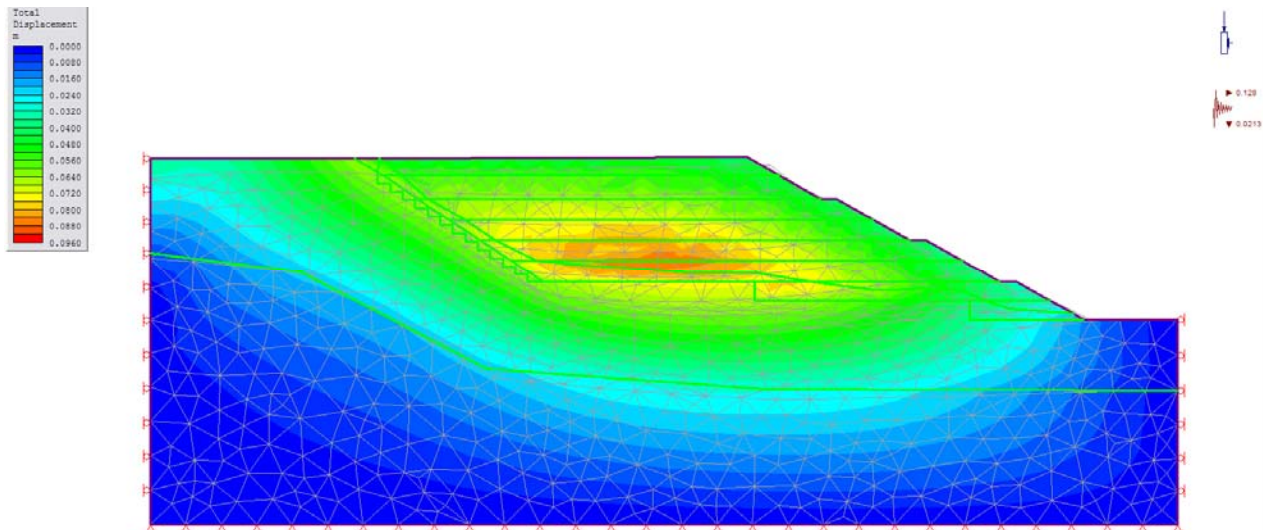


Figura 9.40 : Deformata del rilevato sotto l'effetto del sisma SLV

<i>Condizione di Carico</i>	<i>Cedimento massimo</i> <i>[cm]</i>
Sisma allo SLV	8.60
Sisma allo SLD	7.01
Sovraccarico stradale	7.58

Tabella 9.41: Cedimenti rilevato

9.4 RAMPA 2

La sezione di studio stratigraficamente è composta da uno strato di Depositi marini terrazzati e da un sottostante strato di Sabbie e ghiaie di Messina. L'analisi è stata condotta, con riferimento alle solite tre fasi.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

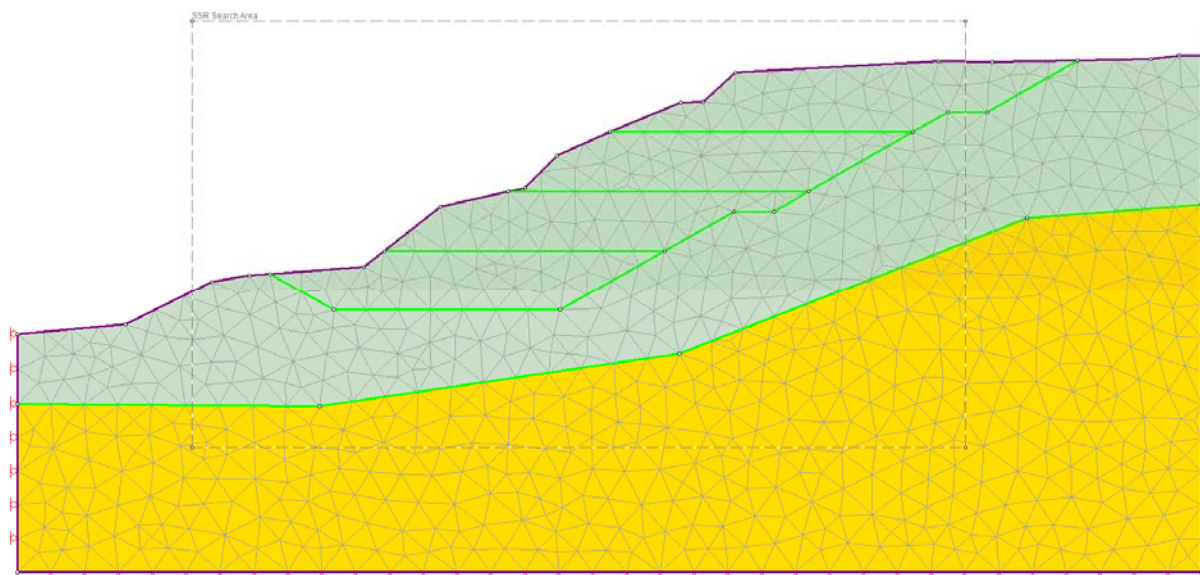


Figura 9.42 : Fase Iniziale

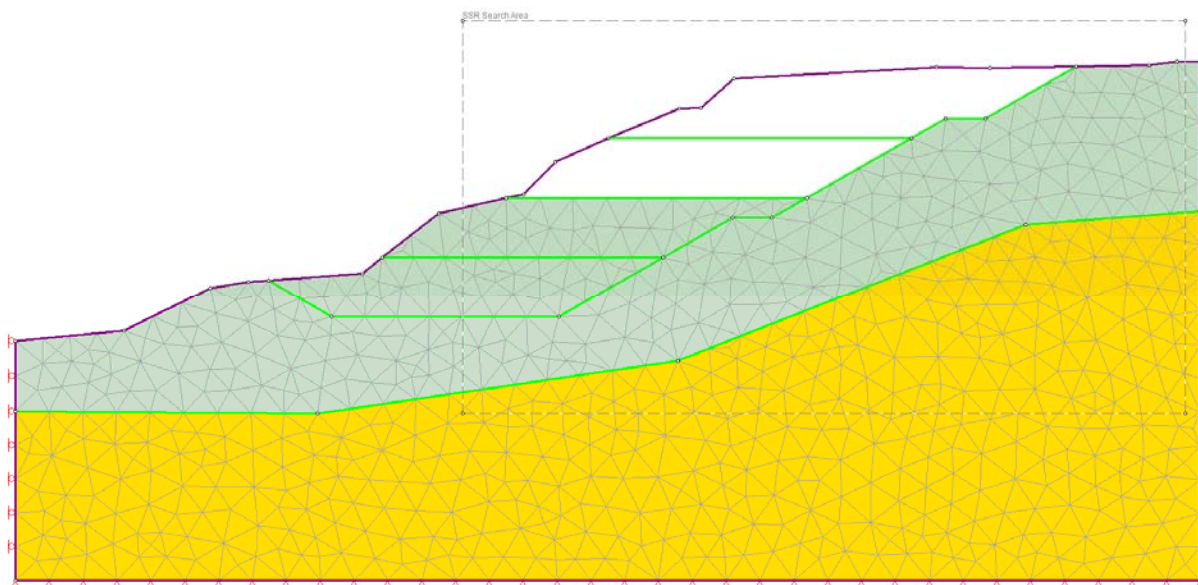


Figura 9.43 : Fase Intermedia

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

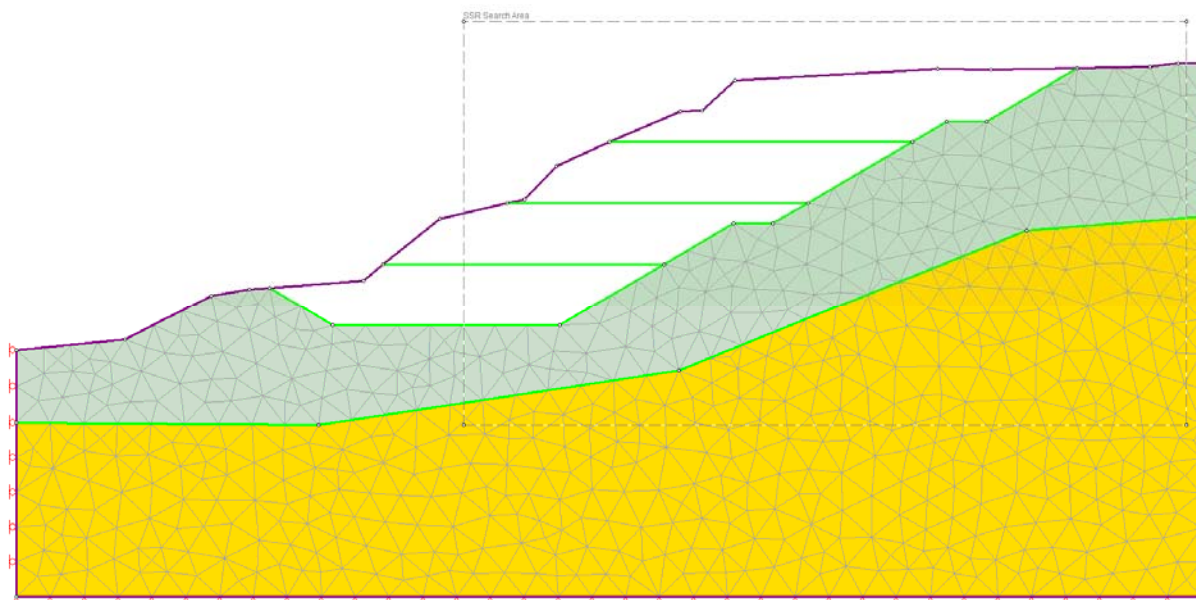


Figura 9.44 : Fase Finale

Si riassumono nella tabella seguente i valori del coefficiente di sicurezza del pendio, per le tre fasi, e si riportano i relativi meccanismi di scivolamento.

<i>Fasi Costruttive</i>		<i>SRF</i>
Fase Iniziale	Statica	1.76
	Sismica	1.33
Fase Intermedia		2.65
Fase Finale	Statica	1.70
	Sismica	1.29

Tabella 9.45: Coefficiente sicurezza

I coefficienti di sicurezza ottenuti dalle analisi sono risultati, anche in questo caso, superiori a quello limite. La condizione critica risulta sempre quella in fase finale in condizioni sismiche (SFR=1.29).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

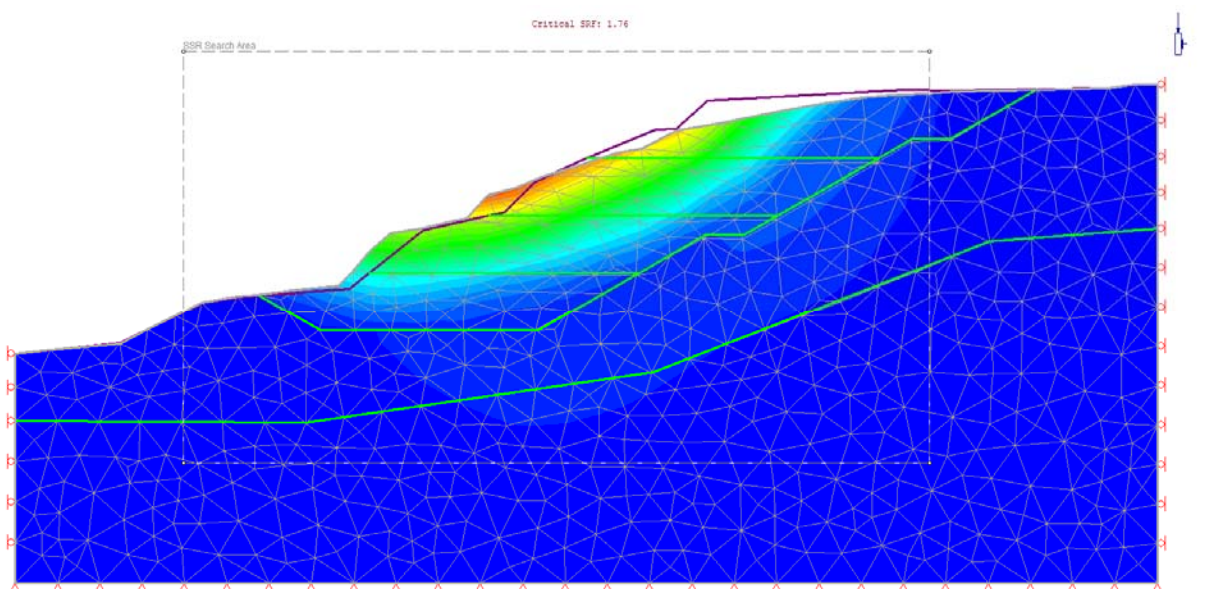


Figura 9.46 : Meccanismo di scivolamento - Spostamenti totali - Fase iniziale - Statica- SFR=1.76

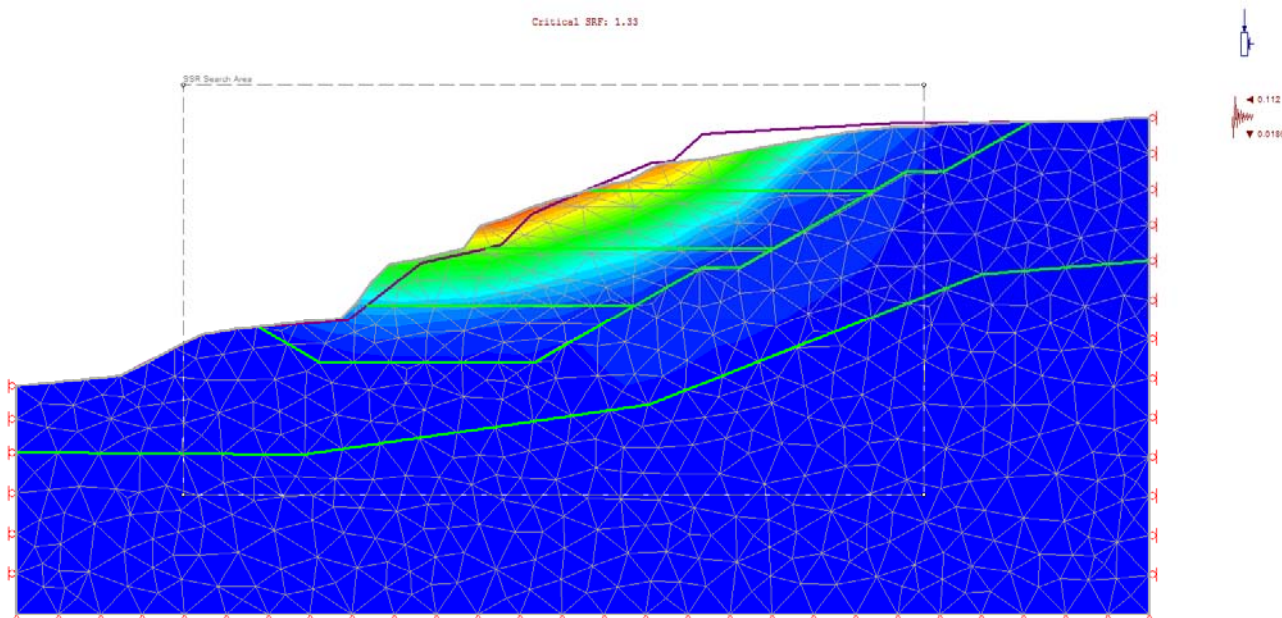


Figura 9.47 : Meccanismo di scivolamento - Spostamenti totali - Fase iniziale – Sismica - SFR=1.33

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

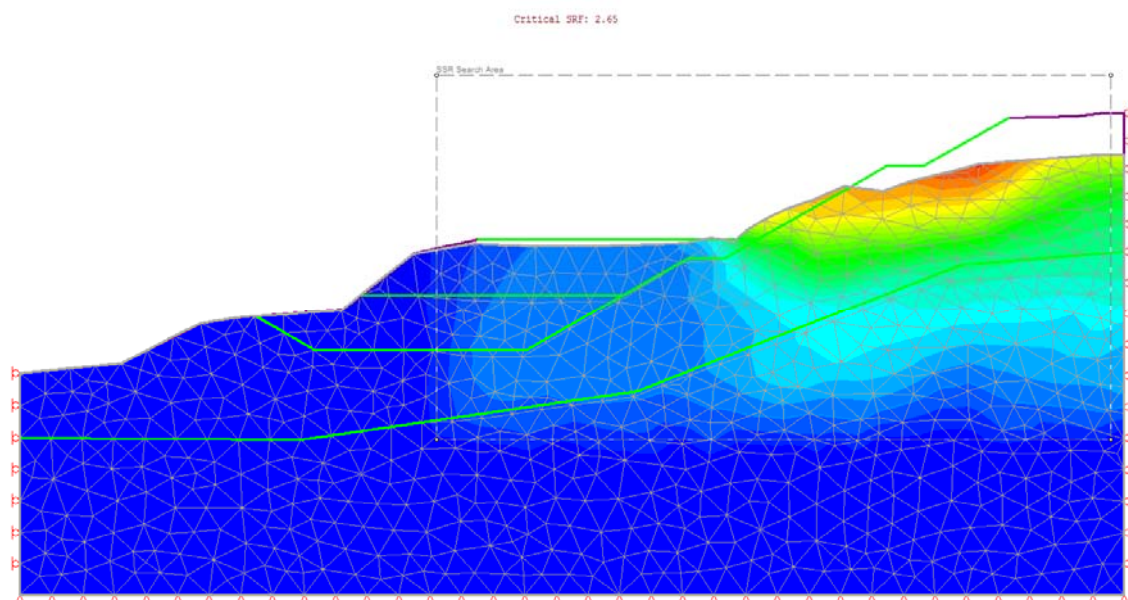


Figura 9.48 : Meccanismo di scivolamento - Spostamenti totali - Fase intermedia - SFR=2.65

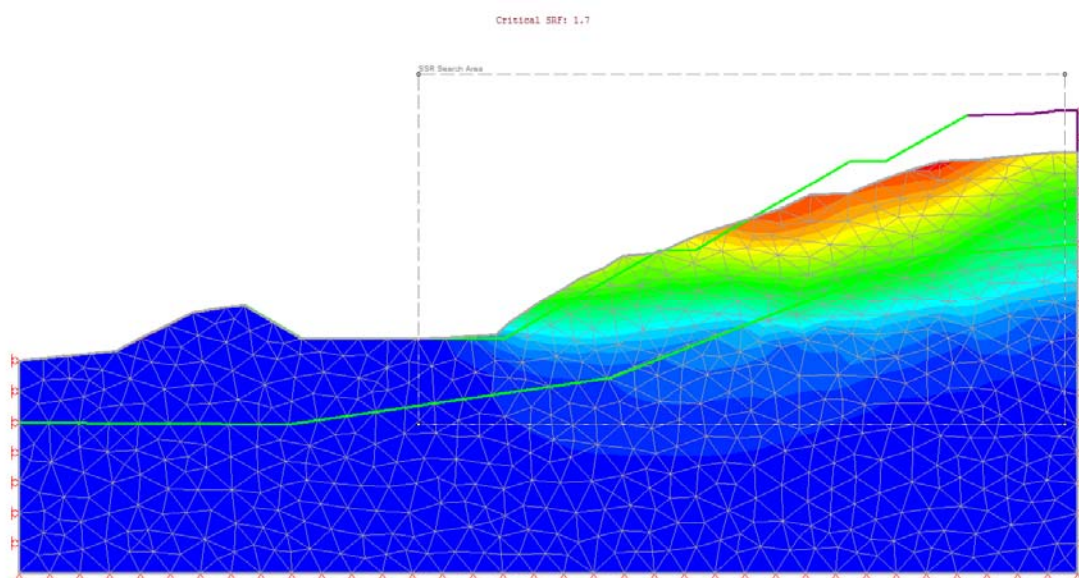


Figura 9.49 : Meccanismo di scivolamento - Spostamenti totali - Fase finale – statica - SFR=1.70

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

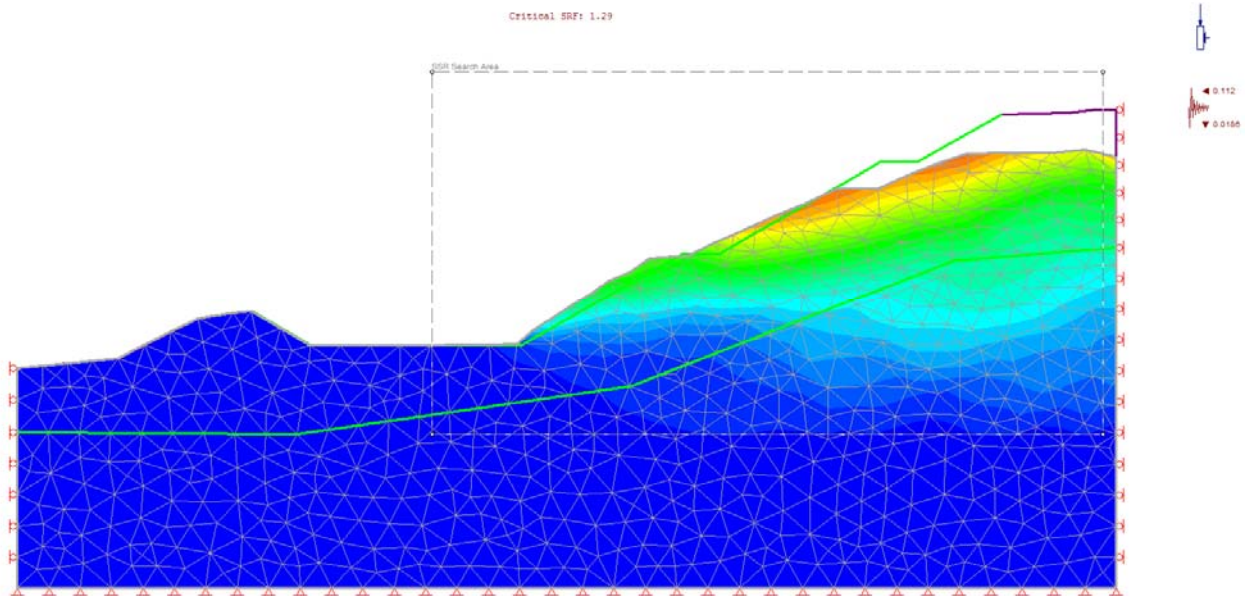


Figura 9.50 : Meccanismo di scivolamento - Spostamenti totali - Fase finale – Sisma - **SFR=1.29**

9.5 RAMPA 3

La sezione in oggetto è costituita da uno strato di depositi marini terrazzati. Vista la modesta pendenza della sezione nella fase iniziale, le analisi sono state condotte con riferimento alla fase intermedia e alla fase finale.

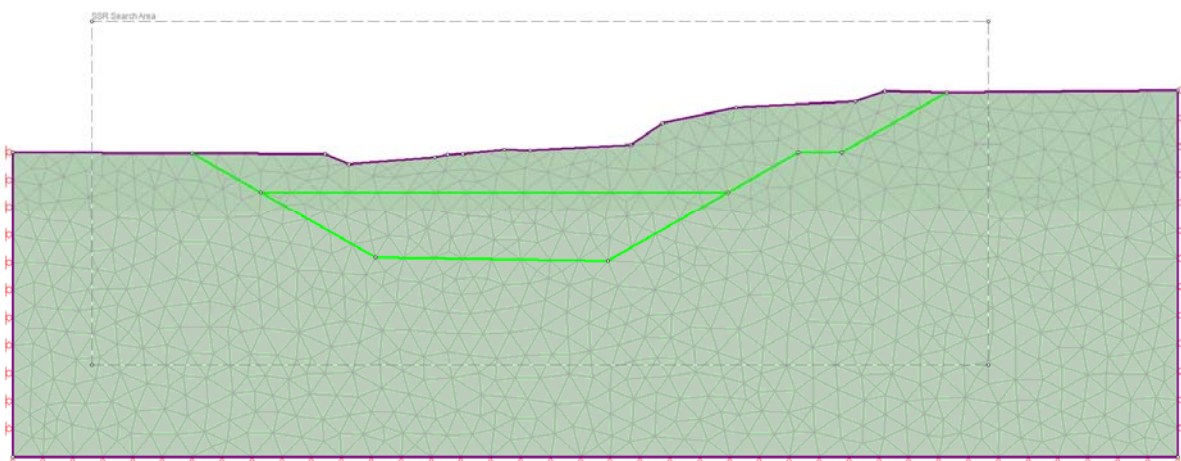


Figura 9.51 : Fase Iniziale

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

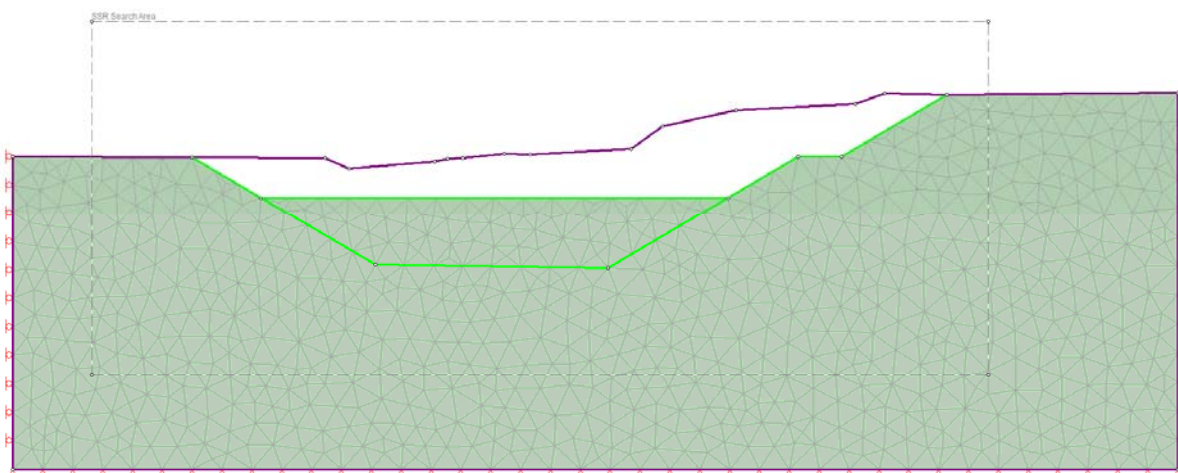


Figura 9.52: Fase Intermedia

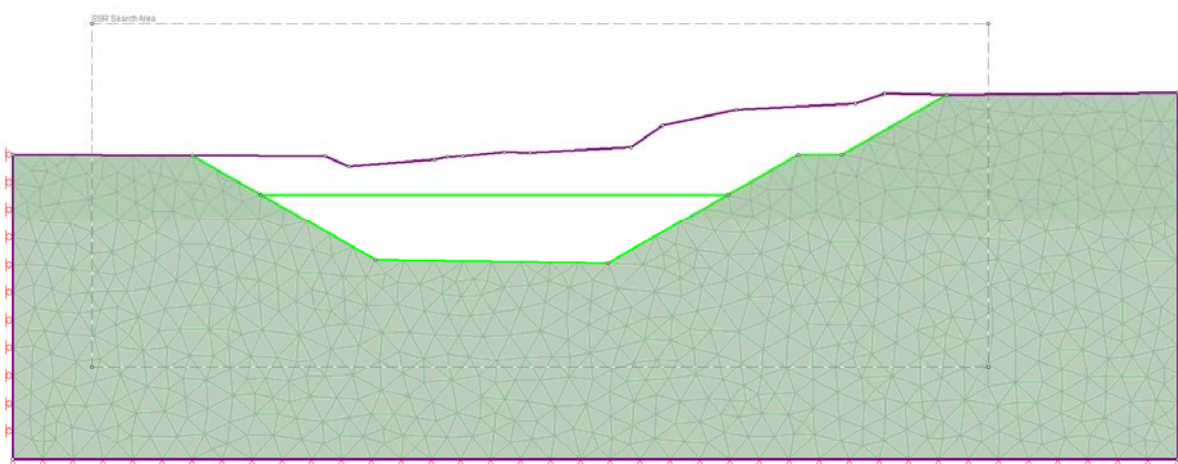


Figura 9.53 : Fase finale

Si riassumono nella tabella seguente i valori del coefficiente di sicurezza del pendio, per le due fasi, e si riportano sempre i meccanismi di scivolamento corrispondenti.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Fasi Costruttive		SRF
Fase Intermedia		3.28
Fase Finale	Statica	1.94
	Sismica	1.24

Tabella 9.54: Coefficiente sicurezza

I coefficienti di sicurezza ottenuti dalle analisi sono risultati, anche in questo caso, superiori a quello limite. La condizione critica risulta quella in fase finale in condizioni sismica (SFR=1.24).

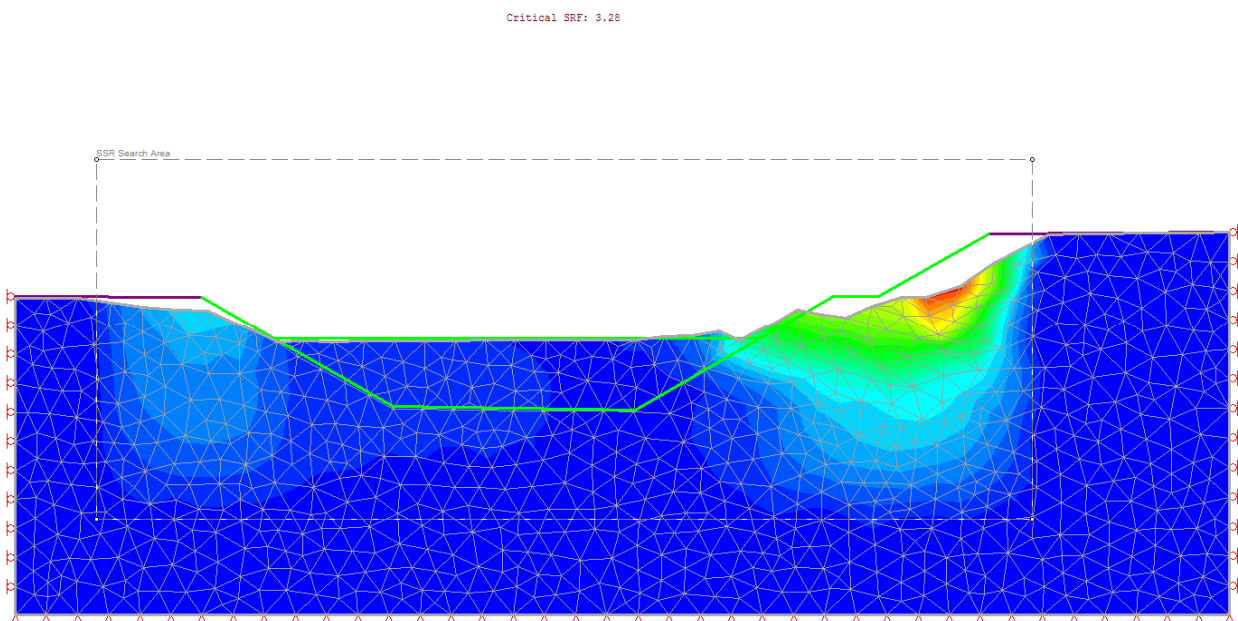


Figura 9.55 : Meccanismo di scivolamento - Spostamenti totali - Fase intermedia - SFR=3.28

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

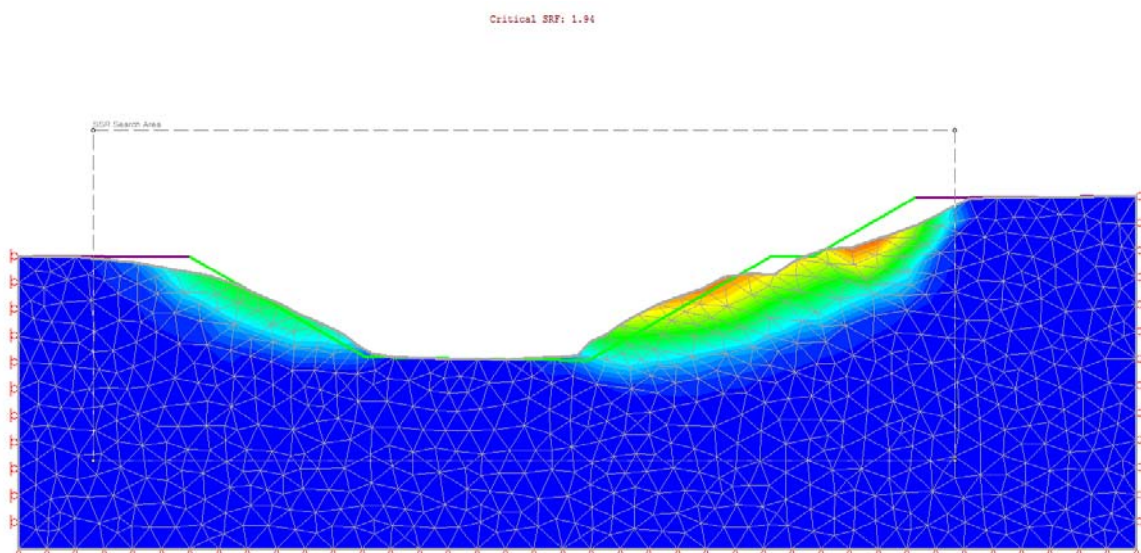


Figura 9.56 : Meccanismo di scivolamento - Spostamenti totali - Fase finale – statica - SFR=1.94

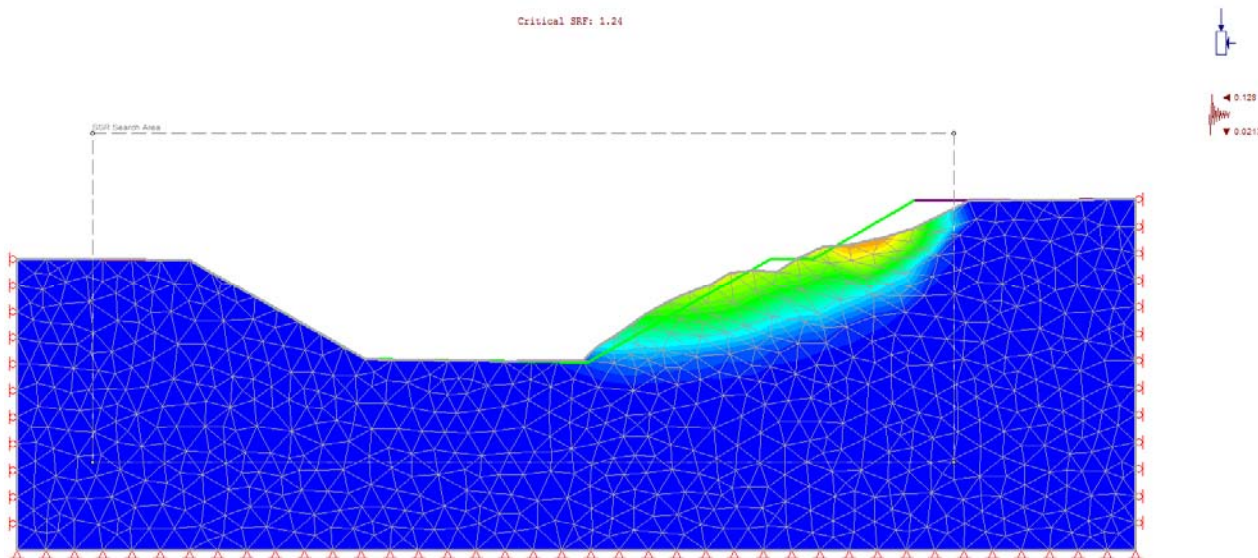


Figura 9.57 : Meccanismo di scivolamento - Spostamenti totali - Fase finale – sisma - SFR=1.24

		<p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p>STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA</p>	<p><i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA00000001F0</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20/06/2011</p>	

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

10 TABULATI DI CALCOLO

10.1 ASSE 1-3-ANALISI SSR

10.1.1 TABULATO DI INPUT

Project Settings

General

Project Title: Project1
 Number of Stages: 6
 Analysis Type: Plane Strain
 Solver Type: Gaussian Elimination
 Units: Metric, stress as MPa

Stress Analysis

Maximum Number of Iterations: 500
 Tolerance: 0.001
 Number of Load Steps: Automatic
 Convergence Type: Absolute Energy
 Tensile Failure: Reduces Shear Strength

Groundwater

Method: Piezometric Lines
 Pore Fluid Unit Weight: 0.00981 MN/m³

Strength Reduction

Initial Estimate of SRF: 1
 Step Size: Automatic
 Tolerance (SRF): 0.01
 Limit SSR Search Area: Yes
 minx: 1756.39
 maxx: 1793.94
 miny: 663.571
 maxy: 680.915
 Accelerate SSR Analysis: Yes
 Convergence Parameters: Automatic

Field Stress

Field stress: gravity
 Using actual ground surface

Seismic Loading

Horizontal seismic load coefficient: 0.112 (positive to the right)
 Vertical seismic load coefficient: -0.0186 (positive up)
 Seismic load applied in: Sisma verso il basso

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Mesh

Mesh type: uniform
 Element type: 3 noded triangles
 Number of elements on Geostatica: 1858
 Number of nodes on Geostatica: 981
 Number of elements on Scotico: 1790
 Number of nodes on Scotico: 947
 Number of elements on Strato 1: 1915
 Number of nodes on Strato 1: 1010
 Number of elements on Strato 2: 2019
 Number of nodes on Strato 2: 1062
 Number of elements on Strato 3 : 2093
 Number of nodes on Strato 3 : 1100
 Number of elements on Sisma verso il basso: 2093
 Number of nodes on Sisma verso il basso: 1100

Reset Displacements

Displacements reset after: Geostatica

Material Properties

Material: Riporto Antropico
 Initial element loading: field stress & body force
 Unit weight: 0.02 MN/m³
 Elastic type: isotropic
 Young's modulus: 30 MPa
 Poisson's ratio: 0.2
 Failure criterion: Mohr-Coulomb
 Tensile strength: 0 MPa
 Peak friction angle: 27.45 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Material type: Plastic
 Dilation Angle: 0 degrees
 Residual Friction Angle: 27.45 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa
 Piezo to use: None
 Ru value: 0
Custom Field Stress:
 Field stress: gravity
 Ground surface elevation: 0 m
 Unit weight of overburden: 0.027 MN/m³
 Total stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0.54
 Total stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0.54
 Locked-in horizontal stress (in-plane): 0
 Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Material: Conglomerato di Pezzo
 Initial element loading: field stress & body force
 Unit weight: 0.021 MN/m³

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA00000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Elastic type: isotropic
 Young's modulus: 150 MPa
 Poisson's ratio: 0.3
 Failure criterion: Mohr-Coulomb
 Tensile strength: 0 MPa
 Peak friction angle: 34 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Material type: Plastic
 Dilation Angle: 4 degrees
 Residual Friction Angle: 34 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa
 Piezo to use: None
 Ru value: 0
Custom Field Stress:
 Field stress: gravity
 Ground surface elevation: 0 m
 Unit weight of overburden: 0.027 MN/m³
 Total stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0.8
 Total stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0.8
 Locked-in horizontal stress (in-plane): 0
 Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Material: Rilevato

Initial element loading: field stress & body force
 Unit weight: 0.019 MN/m³
 Elastic type: isotropic
 Young's modulus: 80 MPa
 Poisson's ratio: 0.3
 Failure criterion: Mohr-Coulomb
 Tensile strength: 0 MPa
 Peak friction angle: 29.25 degrees
 Peak cohesion: 0.001 MPa
 Material type: Plastic
 Dilation Angle: 0 degrees
 Residual Friction Angle: 29.25 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa
 Piezo to use: None
 Ru value: 0
Custom Field Stress:
 Field stress: gravity
 Ground surface elevation: 0 m
 Unit weight of overburden: 0.027 MN/m³
 Total stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0.512
 Total stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0.512
 Locked-in horizontal stress (in-plane): 0
 Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA00000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Areas of Excavated and Filled Elements

Scotico

Material: Riporto Antropico , Area Excavated: 31.971 m2

Strato 1

Material: Rilevato, Area Filled: 52.206 m2

Strato 2

Material: Rilevato, Area Filled: 53.610 m2

Strato 3

Material: Rilevato, Area Filled: 34.056 m2

Excavation Areas

Original Un-deformed Areas

External Boundary Area: 1177.941 m2

External Boundary Perimeter: 160.962 m

Geostatica

External Boundary Area: 1177.941 m2 (0 m2 change from original area)

External Boundary Perimeter: 160.962 m (0 m change from original perimeter)

Scotico

External Boundary Area: 1177.944 m2 (0.00328912 m2 change from original area)

External Boundary Perimeter: 160.960 m (-0.00130239 m change from original perimeter)

Strato 1

External Boundary Area: 1177.906 m2 (-0.0345077 m2 change from original area)

External Boundary Perimeter: 160.962 m (0.00055623 m change from original perimeter)

Strato 2

External Boundary Area: 1177.866 m2 (-0.0751803 m2 change from original area)

External Boundary Perimeter: 160.965 m (0.00365964 m change from original perimeter)

Strato 3

External Boundary Area: 1177.729 m2 (-0.211585 m2 change from original area)

External Boundary Perimeter: 160.961 m (-0.000594839 m change from original perimeter)

Sisma verso il basso

External Boundary Area: 1177.704 m2 (-0.23729 m2 change from original area)

External Boundary Perimeter: 160.958 m (-0.003679 m change from original perimeter)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

List of All Coordinates

<u>External boundary</u>	1788.693	667.738
1804.496	656.494	1804.497
1804.497	667.101	1804.498
1804.498	669.661	1799.707
1799.707	669.661	1797.918
1797.918	670.548	1790.781
1790.781	671.605	1786.634
1786.634	673.974	1784.634
1784.634	673.974	1780.376
1780.376	676.408	1779.883
1779.883	676.689	1776.119
1776.119	678.841	1764.055
1764.055	678.841	1760.290
1760.290	676.689	1755.088
1755.088	678.203	1750.326
1750.326	680.013	1744.028
1744.028	680.030	1744.028
1744.028	677.142	1744.028
1744.028	656.501	
<u>Material boundary</u>		
1763.290	673.974	
1764.737	673.974	
1768.530	673.974	
1784.634	673.974	
<u>Material boundary</u>		
1760.290	676.689	
1779.883	676.689	
<u>Material boundary</u>		
1744.028	677.142	
1744.988	677.142	
1750.167	676.132	
1758.946	671.462	
1769.240	668.937	
		<u>Material boundary</u>
		1760.290
		1761.790
		1761.790
		1761.790
		1761.790
		1763.290
		1763.290
		1763.290
		1763.290
		1764.790
		1764.790
		1764.790
		1766.290
		1766.290
		1766.290
		1768.618
		1768.618
		1790.781
		1790.781
		<u>Material boundary</u>
		1760.290
		1765.620
		1768.530
		1769.923
		1790.781
		1790.781
		<u>Material boundary</u>
		1760.290
		1764.737
		1768.618
		1768.618
		<u>SSR Search Area</u>
		1756.390
		1793.940
		1793.940
		1793.940
		1756.390

10.1.2 TABULATO DI OUTPUT

Yielded Elements

Yielded Mesh Elements

Number of yielded mesh elements on Geostatica: 47
Number of yielded mesh elements on Scotico: 79
Number of yielded mesh elements on Strato 1: 105
Number of yielded mesh elements on Strato 2: 166
Number of yielded mesh elements on Strato 3 : 290
Number of yielded mesh elements on Sisma verso il basso: 462

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA00000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Displacements

Maximum total displacement for Geostatica: 0 m
 Maximum total displacement for Scotico: 0.00545664 m
 Maximum total displacement for Strato 1: 0.00715061 m
 Maximum total displacement for Strato 2: 0.0152954 m
 Maximum total displacement for Strato 3 : 0.0212817 m
 Maximum total displacement for Sisma verso il basso: 0.0261167 m

Shear Strength Reduction - Material Properties

Strength Reduction Factor: 1

Maximum Total Displacement: 0.011223 m

Material: Riporto Antropico

Peak friction angle: 27.45 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 27.45 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Conglomerato di Pezzo

Peak friction angle: 34 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 34 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Rilevato

Peak friction angle: 29.25 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 29.25 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa

Strength Reduction Factor: 1.12

Maximum Total Displacement: 0.023299 m

Material: Riporto Antropico

Peak friction angle: 24.882 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 24.882 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Conglomerato di Pezzo

Peak friction angle: 31.058 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 31.058 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Rilevato

Peak friction angle: 26.5662 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 26.5662 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA00000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Critical Strength Reduction Factor: 1.18

Maximum Total Displacement: 0.0670213 m

Material: Riporto Antropico

Peak friction angle: 23.76 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 23.76 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Conglomerato di Pezzo

Peak friction angle: 29.753 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 29.753 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Rilevato

Peak friction angle: 25.389 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 25.389 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Strength Reduction Factor: 1.19

Maximum Total Displacement: 0.0811467 m

Material: Riporto Antropico

Peak friction angle: 23.5822 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 23.5822 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Conglomerato di Pezzo

Peak friction angle: 29.5452 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 29.5452 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Rilevato

Peak friction angle: 25.2022 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 25.2022 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Strength Reduction Factor: 1.21

Maximum Total Displacement: 0.110283 m

Material: Riporto Antropico

Peak friction angle: 23.2341 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 23.2341 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Conglomerato di Pezzo

Peak friction angle: 29.1373 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 29.1373 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Rilevato

Peak friction angle: 24.8362 degrees

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 24.8362 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa

Strength Reduction Factor: 1.25

Maximum Total Displacement: 0.188708 m

Material: Riporto Antropico

Peak friction angle: 22.5661 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 22.5661 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Conglomerato di Pezzo

Peak friction angle: 28.3516 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 28.3516 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Rilevato

Peak friction angle: 24.1334 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 24.1334 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa

Strength Reduction Factor: 1.5

Maximum Total Displacement: 0.529507 m

Material: Riporto Antropico

Peak friction angle: 19.1013 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 19.1013 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Conglomerato di Pezzo

Peak friction angle: 24.2121 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 24.2121 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Rilevato

Peak friction angle: 20.4732 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 20.4732 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA00000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

10.2 ASSE 1-3-ANALISI DI DEFORMABILITÀ

10.2.1 TABULATO DI INPUT- SISMA SLV

Project Settings

General

Project Title: Project1
 Number of Stages: 6
 Analysis Type: Plane Strain
 Solver Type: Gaussian Elimination
 Units: Metric, stress as MPa

Stress Analysis

Maximum Number of Iterations: 500
 Tolerance: 0.001
 Number of Load Steps: Automatic
 Convergence Type: Absolute Energy
 Tensile Failure: Reduces Shear Strength

Groundwater

Method: Piezometric Lines
 Pore Fluid Unit Weight: 0.00981 MN/m³

Field Stress

Field stress: gravity
 Using actual ground surface
 Effective stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0
 Effective stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0
 Locked-in horizontal stress (in-plane): 0
 Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Seismic Loading

Horizontal seismic load coefficient: 0.112 (positive to the right)
 Vertical seismic load coefficient: -0.0186 (positive up)
 Seismic load applied in: Sovraccarico

Mesh

Mesh type: uniform
 Element type: 3 noded triangles
 Number of elements on Geostatica: 1858
 Number of nodes on Geostatica: 981
 Number of elements on Scotico: 1790
 Number of nodes on Scotico: 947
 Number of elements on Strato 1: 1915
 Number of nodes on Strato 1: 1010
 Number of elements on Strato 2: 2019
 Number of nodes on Strato 2: 1062

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Number of elements on Strato 3 : 2093
Number of nodes on Strato 3 : 1100
Number of elements on Sovraccarico: 2093
Number of nodes on Sovraccarico: 1100

Reset Displacements

Displacements reset after: Geostatica

Material Properties

Material: Riporto Antropico

Initial element loading: field stress & body force

Unit weight: 0.02 MN/m³

Elastic type: isotropic

Young's modulus: 30 MPa

Poisson's ratio: 0.2

Failure criterion: Mohr-Coulomb

Tensile strength: 0 MPa

Peak friction angle: 27.45 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Material type: Plastic

Dilation Angle: 0 degrees

Residual Friction Angle: 27.45 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Piezo to use: None

Ru value: 0

Custom Field Stress:

Field stress: gravity

Ground surface elevation: 0 m

Unit weight of overburden: 0.027 MN/m³

Effective stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0.54

Effective stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0.54

Locked-in horizontal stress (in-plane): 0

Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Material: Conglomerato di Pezzo

Initial element loading: field stress & body force

Unit weight: 0.021 MN/m³

Elastic type: isotropic

Young's modulus: 150 MPa

Poisson's ratio: 0.3

Failure criterion: Mohr-Coulomb

Tensile strength: 0 MPa

Peak friction angle: 34 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Material type: Plastic

Dilation Angle: 4 degrees

Residual Friction Angle: 34 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Piezo to use: None

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Ru value: 0
Custom Field Stress:
 Field stress: gravity
 Ground surface elevation: 0 m
 Unit weight of overburden: 0.027 MN/m³
 Effective stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0.8
 Effective stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0.8
 Locked-in horizontal stress (in-plane): 0
 Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Material: Rilevato
 Initial element loading: field stress & body force
 Unit weight: 0.019 MN/m³
 Elastic type: isotropic
 Young's modulus: 80 MPa
 Poisson's ratio: 0.3
 Failure criterion: Mohr-Coulomb
 Tensile strength: 0 MPa
 Peak friction angle: 29.25 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Material type: Plastic
 Dilation Angle: 0 degrees
 Residual Friction Angle: 29.25 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa
 Piezo to use: None
 Ru value: 0

Custom Field Stress:
 Field stress: gravity
 Ground surface elevation: 0 m
 Unit weight of overburden: 0.027 MN/m³
 Effective stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0.512
 Effective stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0.512
 Locked-in horizontal stress (in-plane): 0
 Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Areas of Excavated and Filled Elements

Scotico
 Material: Riporto Antropico , Area Excavated: 31.971 m²

Strato 1
 Material: Rilevato, Area Filled: 52.206 m²

Strato 2
 Material: Rilevato, Area Filled: 53.610 m²

Strato 3
 Material: Rilevato, Area Filled: 34.056 m²

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Excavation Areas

Original Un-deformed Areas

External Boundary Area: 1177.941 m²
 External Boundary Perimeter: 160.962 m

Geostatica

External Boundary Area: 1177.941 m² (0 m² change from original area)
 External Boundary Perimeter: 160.962 m (0 m change from original perimeter)

Scotico

External Boundary Area: 1177.944 m² (0.00313804 m² change from original area)
 External Boundary Perimeter: 160.960 m (-0.00130511 m change from original perimeter)

Strato 1

External Boundary Area: 1177.907 m² (-0.0344239 m² change from original area)
 External Boundary Perimeter: 160.962 m (0.000402728 m change from original perimeter)

Strato 2

External Boundary Area: 1177.865 m² (-0.0759138 m² change from original area)
 External Boundary Perimeter: 160.965 m (0.0033479 m change from original perimeter)

Strato 3

External Boundary Area: 1177.728 m² (-0.212507 m² change from original area)
 External Boundary Perimeter: 160.961 m (-0.000935215 m change from original perimeter)

Sovraccarico

External Boundary Area: 1177.678 m² (-0.26263 m² change from original area)
 External Boundary Perimeter: 160.949 m (-0.0122739 m change from original perimeter)

List of All Coordinates

External boundary

1804.496 656.494
 1804.497 667.101
 1804.498 669.661
 1799.707 669.661
 1797.918 670.548
 1790.781 671.605
 1786.634 673.974
 1784.634 673.974
 1780.376 676.408
 1779.883 676.689
 1776.119 678.841
 1764.055 678.841
 1760.290 676.689
 1755.088 678.203
 1750.326 680.013
 1744.028 680.030
 1744.028 677.142
 1744.028 656.501

Material boundary

1763.290 673.974
 1764.737 673.974
 1768.530 673.974
 1784.634 673.974

Material boundary

1760.290 676.689
 1779.883 676.689

Material boundary

1744.028 677.142
 1744.988 677.142
 1750.167 676.132
 1758.946 671.462
 1769.240 668.937
 1788.693 667.738
 1804.497 667.101

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th style="text-align: center;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: center;"><i>Data</i></th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><i>F0</i></td> <td style="text-align: center;"><i>20/06/2011</i></td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	<i>F0</i>	<i>20/06/2011</i>
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
<i>F0</i>	<i>20/06/2011</i>						

Material boundary

1760.290 676.689
1760.290 675.689
1761.790 675.689
1761.790 674.689
1763.290 674.689
1763.290 673.974
1763.290 673.689
1764.790 673.689
1764.790 672.689
1766.290 672.689
1766.290 671.605
1768.618 671.605

1790.781 671.605

Material boundary

1760.290 676.689
1765.620 675.327
1768.530 673.974
1769.923 673.327
1790.781 671.605

Material boundary

1760.290 676.689
1764.737 673.974
1768.618 671.605

10.2.2 TABULATO DI OUTPUT- SISMA SLV

Displacements

Maximum total displacement for Geostatica: 0 m
Maximum total displacement for Scotico: 0.00551263 m
Maximum total displacement for Strato 1: 0.00715025 m
Maximum total displacement for Strato 2: 0.0152865 m
Maximum total displacement for Strato 3 : 0.0212727 m
Maximum total displacement for Sovraccarico: 0.0263419 m

Yielded Elements

Yielded Mesh Elements

Number of yielded mesh elements on Geostatica: 199
Number of yielded mesh elements on Scotico: 236
Number of yielded mesh elements on Strato 1: 266
Number of yielded mesh elements on Strato 2: 328
Number of yielded mesh elements on Strato 3 : 450
Number of yielded mesh elements on Sovraccarico: 679

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

10.2.3 TABULATO DI INPUT- SISMA SLD

Document Name

Cedimenti rilevato sezione 2 (con sismaSLD).fez

Project Settings

General

Project Title: Project1
 Number of Stages: 6
 Analysis Type: Plane Strain
 Solver Type: Gaussian Elimination
 Units: Metric, stress as MPa

Stress Analysis

Maximum Number of Iterations: 500
 Tolerance: 0.001
 Number of Load Steps: Automatic
 Convergence Type: Absolute Energy
 Tensile Failure: Reduces Shear Strength

Groundwater

Method: Piezometric Lines
 Pore Fluid Unit Weight: 0.00981 MN/m³

Field Stress

Field stress: gravity
 Using actual ground surface
 Effective stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0
 Effective stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0
 Locked-in horizontal stress (in-plane): 0
 Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Seismic Loading

Horizontal seismic load coefficient: 0.036 (positive to the right)
 Vertical seismic load coefficient: -0.006 (positive up)
 Seismic load applied in: Sovraccarico

Mesh

Mesh type: uniform
 Element type: 3 noded triangles
 Number of elements on Geostatica: 1858
 Number of nodes on Geostatica: 981
 Number of elements on Scotico: 1790
 Number of nodes on Scotico: 947
 Number of elements on Strato 1: 1915
 Number of nodes on Strato 1: 1010
 Number of elements on Strato 2: 2019

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Number of nodes on Strato 2: 1062
 Number of elements on Strato 3 : 2093
 Number of nodes on Strato 3 : 1100
 Number of elements on Sovraccarico: 2093
 Number of nodes on Sovraccarico: 1100

Reset Displacements

Displacements reset after: Geostatica

Material Properties

Material: Riporto Antropico

Initial element loading: field stress & body force

Unit weight: 0.02 MN/m³

Elastic type: isotropic

Young's modulus: 30 MPa

Poisson's ratio: 0.2

Failure criterion: Mohr-Coulomb

Tensile strength: 0 MPa

Peak friction angle: 33 degrees

Peak cohesion: 0.001 MPa

Material type: Plastic

Dilation Angle: 3 degrees

Residual Friction Angle: 33 degrees

Residual Cohesion: 0.001 MPa

Piezo to use: None

Ru value: 0

Custom Field Stress:

Field stress: gravity

Ground surface elevation: 0 m

Unit weight of overburden: 0.027 MN/m³

Effective stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0.455

Effective stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0.455

Locked-in horizontal stress (in-plane): 0

Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Material: Conglomerato di Pezzo

Initial element loading: field stress & body force

Unit weight: 0.021 MN/m³

Elastic type: isotropic

Young's modulus: 150 MPa

Poisson's ratio: 0.3

Failure criterion: Mohr-Coulomb

Tensile strength: 0 MPa

Peak friction angle: 40 degrees

Peak cohesion: 0.001 MPa

Material type: Plastic

Dilation Angle: 10 degrees

Residual Friction Angle: 40 degrees

Residual Cohesion: 0.001 MPa

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Piezo to use: None
 Ru value: 0
Custom Field Stress:
 Field stress: gravity
 Ground surface elevation: 0 m
 Unit weight of overburden: 0.027 MN/m³
 Effective stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0.357
 Effective stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0.357
 Locked-in horizontal stress (in-plane): 0
 Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Material: Rilevato
 Initial element loading: field stress & body force
 Unit weight: 0.019 MN/m³
 Elastic type: isotropic
 Young's modulus: 80 MPa
 Poisson's ratio: 0.3
 Failure criterion: Mohr-Coulomb
 Tensile strength: 0 MPa
 Peak friction angle: 35 degrees
 Peak cohesion: 0.001 MPa
 Material type: Plastic
 Dilation Angle: 5 degrees
 Residual Friction Angle: 35 degrees
 Residual Cohesion: 0.001 MPa
 Piezo to use: None
 Ru value: 0
Custom Field Stress:
 Field stress: gravity
 Ground surface elevation: 0 m
 Unit weight of overburden: 0.027 MN/m³
 Effective stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0.426
 Effective stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0.426
 Locked-in horizontal stress (in-plane): 0
 Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Areas of Excavated and Filled Elements

Scotico
 Material: Riporto Antropico , Area Excavated: 31.971 m²

Strato 1
 Material: Rilevato, Area Filled: 52.206 m²

Strato 2
 Material: Rilevato, Area Filled: 53.610 m²

Strato 3
 Material: Rilevato, Area Filled: 34.056 m²

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA00000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Excavation Areas

Original Un-deformed Areas

External Boundary Area: 1177.941 m²
 External Boundary Perimeter: 160.962 m

Geostatica

External Boundary Area: 1177.941 m² (0 m² change from original area)
 External Boundary Perimeter: 160.962 m (0 m change from original perimeter)

Scotico

External Boundary Area: 1177.945 m² (0.00354434 m² change from original area)
 External Boundary Perimeter: 160.960 m (-0.00151503 m change from original perimeter)

Strato 1

External Boundary Area: 1177.907 m² (-0.0337194 m² change from original area)
 External Boundary Perimeter: 160.962 m (6.30134e-005 m change from original perimeter)

Strato 2

External Boundary Area: 1177.867 m² (-0.074234 m² change from original area)
 External Boundary Perimeter: 160.965 m (0.00304768 m change from original perimeter)

Strato 3

External Boundary Area: 1177.736 m² (-0.204611 m² change from original area)
 External Boundary Perimeter: 160.961 m (-0.000641249 m change from original perimeter)

Sovraccarico

External Boundary Area: 1177.728 m² (-0.213176 m² change from original area)
 External Boundary Perimeter: 160.958 m (-0.00352054 m change from original perimeter)

List of All Coordinates

External boundary

1804.496 656.494
 1804.497 667.101
 1804.498 669.661
 1799.707 669.661
 1797.918 670.548
 1790.781 671.605
 1786.634 673.974
 1784.634 673.974
 1780.376 676.408
 1779.883 676.689
 1776.119 678.841
 1764.055 678.841
 1760.290 676.689
 1755.088 678.203
 1750.326 680.013
 1744.028 680.030
 1744.028 677.142

1744.028 656.501

Material boundary

1763.290 673.974
 1764.737 673.974
 1768.530 673.974
 1784.634 673.974

Material boundary

1760.290 676.689
 1779.883 676.689

Material boundary

1744.028 677.142
 1744.988 677.142
 1750.167 676.132
 1758.946 671.462
 1769.240 668.937
 1788.693 667.738
 1804.497 667.101

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

<u>Material boundary</u> 1760.290 676.689 1760.290 675.689 1761.790 675.689 1761.790 674.689 1763.290 674.689 1763.290 673.974 1763.290 673.689 1764.790 673.689 1764.790 672.689 1766.290 672.689 1766.290 671.605 1768.618 671.605	1790.781 671.605 <u>Material boundary</u> 1760.290 676.689 1765.620 675.327 1768.530 673.974 1769.923 673.327 1790.781 671.605 <u>Material boundary</u> 1760.290 676.689 1764.737 673.974 1768.618 671.605
--	--

10.2.4 TABULATO DI OUTPUT- SISMA SLD

Displacements

Maximum total displacement for Geostatica: 0 m
Maximum total displacement for Scotico: 0.00538756 m
Maximum total displacement for Strato 1: 0.00715588 m
Maximum total displacement for Strato 2: 0.0152178 m
Maximum total displacement for Strato 3 : 0.0207868 m
Maximum total displacement for Sovraccarico: 0.0215685 m

Yielded Elements

Yielded Mesh Elements

Number of yielded mesh elements on Geostatica: 223
Number of yielded mesh elements on Scotico: 243
Number of yielded mesh elements on Strato 1: 260
Number of yielded mesh elements on Strato 2: 295
Number of yielded mesh elements on Strato 3 : 363

Number of yielded mesh elements on Sovraccarico: 417

10.2.5 TABULATO DI INPUT- SOVRACCARICO

Document Name

Cedimenti rilevato sezione 2 (con sovraccarico).fez

Project Settings

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

General

Project Title: Project1
 Number of Stages: 6
 Analysis Type: Plane Strain
 Solver Type: Gaussian Elimination
 Units: Metric, stress as MPa

Stress Analysis

Maximum Number of Iterations: 500
 Tolerance: 0.001
 Number of Load Steps: Automatic
 Convergence Type: Absolute Energy
 Tensile Failure: Reduces Shear Strength

Groundwater

Method: Piezometric Lines
 Pore Fluid Unit Weight: 0.00981 MN/m³

Field Stress

Field stress: gravity
 Using actual ground surface
 Effective stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0
 Effective stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0
 Locked-in horizontal stress (in-plane): 0
 Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Mesh

Mesh type: uniform
 Element type: 3 noded triangles
 Number of elements on Geostatica: 1858
 Number of nodes on Geostatica: 981
 Number of elements on Scotico: 1790
 Number of nodes on Scotico: 947
 Number of elements on Strato 1: 1915
 Number of nodes on Strato 1: 1010
 Number of elements on Strato 2: 2019
 Number of nodes on Strato 2: 1062
 Number of elements on Strato 3 : 2093
 Number of nodes on Strato 3 : 1100
 Number of elements on Sovraccarico: 2093
 Number of nodes on Sovraccarico: 1100

Reset Displacements

Displacements reset after: Geostatica

Material Properties

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Material: Riporto Antropico

Initial element loading: field stress & body force

Unit weight: 0.02 MN/m³

Elastic type: isotropic

Young's modulus: 30 MPa

Poisson's ratio: 0.2

Failure criterion: Mohr-Coulomb

Tensile strength: 0 MPa

Peak friction angle: 27.45 degrees

Peak cohesion: 0.001 MPa

Material type: Plastic

Dilation Angle: 0 degrees

Residual Friction Angle: 27.45 degrees

Residual Cohesion: 0.001 MPa

Piezo to use: None

Ru value: 0

Custom Field Stress:

Field stress: gravity

Ground surface elevation: 0 m

Unit weight of overburden: 0.027 MN/m³

Effective stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0.54

Effective stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0.54

Locked-in horizontal stress (in-plane): 0

Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Material: Conglomerato di Pezzo

Initial element loading: field stress & body force

Unit weight: 0.021 MN/m³

Elastic type: isotropic

Young's modulus: 150 MPa

Poisson's ratio: 0.3

Failure criterion: Mohr-Coulomb

Tensile strength: 0 MPa

Peak friction angle: 34 degrees

Peak cohesion: 0.001 MPa

Material type: Plastic

Dilation Angle: 4 degrees

Residual Friction Angle: 34 degrees

Residual Cohesion: 0.001 MPa

Piezo to use: None

Ru value: 0

Custom Field Stress:

Field stress: gravity

Ground surface elevation: 0 m

Unit weight of overburden: 0.027 MN/m³

Effective stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0.8

Effective stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0.8

Locked-in horizontal stress (in-plane): 0

Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Material: Rilevato

Initial element loading: field stress & body force

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Unit weight: 0.019 MN/m³
 Elastic type: isotropic
 Young's modulus: 80 MPa
 Poisson's ratio: 0.3
 Failure criterion: Mohr-Coulomb
 Tensile strength: 0 MPa
 Peak friction angle: 29.25 degrees
 Peak cohesion: 0.001 MPa
 Material type: Plastic
 Dilation Angle: 0 degrees
 Residual Friction Angle: 29.25 degrees
 Residual Cohesion: 0.001 MPa
 Piezo to use: None
 Ru value: 0
Custom Field Stress:
 Field stress: gravity
 Ground surface elevation: 0 m
 Unit weight of overburden: 0.027 MN/m³
 Effective stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0.512
 Effective stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0.512
 Locked-in horizontal stress (in-plane): 0
 Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Areas of Excavated and Filled Elements

Scotico

Material: Riporto Antropico , Area Excavated: 31.971 m²

Strato 1

Material: Rilevato, Area Filled: 52.206 m²

Strato 2

Material: Rilevato, Area Filled: 53.610 m²

Strato 3

Material: Rilevato, Area Filled: 34.056 m²

Excavation Areas

Original Un-deformed Areas

External Boundary Area: 1177.941 m²
 External Boundary Perimeter: 160.962 m

Geostatica

External Boundary Area: 1177.941 m² (0 m² change from original area)
 External Boundary Perimeter: 160.962 m (0 m change from original perimeter)

Scotico

External Boundary Area: 1177.944 m² (0.00313804 m² change from original area)
 External Boundary Perimeter: 160.960 m (-0.00130511 m change from original perimeter)

Strato 1

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

External Boundary Area: 1177.907 m² (-0.0344239 m² change from original area)
 External Boundary Perimeter: 160.962 m (0.000402728 m change from original perimeter)

Strato 2

External Boundary Area: 1177.865 m² (-0.0759138 m² change from original area)
 External Boundary Perimeter: 160.965 m (0.0033479 m change from original perimeter)

Strato 3

External Boundary Area: 1177.728 m² (-0.212507 m² change from original area)
 External Boundary Perimeter: 160.961 m (-0.000935215 m change from original perimeter)

Sovraccarico

External Boundary Area: 1177.670 m² (-0.271302 m² change from original area)
 External Boundary Perimeter: 160.958 m (-0.00338439 m change from original perimeter)

List of All Coordinates

External boundary

1804.496 656.494
 1804.497 667.101
 1804.498 669.661
 1799.707 669.661
 1797.918 670.548
 1790.781 671.605
 1786.634 673.974
 1784.634 673.974
 1780.376 676.408
 1779.883 676.689
 1776.119 678.841
 1764.055 678.841
 1760.290 676.689
 1755.088 678.203
 1750.326 680.013
 1744.028 680.030
 1744.028 677.142
 1744.028 656.501

1744.988 677.142
 1750.167 676.132
 1758.946 671.462
 1769.240 668.937
 1788.693 667.738
 1804.497 667.101

Material boundary

1760.290 676.689
 1760.290 675.689
 1761.790 675.689
 1761.790 674.689
 1763.290 674.689
 1763.290 673.974
 1763.290 673.689
 1764.790 673.689
 1764.790 672.689
 1766.290 672.689
 1766.290 671.605
 1768.618 671.605
 1790.781 671.605

Material boundary

1763.290 673.974
 1764.737 673.974
 1768.530 673.974
 1784.634 673.974

Material boundary

1760.290 676.689
 1765.620 675.327
 1768.530 673.974
 1769.923 673.327
 1790.781 671.605

Material boundary

1760.290 676.689
 1779.883 676.689

Material boundary

1760.290 676.689
 1764.737 673.974
 1768.618 671.605

Material boundary

1744.028 677.142

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA00000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

10.2.6 TABULATO DI OUTPUT- SOVRACCARICO

Displacements

Maximum total displacement for Geostatica: 0 m
 Maximum total displacement for Scotico: 0.00551263 m
 Maximum total displacement for Strato 1: 0.00715025 m
 Maximum total displacement for Strato 2: 0.0152865 m
 Maximum total displacement for Strato 3 : 0.0212727 m
 Maximum total displacement for Sovraccarico: 0.024141 m

Yielded Elements

Yielded Mesh Elements

Number of yielded mesh elements on Geostatica: 199
 Number of yielded mesh elements on Scotico: 236
 Number of yielded mesh elements on Strato 1: 266
 Number of yielded mesh elements on Strato 2: 328
 Number of yielded mesh elements on Strato 3 : 450
 Number of yielded mesh elements on Sovraccarico: 511

10.3 ROTATORIA 4-ANALISI SSR

10.3.1 TABULATO DI INPUT

Project Settings

General

Project Title: Rilevato sezione 7.ROT4
 Number of Stages: 2
 Analysis Type: Plane Strain
 Solver Type: Gaussian Elimination
 Units: Metric, stress as MPa

Stress Analysis

Maximum Number of Iterations: 500
 Tolerance: 0.002
 Number of Load Steps: Automatic
 Convergence Type: Absolute Energy
 Tensile Failure: Reduces Shear Strength

Groundwater

Method: Piezometric Lines
 Pore Fluid Unit Weight: 0.00981 MN/m³

Strength Reduction

Initial Estimate of SRF: 1
 Step Size: Automatic
 Tolerance (SRF): 0.01
 Limit SSR Search Area: Yes

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA00000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

minx: 1742.48

maxx: 1837.25

miny: 560.141

maxy: 597.241

Accelerate SSR Analysis: Yes

Convergence Parameters: Automatic

Field Stress

Field stress: gravity

Using actual ground surface

Seismic Loading

Horizontal seismic load coefficient: 0.128 (positive to the right)

Vertical seismic load coefficient: -0.0213 (positive up)

Seismic load applied in: sisma

Mesh

Mesh type: uniform

Element type: 3 noded triangles

Number of elements on Geostatica: 1029

Number of nodes on Geostatica: 556

Number of elements on sisma: 1029

Number of nodes on sisma: 556

Reset Displacements

Displacements reset after: Geostatica

Material Properties

Material: Conglomerato di Pezzo

Initial element loading: field stress & body force

Unit weight: 0.021 MN/m³

Elastic type: isotropic

Young's modulus: 150 MPa

Poisson's ratio: 0.3

Failure criterion: Mohr-Coulomb

Tensile strength: 0 MPa

Peak friction angle: 34 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Material type: Plastic

Dilation Angle: 4 degrees

Residual Friction Angle: 34 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Piezo to use: None

Ru value: 0

Custom Field Stress:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Field stress: gravity
Ground surface elevation: 0 m
Unit weight of overburden: 0.027 MN/m³
Effective stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0.8
Effective stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0.8
Locked-in horizontal stress (in-plane): 0
Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Material: Sabbie e Ghiaie
Initial element loading: field stress & body force
Unit weight: 0.019 MN/m³
Elastic type: isotropic
Young's modulus: 70 MPa
Poisson's ratio: 0.2
Failure criterion: Mohr-Coulomb
Tensile strength: 0 MPa
Peak friction angle: 32 degrees
Peak cohesion: 0 MPa
Material type: Plastic
Dilation Angle: 2 degrees
Residual Friction Angle: 32 degrees
Residual Cohesion: 0 MPa
Piezo to use: None
Ru value: 0

Custom Field Stress:
Field stress: gravity
Ground surface elevation: 0 m
Unit weight of overburden: 0.027 MN/m³
Effective stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0.47
Effective stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0.47
Locked-in horizontal stress (in-plane): 0
Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

List of All Coordinates

<u>External boundary</u>	1722.304	547.739	1763.692	581.936
	1845.564	547.739		
	1845.564	563.759	<u>Material boundary</u>	1754.341
	1845.564	572.337		1756.493
	1834.223	572.343		
	1833.048	573.012	<u>Material boundary</u>	1765.591
	1749.769	591.809		1768.606
	1746.799	591.809		
	1722.304	591.809		
	1722.304	580.355	<u>Material boundary</u>	1758.091
<u>Material boundary</u>	1761.841	581.936		1759.976
				584.436

Material boundary

1750.161 589.723
1752.811 589.723

Material boundary

1749.769 591.809
1752.811 589.723
1756.493 586.936
1759.976 584.436
1763.692 581.936
1768.606 579.436
1773.331 578.985
1786.882 577.971
1794.801 577.971
1801.395 576.936
1809.084 575.879
1811.551 575.889
1814.451 576.057
1819.855 575.828
1822.300 574.640
1825.424 573.576
1833.048 573.012

Material boundary

1749.580 590.110
1749.580 588.779
1751.080 588.779
1751.080 587.779
1752.580 587.779
1752.580 586.779
1754.080 586.779
1754.080 585.779
1755.580 585.779
1755.580 584.779
1757.080 584.779
1757.080 583.779
1758.580 583.779
1758.580 582.779
1760.080 582.779
1760.080 581.779
1761.580 581.779
1761.580 580.779
1763.080 580.779
1763.080 579.779
1764.580 579.779
1764.580 578.779
1766.080 578.779

1766.080 577.779
1767.580 577.779
1767.580 576.937
1769.341 576.936
1769.525 576.936
1794.763 576.936
1794.763 574.640
1820.554 574.640
1820.554 572.343
1834.223 572.343

Material boundary

1722.304 580.355
1740.252 578.066
1762.549 566.420
1795.941 563.944
1845.564 563.759

Material boundary

1746.799 591.809
1749.580 590.110
1750.161 589.723
1754.341 586.936
1758.091 584.436
1761.841 581.936
1765.591 579.436
1769.341 576.936
1769.341 576.936

Material boundary

1794.763 576.936
1801.395 576.936

Material boundary

1820.554 574.640
1822.300 574.640

Material boundary

1749.769 591.809
1749.580 590.110

SSR Search Area

1742.480 560.141
1837.250 560.141
1837.250 597.241
1742.480 597.241

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

10.3.2 TABULATO DI OUTPUT

Shear Strength Reduction - Material Properties

Strength Reduction Factor: 1

Maximum Total Displacement: 0.061973 m

Converged: yes

Material: Conglomerato di Pezzo

Peak friction angle: 34 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 34 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Sabbie e Ghiaie

Peak friction angle: 32 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 32 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Strength Reduction Factor: 1.12

Maximum Total Displacement: 0.201294 m

Converged: yes

Material: Conglomerato di Pezzo

Peak friction angle: 31.058 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 31.058 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Sabbie e Ghiaie

Peak friction angle: 29.158 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 29.158 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Critical Strength Reduction Factor: 1.14

Maximum Total Displacement: 0.223004 m

Converged: yes

Material: Conglomerato di Pezzo

Peak friction angle: 30.6117 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 30.6117 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Sabbie e Ghiaie

Peak friction angle: 28.7285 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 28.7285 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Strength Reduction Factor: 1.15

Maximum Total Displacement: 0.268602 m

Converged: no

Material: Conglomerato di Pezzo

Peak friction angle: 30.3929 degrees

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Peak cohesion: 0 MPa
Residual Friction Angle: 30.3929 degrees
Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Sabbie e Ghiaie

Peak friction angle: 28.5181 degrees
Peak cohesion: 0 MPa
Residual Friction Angle: 28.5181 degrees
Residual Cohesion: 0 MPa

Strength Reduction Factor: 1.16

Maximum Total Displacement: 0.245511 m

Converged: no

Material: Conglomerato di Pezzo

Peak friction angle: 30.1768 degrees
Peak cohesion: 0 MPa
Residual Friction Angle: 30.1768 degrees
Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Sabbie e Ghiaie

Peak friction angle: 28.3105 degrees
Peak cohesion: 0 MPa
Residual Friction Angle: 28.3105 degrees
Residual Cohesion: 0 MPa

Strength Reduction Factor: 1.18

Maximum Total Displacement: 0.30094 m

Converged: no

Material: Conglomerato di Pezzo

Peak friction angle: 29.753 degrees
Peak cohesion: 0 MPa
Residual Friction Angle: 29.753 degrees
Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Sabbie e Ghiaie

Peak friction angle: 27.9035 degrees
Peak cohesion: 0 MPa
Residual Friction Angle: 27.9035 degrees
Residual Cohesion: 0 MPa

Strength Reduction Factor: 1.25

Maximum Total Displacement: 0.452446 m

Converged: no

Material: Conglomerato di Pezzo

Peak friction angle: 28.3516 degrees
Peak cohesion: 0 MPa
Residual Friction Angle: 28.3516 degrees
Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Sabbie e Ghiaie

Peak friction angle: 26.5603 degrees
Peak cohesion: 0 MPa
Residual Friction Angle: 26.5603 degrees
Residual Cohesion: 0 MPa

Strength Reduction Factor: 1.5

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Maximum Total Displacement: 1.11102 m

Converged: no

Material: Conglomerato di Pezzo

Peak friction angle: 24.2121 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 24.2121 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Sabbie e Ghiaie

Peak friction angle: 22.6156 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 22.6156 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Excavation Areas

Original Un-deformed Areas

External Boundary Area: 4822.645 m²

External Boundary Perimeter: 320.386 m

Geostatica

External Boundary Area: 4822.645 m² (0 m² change from original area)

External Boundary Perimeter: 320.386 m (0 m change from original perimeter)

sisma

External Boundary Area: 4822.116 m² (-0.52822 m² change from original area)

External Boundary Perimeter: 320.379 m (-0.00680317 m change from original perimeter)

Displacements

Maximum total displacement for Geostatica: 0 m

Maximum total displacement for sisma: 0.0720285 m

Yielded Elements

Yielded Mesh Elements

Number of yielded mesh elements on Geostatica: 96

Number of yielded mesh elements on sisma: 161

10.4 ROTATORIA 4-ANALISI DI DEFORMABILITÀ

10.4.1 TABULATO DI INPUT-SISMA SLV

Project Settings

General

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA00000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Project Title: Rilevato sezione 7.ROT4
 Number of Stages: 10
 Analysis Type: Plane Strain
 Solver Type: Gaussian Elimination
 Units: Metric, stress as MPa

Stress Analysis

Maximum Number of Iterations: 500
 Tolerance: 0.002
 Number of Load Steps: Automatic
 Convergence Type: Absolute Energy
 Tensile Failure: Reduces Shear Strength

Groundwater

Method: Piezometric Lines
 Pore Fluid Unit Weight: 0.00981 MN/m3

Field Stress

Field stress: gravity
 Using actual ground surface

Seismic Loading

Horizontal seismic load coefficient: 0.128 (positive to the right)
 Vertical seismic load coefficient: -0.0213 (positive up)
 Seismic load applied in: sisma

Reset Displacements

Displacements reset after: Geostatica

Material Properties

Material: Conglomerato di Pezzo

Initial element loading: field stress & body force
 Unit weight: 0.021 MN/m3
 Elastic type: isotropic
 Young's modulus: 150 MPa
 Poisson's ratio: 0.3
 Failure criterion: Mohr-Coulomb
 Tensile strength: 0 MPa
 Peak friction angle: 34 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Material type: Plastic
 Dilation Angle: 4 degrees
 Residual Friction Angle: 34 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa
 Piezo to use: None
 Ru value: 0

Custom Field Stress:

Field stress: gravity

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA00000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Ground surface elevation: 0 m
 Unit weight of overburden: 0.027 MN/m³
 Effective stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0.8
 Effective stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0.8
 Locked-in horizontal stress (in-plane): 0
 Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Material: Rilevato

Initial element loading: field stress & body force
 Unit weight: 0.019 MN/m³
 Elastic type: isotropic
 Young's modulus: 80 MPa
 Poisson's ratio: 0.3
 Failure criterion: Mohr-Coulomb
 Tensile strength: 0 MPa
 Peak friction angle: 29.25 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Material type: Plastic
 Dilation Angle: 0 degrees
 Residual Friction Angle: 29.25 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa
 Piezo to use: None
 Ru value: 0

Custom Field Stress:

Field stress: gravity
 Ground surface elevation: 0 m
 Unit weight of overburden: 0.027 MN/m³
 Effective stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0.512
 Effective stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0.512
 Locked-in horizontal stress (in-plane): 0
 Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Material: Sabbie e Ghiaie

Initial element loading: field stress & body force
 Unit weight: 0.019 MN/m³
 Elastic type: isotropic
 Young's modulus: 70 MPa
 Poisson's ratio: 0.2
 Failure criterion: Mohr-Coulomb
 Tensile strength: 0 MPa
 Peak friction angle: 32 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Material type: Plastic
 Dilation Angle: 2 degrees
 Residual Friction Angle: 32 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa
 Piezo to use: None
 Ru value: 0

Custom Field Stress:

Field stress: gravity
 Ground surface elevation: 0 m
 Unit weight of overburden: 0.027 MN/m³

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA00000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Effective stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0.47
 Effective stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0.47
 Locked-in horizontal stress (in-plane): 0
 Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Areas of Excavated and Filled Elements

Scotico

Material: Sabbie e Ghiaie, Area Excavated: 132.387 m2

Strato 1

Material: Rilevato, Area Filled: 103.451 m2

Strato 2

Material: Rilevato, Area Filled: 136.231 m2

Strato 3

Material: Rilevato, Area Filled: 134.670 m2

Strato 4

Material: Rilevato, Area Filled: 128.109 m2

Strato 5

Material: Rilevato, Area Filled: 126.548 m2

Strato 6

Material: Rilevato, Area Filled: 133.666 m2

Strato 7

Material: Rilevato, Area Filled: 101.782 m2

Excavation Areas

Original Un-deformed Areas

External Boundary Area: 4822.645 m2
 External Boundary Perimeter: 320.386 m

Geostatica

External Boundary Area: 4822.645 m2 (0 m2 change from original area)
 External Boundary Perimeter: 320.386 m (0 m change from original perimeter)

Scotico

External Boundary Area: 4822.674 m2 (0.0293638 m2 change from original area)
 External Boundary Perimeter: 320.385 m (-0.000656752 m change from original perimeter)

Strato 1

External Boundary Area: 4822.543 m2 (-0.101409 m2 change from original area)
 External Boundary Perimeter: 320.387 m (0.00117717 m change from original perimeter)

Strato 2

External Boundary Area: 4822.475 m2 (-0.169825 m2 change from original area)
 External Boundary Perimeter: 320.388 m (0.00236193 m change from original perimeter)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Strato 3

External Boundary Area: 4822.367 m2 (-0.277498 m2 change from original area)
 External Boundary Perimeter: 320.390 m (0.00363918 m change from original perimeter)

Strato 4

External Boundary Area: 4822.262 m2 (-0.382725 m2 change from original area)
 External Boundary Perimeter: 320.391 m (0.00474102 m change from original perimeter)

Strato 5

External Boundary Area: 4822.134 m2 (-0.510803 m2 change from original area)
 External Boundary Perimeter: 320.392 m (0.00597825 m change from original perimeter)

Strato 6

External Boundary Area: 4821.983 m2 (-0.662028 m2 change from original area)
 External Boundary Perimeter: 320.393 m (0.006981 m change from original perimeter)

Strato 7

External Boundary Area: 4821.302 m2 (-1.34247 m2 change from original area)
 External Boundary Perimeter: 320.388 m (0.00215247 m change from original perimeter)

sisma

External Boundary Area: 4820.986 m2 (-1.65886 m2 change from original area)
 External Boundary Perimeter: 320.354 m (-0.0320886 m change from original perimeter)

List of All Coordinates

External boundary

1722.304 547.739
 1845.564 547.739
 1845.564 563.759
 1845.564 572.337
 1834.223 572.343
 1833.048 573.012
 1830.185 574.640
 1826.146 576.936
 1824.146 576.936
 1819.771 579.436
 1815.397 581.936
 1813.397 581.936
 1809.023 584.436
 1804.648 586.936
 1802.648 586.936
 1797.771 589.723
 1793.899 591.936
 1749.769 591.809
 1746.799 591.809
 1722.304 591.809
 1722.304 580.355

Material boundary

1761.841 581.936
 1763.692 581.936
 1813.397 581.936

Material boundary

1754.341 586.936
 1755.592 586.936
 1802.648 586.936

Material boundary

1765.591 579.436
 1768.606 579.436
 1819.771 579.436

Material boundary

1758.091 584.436
 1759.976 584.436
 1809.023 584.436

Material boundary

1750.161 589.723
1752.383 589.723
1797.771 589.723

Material boundary

1749.769 591.809
1752.383 589.723
1755.592 586.936
1759.976 584.436
1763.692 581.936
1768.606 579.436
1773.331 578.985
1786.882 577.971
1794.801 577.971
1801.395 576.936
1809.084 575.879
1811.551 575.889
1814.451 576.057
1819.855 575.828
1822.300 574.640
1825.424 573.576
1833.048 573.012

Material boundary

1749.580 590.110
1749.580 588.779
1751.080 588.779
1751.080 587.779
1752.580 587.779
1752.580 586.779
1754.080 586.779
1754.080 585.779
1755.580 585.779
1755.580 584.779
1757.080 584.779
1757.080 583.779
1758.580 583.779
1758.580 582.779
1760.080 582.779
1760.080 581.779
1761.580 581.779
1761.580 580.779
1763.080 580.779
1763.080 579.779
1764.580 579.779
1764.580 578.779
1766.080 578.779

1766.080 577.779
1767.580 577.779
1767.580 576.937
1769.341 576.936
1769.525 576.936
1794.763 576.936
1794.763 574.640
1820.554 574.640
1820.554 572.343
1834.223 572.343

Material boundary

1722.304 580.355
1740.252 578.066
1762.549 566.420
1795.941 563.944
1845.564 563.759

Material boundary

1746.799 591.809
1749.580 590.110
1750.161 589.723
1754.341 586.936
1758.091 584.436
1761.841 581.936
1765.591 579.436
1769.341 576.936
1769.341 576.936

Material boundary

1794.763 576.936
1801.395 576.936
1824.146 576.936

Material boundary

1820.554 574.640
1822.300 574.640
1830.185 574.640

Material boundary

1749.769 591.809
1749.580 590.110

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

10.4.2 TABULATO DI OUTPUT-SISMA SLV

Displacements

Maximum total displacement for Geostatica: 0 m
 Maximum total displacement for Scotico: 0.00890614 m
 Maximum total displacement for Strato 1: 0.0115077 m
 Maximum total displacement for Strato 2: 0.0207531 m
 Maximum total displacement for Strato 3: 0.0311752 m
 Maximum total displacement for Strato 4: 0.0408896 m
 Maximum total displacement for Strato 5: 0.0499257 m
 Maximum total displacement for Strato 6: 0.0619556 m
 Maximum total displacement for Strato 7: 0.0712629 m
 Maximum total displacement for sisma: 0.0864232 m

Yielded Elements

Yielded Mesh Elements

Number of yielded mesh elements on Geostatica: 172
 Number of yielded mesh elements on Scotico: 170
 Number of yielded mesh elements on Strato 1: 172
 Number of yielded mesh elements on Strato 2: 179
 Number of yielded mesh elements on Strato 3: 186
 Number of yielded mesh elements on Strato 4: 190
 Number of yielded mesh elements on Strato 5: 197
 Number of yielded mesh elements on Strato 6: 208
 Number of yielded mesh elements on Strato 7: 220
 Number of yielded mesh elements on sisma: 437

10.4.3 TABULATO DI INPUT-SISMA SLD

Document Name

Cedimenti_Sezione 7.ROT 4_fase finale sisma SLD.fez

Project Settings

General

Project Title: Rilevato sezione 7.ROT4
 Number of Stages: 10
 Analysis Type: Plane Strain
 Solver Type: Gaussian Elimination
 Units: Metric, stress as MPa

Stress Analysis

Maximum Number of Iterations: 500

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Tolerance: 0.002
 Number of Load Steps: Automatic
 Convergence Type: Absolute Energy
 Tensile Failure: Reduces Shear Strength
Groundwater
 Method: Piezometric Lines
 Pore Fluid Unit Weight: 0.00981 MN/m³

Field Stress

Field stress: gravity
 Using actual ground surface
 Effective stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0
 Effective stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0
 Locked-in horizontal stress (in-plane): 0
 Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Seismic Loading

Horizontal seismic load coefficient: 0.045 (positive to the right)
 Vertical seismic load coefficient: -0.023 (positive up)
 Seismic load applied in: sisma

Mesh

Mesh type: uniform
 Element type: 3 noded triangles
 Number of elements on Geostatica: 1025
 Number of nodes on Geostatica: 554
 Number of elements on Scotico: 957
 Number of nodes on Scotico: 519
 Number of elements on Strato 1: 1010
 Number of nodes on Strato 1: 546
 Number of elements on Strato 2: 1075
 Number of nodes on Strato 2: 578
 Number of elements on Strato 3: 1126
 Number of nodes on Strato 3: 604
 Number of elements on Strato 4: 1174
 Number of nodes on Strato 4: 628
 Number of elements on Strato 5: 1222
 Number of nodes on Strato 5: 652
 Number of elements on Strato 6: 1275
 Number of nodes on Strato 6: 679
 Number of elements on Strato 7: 1320
 Number of nodes on Strato 7: 701
 Number of elements on sisma: 1320
 Number of nodes on sisma: 701

Reset Displacements

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA00000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Displacements reset after: Geostatica

Material Properties

Material: Conglomerato di Pezzo

Initial element loading: field stress & body force

Unit weight: 0.021 MN/m³

Elastic type: isotropic

Young's modulus: 150 MPa

Poisson's ratio: 0.3

Failure criterion: Mohr-Coulomb

Tensile strength: 0 MPa

Peak friction angle: 40 degrees

Peak cohesion: 0.001 MPa

Material type: Plastic

Dilation Angle: 10 degrees

Residual Friction Angle: 40 degrees

Residual Cohesion: 0.001 MPa

Piezo to use: None

Ru value: 0

Custom Field Stress:

Field stress: gravity

Ground surface elevation: 0 m

Unit weight of overburden: 0.027 MN/m³

Effective stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0.357

Effective stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0.357

Locked-in horizontal stress (in-plane): 0

Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Material: Rilevato

Initial element loading: field stress & body force

Unit weight: 0.019 MN/m³

Elastic type: isotropic

Young's modulus: 80 MPa

Poisson's ratio: 0.3

Failure criterion: Mohr-Coulomb

Tensile strength: 0 MPa

Peak friction angle: 35 degrees

Peak cohesion: 0.005 MPa

Material type: Plastic

Dilation Angle: 5 degrees

Residual Friction Angle: 35 degrees

Residual Cohesion: 0.005 MPa

Piezo to use: None

Ru value: 0

Custom Field Stress:

Field stress: gravity

Ground surface elevation: 0 m

Unit weight of overburden: 0.027 MN/m³

Effective stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0.426

Effective stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0.426

Locked-in horizontal stress (in-plane): 0

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA00000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Material: Sabbie e Ghiaie

Initial element loading: field stress & body force

Unit weight: 0.019 MN/m³

Elastic type: isotropic

Young's modulus: 70 MPa

Poisson's ratio: 0.2

Failure criterion: Mohr-Coulomb

Tensile strength: 0 MPa

Peak friction angle: 38 degrees

Peak cohesion: 0.001 MPa

Material type: Plastic

Dilation Angle: 8 degrees

Residual Friction Angle: 38 degrees

Residual Cohesion: 0.001 MPa

Piezo to use: None

Ru value: 0

Custom Field Stress:

Field stress: gravity

Ground surface elevation: 0 m

Unit weight of overburden: 0.027 MN/m³

Effective stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0.384

Effective stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0.384

Locked-in horizontal stress (in-plane): 0

Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Areas of Excavated and Filled Elements

Scotico

Material: Sabbie e Ghiaie, Area Excavated: 132.580 m²

Strato 1

Material: Rilevato, Area Filled: 103.451 m²

Strato 2

Material: Rilevato, Area Filled: 136.230 m²

Strato 3

Material: Rilevato, Area Filled: 134.670 m²

Strato 4

Material: Rilevato, Area Filled: 128.109 m²

Strato 5

Material: Rilevato, Area Filled: 126.548 m²

Strato 6

Material: Rilevato, Area Filled: 133.666 m²

Strato 7

Material: Rilevato, Area Filled: 101.782 m²

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Excavation Areas

Original Un-deformed Areas

External Boundary Area: 4822.645 m²
External Boundary Perimeter: 320.386 m

Geostatica

External Boundary Area: 4822.645 m² (0 m² change from original area)
External Boundary Perimeter: 320.386 m (0 m change from original perimeter)

Scotico

External Boundary Area: 4822.678 m² (0.0336394 m² change from original area)
External Boundary Perimeter: 320.385 m (-0.000682322 m change from original perimeter)

Strato 1

External Boundary Area: 4822.554 m² (-0.0905315 m² change from original area)
External Boundary Perimeter: 320.387 m (0.00106739 m change from original perimeter)

Strato 2

External Boundary Area: 4822.491 m² (-0.154014 m² change from original area)
External Boundary Perimeter: 320.388 m (0.00219235 m change from original perimeter)

Strato 3

External Boundary Area: 4822.396 m² (-0.248285 m² change from original area)
External Boundary Perimeter: 320.390 m (0.0034223 m change from original perimeter)

Strato 4

External Boundary Area: 4822.305 m² (-0.33997 m² change from original area)
External Boundary Perimeter: 320.391 m (0.00451822 m change from original perimeter)

Strato 5

External Boundary Area: 4822.189 m² (-0.456169 m² change from original area)
External Boundary Perimeter: 320.392 m (0.00568724 m change from original perimeter)

Strato 6

External Boundary Area: 4822.048 m² (-0.596771 m² change from original area)
External Boundary Perimeter: 320.393 m (0.00664972 m change from original perimeter)

Strato 7

External Boundary Area: 4821.408 m² (-1.23651 m² change from original area)
External Boundary Perimeter: 320.388 m (0.00220999 m change from original perimeter)

sisma

External Boundary Area: 4821.155 m² (-1.48951 m² change from original area)
External Boundary Perimeter: 320.377 m (-0.0089187 m change from original perimeter)

List of All Coordinates

	1845.564	547.739
	1845.564	563.759
<u>External boundary</u>	1845.564	572.337
1722.304	547.739	1834.223
		572.343

1833.048 573.012
1830.185 574.640
1826.146 576.936
1824.146 576.936
1819.771 579.436
1815.397 581.936
1813.397 581.936
1809.023 584.436
1804.648 586.936
1802.648 586.936
1797.771 589.723
1793.899 591.936
1749.769 591.809
1746.799 591.809
1722.304 591.809
1722.304 580.355

Material boundary

1761.841 581.936
1763.692 581.936
1813.397 581.936

Material boundary

1754.341 586.936
1755.592 586.936
1802.648 586.936

Material boundary

1765.591 579.436
1768.606 579.436
1819.771 579.436

Material boundary

1758.091 584.436
1759.976 584.436
1809.023 584.436

Material boundary

1750.161 589.723
1752.383 589.723
1797.771 589.723

Material boundary

1749.769 591.809
1752.383 589.723
1755.592 586.936
1759.976 584.436
1763.692 581.936
1768.606 579.436
1773.331 578.985
1786.882 577.971
1794.801 577.971

1801.395 576.936
1809.084 575.879
1814.451 576.057
1819.855 575.828
1822.300 574.640
1825.424 573.576
1833.048 573.012

Material boundary

1749.580 590.110
1749.580 588.779
1751.080 588.779
1751.080 587.779
1752.580 587.779
1752.580 586.779
1754.080 586.779
1754.080 585.779
1755.580 585.779
1755.580 584.779
1757.080 584.779
1757.080 583.779
1758.580 583.779
1758.580 582.779
1760.080 582.779
1760.080 581.779
1761.580 581.779
1761.580 580.779
1763.080 580.779
1763.080 579.779
1764.580 579.779
1764.580 578.779
1766.080 578.779
1766.080 577.779
1767.580 577.779
1767.580 576.937
1769.341 576.936

Material boundary

1722.304 580.355
1740.252 578.066
1762.549 566.420
1795.941 563.944
1845.564 563.759

Material boundary

1746.799 591.809
1749.580 590.110
1750.161 589.723
1754.341 586.936
1758.091 584.436
1761.841 581.936
1765.591 579.436

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

1769.341 576.936

Material boundary

1794.763 576.936
1801.395 576.936
1824.146 576.936

Material boundary

1820.554 574.640
1822.300 574.640
1830.185 574.640

Material boundary

1749.769 591.809
1749.580 590.110

Material boundary

1769.341 576.936
1794.763 576.936
1794.763 574.640
1820.554 574.640
1820.554 572.343
1834.223 572.343

10.4.4 TABULATO DI OUTPUT-SISMA SLD

Displacements

Maximum total displacement for Geostatica: 0 m
Maximum total displacement for Scotico: 0.00897129 m
Maximum total displacement for Strato 1: 0.0109007 m
Maximum total displacement for Strato 2: 0.019674 m
Maximum total displacement for Strato 3: 0.0295606 m
Maximum total displacement for Strato 4: 0.0387689 m
Maximum total displacement for Strato 5: 0.0473302 m
Maximum total displacement for Strato 6: 0.0586925 m
Maximum total displacement for Strato 7: 0.0674502 m
Maximum total displacement for sisma: 0.0701282 m

Yielded Elements

Yielded Mesh Elements

Number of yielded mesh elements on Geostatica: 181
Number of yielded mesh elements on Scotico: 191
Number of yielded mesh elements on Strato 1: 192
Number of yielded mesh elements on Strato 2: 197
Number of yielded mesh elements on Strato 3: 203
Number of yielded mesh elements on Strato 4: 206
Number of yielded mesh elements on Strato 5: 210
Number of yielded mesh elements on Strato 6: 211
Number of yielded mesh elements on Strato 7: 213
Number of yielded mesh elements on sisma: 248

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

10.4.5 TABULATO DI INPUT-SOVRACCARICO

Document Name

Cedimenti_Sezione 7.ROT 4_fase finale sovraccarico.fez

Project Settings

General

Project Title: Rilevato sezione 7.ROT4
 Number of Stages: 10
 Analysis Type: Plane Strain
 Solver Type: Gaussian Elimination
 Units: Metric, stress as MPa

Stress Analysis

Maximum Number of Iterations: 500
 Tolerance: 0.002
 Number of Load Steps: Automatic
 Convergence Type: Absolute Energy
 Tensile Failure: Reduces Shear Strength

Groundwater

Method: Piezometric Lines
 Pore Fluid Unit Weight: 0.00981 MN/m³

Field Stress

Field stress: gravity
 Using actual ground surface
 Effective stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0
 Effective stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0
 Locked-in horizontal stress (in-plane): 0
 Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Mesh

Mesh type: uniform
 Element type: 3 noded triangles
 Number of elements on Geostatica: 1029
 Number of nodes on Geostatica: 556
 Number of elements on Scotico: 962
 Number of nodes on Scotico: 522
 Number of elements on Strato 1: 1017
 Number of nodes on Strato 1: 550
 Number of elements on Strato 2: 1085
 Number of nodes on Strato 2: 583
 Number of elements on Strato 3: 1136
 Number of nodes on Strato 3: 609
 Number of elements on Strato 4: 1184
 Number of nodes on Strato 4: 633
 Number of elements on Strato 5: 1232

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA00000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Number of nodes on Strato 5: 657
 Number of elements on Strato 6: 1285
 Number of nodes on Strato 6: 684
 Number of elements on Strato 7: 1330
 Number of nodes on Strato 7: 706
 Number of elements on sovraccarico: 1330
 Number of nodes on sovraccarico: 706

Reset Displacements

Displacements reset after: Geostatica

Material Properties

Material: Conglomerato di Pezzo

Initial element loading: field stress & body force

Unit weight: 0.021 MN/m³

Elastic type: isotropic

Young's modulus: 150 MPa

Poisson's ratio: 0.3

Failure criterion: Mohr-Coulomb

Tensile strength: 0 MPa

Peak friction angle: 34 degrees

Peak cohesion: 0.001 MPa

Material type: Plastic

Dilation Angle: 4 degrees

Residual Friction Angle: 34 degrees

Residual Cohesion: 0.001 MPa

Piezo to use: None

Ru value: 0

Custom Field Stress:

Field stress: gravity

Ground surface elevation: 0 m

Unit weight of overburden: 0.027 MN/m³

Effective stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0.8

Effective stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0.8

Locked-in horizontal stress (in-plane): 0

Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Material: Rilevato

Initial element loading: field stress & body force

Unit weight: 0.019 MN/m³

Elastic type: isotropic

Young's modulus: 80 MPa

Poisson's ratio: 0.3

Failure criterion: Mohr-Coulomb

Tensile strength: 0 MPa

Peak friction angle: 29.25 degrees

Peak cohesion: 0.005 MPa

Material type: Plastic

Dilation Angle: 0 degrees

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Residual Friction Angle: 29.25 degrees
 Residual Cohesion: 0.005 MPa
 Piezo to use: None
 Ru value: 0
Custom Field Stress:
 Field stress: gravity
 Ground surface elevation: 0 m
 Unit weight of overburden: 0.027 MN/m3
 Effective stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0.512
 Effective stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0.512
 Locked-in horizontal stress (in-plane): 0
 Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Material: Sabbie e Ghiaie
 Initial element loading: field stress & body force
 Unit weight: 0.019 MN/m3
 Elastic type: isotropic
 Young's modulus: 70 MPa
 Poisson's ratio: 0.2
 Failure criterion: Mohr-Coulomb
 Tensile strength: 0 MPa
 Peak friction angle: 32 degrees
 Peak cohesion: 0.001 MPa
 Material type: Plastic
 Dilation Angle: 2 degrees
 Residual Friction Angle: 32 degrees
 Residual Cohesion: 0.001 MPa
 Piezo to use: None
 Ru value: 0
Custom Field Stress:
 Field stress: gravity
 Ground surface elevation: 0 m
 Unit weight of overburden: 0.027 MN/m3
 Effective stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0.47
 Effective stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0.47
 Locked-in horizontal stress (in-plane): 0
 Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Areas of Excavated and Filled Elements

Scotico

Material: Sabbie e Ghiaie, Area Excavated: 132.387 m2

Strato 1

Material: Rilevato, Area Filled: 103.451 m2

Strato 2

Material: Rilevato, Area Filled: 136.231 m2

Strato 3

Material: Rilevato, Area Filled: 134.670 m2

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Strato 4

Material: Rilevato, Area Filled: 128.109 m2

Strato 5

Material: Rilevato, Area Filled: 126.548 m2

Strato 6

Material: Rilevato, Area Filled: 133.666 m2

Strato 7

Material: Rilevato, Area Filled: 101.782 m2

Excavation Areas

Original Un-deformed Areas

External Boundary Area: 4822.645 m2

External Boundary Perimeter: 320.386 m

Geostatica

External Boundary Area: 4822.645 m2 (0 m2 change from original area)

External Boundary Perimeter: 320.386 m (0 m change from original perimeter)

Scotico

External Boundary Area: 4822.674 m2 (0.0293638 m2 change from original area)

External Boundary Perimeter: 320.385 m (-0.000656752 m change from original perimeter)

Strato 1

External Boundary Area: 4822.543 m2 (-0.101409 m2 change from original area)

External Boundary Perimeter: 320.387 m (0.00117717 m change from original perimeter)

Strato 2

External Boundary Area: 4822.475 m2 (-0.169825 m2 change from original area)

External Boundary Perimeter: 320.388 m (0.00236193 m change from original perimeter)

Strato 3

External Boundary Area: 4822.367 m2 (-0.277498 m2 change from original area)

External Boundary Perimeter: 320.390 m (0.00363918 m change from original perimeter)

Strato 4

External Boundary Area: 4822.262 m2 (-0.382725 m2 change from original area)

External Boundary Perimeter: 320.391 m (0.00474102 m change from original perimeter)

Strato 5

External Boundary Area: 4822.134 m2 (-0.510803 m2 change from original area)

External Boundary Perimeter: 320.392 m (0.00597825 m change from original perimeter)

Strato 6

External Boundary Area: 4821.983 m2 (-0.662028 m2 change from original area)

External Boundary Perimeter: 320.393 m (0.006981 m change from original perimeter)

Strato 7

External Boundary Area: 4821.302 m2 (-1.34247 m2 change from original area)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA00000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

External Boundary Perimeter: 320.388 m (0.00215247 m change from original perimeter)

sovraccarico

External Boundary Area: 4820.952 m2 (-1.69298 m2 change from original area)

External Boundary Perimeter: 320.386 m (-0.000118544 m change from original perimeter)

List of All Coordinates

External boundary

1722.304 547.739
1845.564 547.739
1845.564 563.759
1845.564 572.337
1834.223 572.343
1833.048 573.012
1830.185 574.640
1826.146 576.936
1824.146 576.936
1819.771 579.436
1815.397 581.936
1813.397 581.936
1809.023 584.436
1804.648 586.936
1802.648 586.936
1797.771 589.723
1793.899 591.936
1749.769 591.809
1746.799 591.809
1722.304 591.809
1722.304 580.355

Material boundary

1761.841 581.936
1763.692 581.936
1813.397 581.936

Material boundary

1754.341 586.936
1755.592 586.936
1802.648 586.936

Material boundary

1765.591 579.436
1768.606 579.436
1819.771 579.436

Material boundary

1758.091 584.436
1759.976 584.436
1809.023 584.436

Material boundary

1750.161 589.723
1752.383 589.723
1797.771 589.723

Material boundary

1749.769 591.809
1752.383 589.723
1755.592 586.936
1759.976 584.436
1763.692 581.936
1768.606 579.436
1773.331 578.985
1786.882 577.971
1794.801 577.971
1801.395 576.936
1809.084 575.879
1811.551 575.889
1814.451 576.057
1819.855 575.828
1822.300 574.640
1825.424 573.576
1833.048 573.012

Material boundary

1749.580 590.110
1749.580 588.779
1751.080 588.779
1751.080 587.779
1752.580 587.779
1752.580 586.779
1754.080 586.779
1754.080 585.779
1755.580 585.779
1755.580 584.779
1757.080 584.779
1757.080 583.779
1758.580 583.779
1758.580 582.779
1760.080 582.779
1760.080 581.779
1761.580 581.779
1761.580 580.779

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

1763.080 580.779
1763.080 579.779
1764.580 579.779
1764.580 578.779
1766.080 578.779
1766.080 577.779
1767.580 577.779
1767.580 576.937
1769.341 576.936
1769.525 576.936
1794.763 576.936
1794.763 574.640
1820.554 574.640
1820.554 572.343
1834.223 572.343

Material boundary

1722.304 580.355
1740.252 578.066
1762.549 566.420
1795.941 563.944
1845.564 563.759

Material boundary

1746.799 591.809
1749.580 590.110
1750.161 589.723
1754.341 586.936
1758.091 584.436
1761.841 581.936
1765.591 579.436
1769.341 576.936
1769.341 576.936

Material boundary

1794.763 576.936
1801.395 576.936
1824.146 576.936

Material boundary

1820.554 574.640
1822.300 574.640
1830.185 574.640

Material boundary

1749.769 591.809
1749.580 590.110

10.4.6 TABULATO DI OUTPUT-SOVRACCARICO

Displacements

Maximum total displacement for Geostatica: 0 m
Maximum total displacement for Scotico: 0.00890614 m
Maximum total displacement for Strato 1: 0.0115077 m
Maximum total displacement for Strato 2: 0.0207531 m
Maximum total displacement for Strato 3: 0.0311752 m
Maximum total displacement for Strato 4: 0.0408896 m
Maximum total displacement for Strato 5: 0.0499257 m
Maximum total displacement for Strato 6: 0.0619556 m
Maximum total displacement for Strato 7: 0.0712629 m
Maximum total displacement for sovraccarico: 0.075847 m

Yielded Elements

Yielded Mesh Elements

Number of yielded mesh elements on Geostatica: 172
Number of yielded mesh elements on Scotico: 170
Number of yielded mesh elements on Strato 1: 172
Number of yielded mesh elements on Strato 2: 179
Number of yielded mesh elements on Strato 3: 186
Number of yielded mesh elements on Strato 4: 190
Number of yielded mesh elements on Strato 5: 197
Number of yielded mesh elements on Strato 6: 208

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Number of yielded mesh elements on Strato 7: 220
 Number of yielded mesh elements on sovraccarico: 229

10.5 ASSE 3-4-ANALISI SSR

10.5.1 TABULATO DI INPUT

General

Project Title: Project1
 Number of Stages: 8
 Analysis Type: Plane Strain
 Solver Type: Gaussian Elimination
 Units: Metric, stress as MPa

Stress Analysis

Maximum Number of Iterations: 500
 Tolerance: 0.002
 Number of Load Steps: Automatic
 Convergence Type: Absolute Energy
 Tensile Failure: Reduces Shear Strength

Groundwater

Method: Piezometric Lines
 Pore Fluid Unit Weight: 9.81 MN/m³

Strength Reduction

Initial Estimate of SRF: 1
 Step Size: Automatic
 Tolerance (SRF): 0.01
 Limit SSR Search Area: Yes
 minx: 0
 maxx: 0
 miny: 0
 maxy: 0

Accelerate SSR Analysis: Yes
 Convergence Parameters: Automatic

Field Stress

Field stress: gravity
 Using actual ground surface

Seismic Loading

Horizontal seismic load coefficient: 0.063 (positive to the right)
 Vertical seismic load coefficient: -0.01033 (positive up)
 Seismic load applied in: Sisma

Mesh

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Mesh type: uniform
 Element type: 3 noded triangles
 Number of elements on Geostatica: 887
 Number of nodes on Geostatica: 483
 Number of elements on Scavo 1 : 840
 Number of nodes on Scavo 1 : 459
 Number of elements on Scavo 2: 794
 Number of nodes on Scavo 2: 436
 Number of elements on Scavo 3: 741
 Number of nodes on Scavo 3: 410
 Number of elements on Scavo 4: 685
 Number of nodes on Scavo 4: 383
 Number of elements on Scavo 5: 653
 Number of nodes on Scavo 5: 368
 Number of elements on Scavo 6: 631
 Number of nodes on Scavo 6: 358
 Number of elements on Sisma: 631
 Number of nodes on Sisma: 358

Reset Displacements

Displacements reset after: Geostatica

Material Properties

Material: Riporto Antropico
 Initial element loading: field stress & body force
 Unit weight: 0.02 MN/m³
 Elastic type: isotropic
 Young's modulus: 30 MPa
 Poisson's ratio: 0.2
 Failure criterion: Mohr-Coulomb
 Tensile strength: 0 MPa
 Peak friction angle: 27.45 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Material type: Plastic
 Dilatation Angle: 0 degrees
 Residual Friction Angle: 27.45 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa
 Piezo to use: None
 Ru value: 0
Custom Field Stress:
 Field stress: gravity
 Ground surface elevation: 0 m
 Unit weight of overburden: 27 MN/m³
 Effective stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0.54
 Effective stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0.54
 Locked-in horizontal stress (in-plane): 0
 Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA00000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Material: Conglomerato di Pezzo

Initial element loading: field stress & body force

Unit weight: 0.021 MN/m³

Elastic type: isotropic

Young's modulus: 150 MPa

Poisson's ratio: 0.3

Failure criterion: Mohr-Coulomb

Tensile strength: 0 MPa

Peak friction angle: 34 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Material type: Plastic

Dilation Angle: 4 degrees

Residual Friction Angle: 34 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Piezo to use: None

Ru value: 0

Custom Field Stress:

Field stress: gravity

Ground surface elevation: 0 m

Unit weight of overburden: 27 MN/m³

Effective stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0.8

Effective stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0.8

Locked-in horizontal stress (in-plane): 0

Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Material: Sabbie e Ghiaie

Initial element loading: field stress & body force

Unit weight: 0.019 MN/m³

Elastic type: isotropic

Young's modulus: 70 MPa

Poisson's ratio: 0.2

Failure criterion: Mohr-Coulomb

Tensile strength: 0 MPa

Peak friction angle: 32 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Material type: Plastic

Dilation Angle: 2 degrees

Residual Friction Angle: 32 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Piezo to use: None

Ru value: 0

Custom Field Stress:

Field stress: gravity

Ground surface elevation: 0 m

Unit weight of overburden: 27 MN/m³

Effective stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0.47

Effective stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0.47

Locked-in horizontal stress (in-plane): 0

Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA00000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

List of All Coordinates

<u>External boundary</u>	1476.417	714.989
1415.823	720.773	
1415.823	712.668	
1415.823	705.518	
1415.823	690.578	
1486.144	690.578	
1486.144	700.661	
1486.144	707.833	
1486.144	714.402	
1479.386	715.546	
1476.417	714.989	
1426.920	720.773	
<u>Material boundary</u>		
1426.920	720.773	
1430.690	718.150	
1434.250	715.650	
1437.539	715.650	
1440.048	713.150	
1440.876	712.324	
1442.557	710.650	
1444.539	710.650	
1470.477	710.547	
1473.889	713.150	
<u>Material boundary</u>		
1486.144	707.833	
1475.313	708.680	
1467.498	710.006	
1440.876	712.324	
1415.823	712.668	
<u>Material boundary</u>		
1444.539	710.650	
1447.078	708.110	
1449.539	705.650	
1463.040	705.547	
1465.603	708.110	
1467.498	710.006	
1468.040	710.547	
1470.477	710.547	
<u>Material boundary</u>		
1486.144	700.661	
1474.434	701.577	
1455.107	704.855	
1415.823	705.518	

Areas of Excavated and Filled Elements

Scavo 1

Material: Riporto Antropico , Area Excavated: 70.649 m2

Scavo 2

Material: Riporto Antropico , Area Excavated: 86.212 m2

Scavo 3

Material: Riporto Antropico , Area Excavated: 89.671 m2

Scavo 4

Material: Riporto Antropico , Area Excavated: 51.571 m2

Material: Sabbie e Ghiaie, Area Excavated: 27.156 m2

Scavo 5

Material: Riporto Antropico , Area Excavated: 1.083 m2

Material: Sabbie e Ghiaie, Area Excavated: 51.304 m2

Scavo 6

Material: Sabbie e Ghiaie, Area Excavated: 40.225 m2

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Excavation Areas

Original Un-deformed Areas

External Boundary Area: 1987.835 m²
 External Boundary Perimeter: 195.674 m

Geostatica

External Boundary Area: 1987.835 m² (0 m² change from original area)
 External Boundary Perimeter: 195.674 m (0 m change from original perimeter)

Scavo 1

External Boundary Area: 1987.886 m² (0.0502144 m² change from original area)
 External Boundary Perimeter: 195.674 m (-0.000129272 m change from original perimeter)

Scavo 2

External Boundary Area: 1987.896 m² (0.0602302 m² change from original area)
 External Boundary Perimeter: 195.674 m (-0.000300067 m change from original perimeter)

Scavo 3

External Boundary Area: 1987.902 m² (0.067103 m² change from original area)
 External Boundary Perimeter: 195.675 m (0.000762331 m change from original perimeter)

Scavo 4

External Boundary Area: 1987.908 m² (0.0731503 m² change from original area)
 External Boundary Perimeter: 195.675 m (0.000753724 m change from original perimeter)

Scavo 5

External Boundary Area: 1987.906 m² (0.07109 m² change from original area)
 External Boundary Perimeter: 195.675 m (0.000476725 m change from original perimeter)

Scavo 6

External Boundary Area: 1987.901 m² (0.0661405 m² change from original area)
 External Boundary Perimeter: 195.674 m (0.000121325 m change from original perimeter)

Sisma

External Boundary Area: 1987.807 m² (-0.0278639 m² change from original area)
 External Boundary Perimeter: 195.668 m (-0.00614616 m change from original perimeter)

10.5.2 TABULATO DI OUTPUT

Shear Strength Reduction - Material Properties

Strength Reduction Factor: 1

Maximum Total Displacement: 0.0216322 m

Converged: yes

Material: Riporto Antropico

Peak friction angle: 27.45 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Residual Friction Angle: 27.45 degrees
 Residual Cohesion: 0.001 MPa

Material: Conglomerato di Pezzo

Peak friction angle: 34 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 34 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Sabbie e Ghiaie

Peak friction angle: 32 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 32 degrees
 Residual Cohesion: 0.001 MPa

Strength Reduction Factor: 1.05

Maximum Total Displacement: 0.107303 m
 Converged: yes

Material: Riporto Antropico

Peak friction angle: 26.3226 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 26.3226 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Conglomerato di Pezzo

Peak friction angle: 32.7162 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 32.7162 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Sabbie e Ghiaie

Peak friction angle: 30.7575 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 30.7575 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa

Strength Reduction Factor: 1.08

Maximum Total Displacement: 0.19199 m
 Converged: yes

Material: Riporto Antropico

Peak friction angle: 25.6866 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 25.6866 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Conglomerato di Pezzo

Peak friction angle: 31.9866 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 31.9866 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Sabbie e Ghiaie

Peak friction angle: 30.0529 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 30.0529 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa

Strength Reduction Factor: 1.1

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Maximum Total Displacement: 0.262334 m

Converged: yes

Material: Riporto Antropico

Peak friction angle: 25.2783 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 25.2783 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Conglomerato di Pezzo

Peak friction angle: 31.5162 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 31.5162 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Sabbie e Ghiaie

Peak friction angle: 29.5993 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 29.5993 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Critical Strength Reduction Factor: 1.11

Maximum Total Displacement: 0.290203 m

Converged: yes

Material: Riporto Antropico

Peak friction angle: 25.0787 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 25.0787 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Conglomerato di Pezzo

Peak friction angle: 31.2856 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 31.2856 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Sabbie e Ghiaie

Peak friction angle: 29.3771 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 29.3771 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Strength Reduction Factor: 1.12

Maximum Total Displacement: 0.335056 m

Converged: no

Material: Riporto Antropico

Peak friction angle: 24.882 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 24.882 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Conglomerato di Pezzo

Peak friction angle: 31.058 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 31.058 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Sabbie e Ghiaie

Peak friction angle: 29.158 degrees

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 29.158 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa

Strength Reduction Factor: 1.25

Maximum Total Displacement: 1.14918 m
 Converged: no

Material: Riporto Antropico

Peak friction angle: 22.5661 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 22.5661 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Conglomerato di Pezzo

Peak friction angle: 28.3516 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 28.3516 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Sabbie e Ghiaie

Peak friction angle: 26.5603 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 26.5603 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa

Strength Reduction Factor: 1.5

Maximum Total Displacement: 2.59398 m
 Converged: no

Material: Riporto Antropico

Peak friction angle: 19.1013 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 19.1013 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Conglomerato di Pezzo

Peak friction angle: 24.2121 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 24.2121 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Sabbie e Ghiaie

Peak friction angle: 22.6156 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 22.6156 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa

Displacements

Maximum total displacement for Geostatica: 0 m
 Maximum total displacement for Scavo 1 : 0.0162799 m
 Maximum total displacement for Scavo 2: 0.0253355 m
 Maximum total displacement for Scavo 3: 0.0273333 m
 Maximum total displacement for Scavo 4: 0.02747 m
 Maximum total displacement for Scavo 5: 0.0274414 m
 Maximum total displacement for Scavo 6: 0.0273215 m

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA00000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Maximum total displacement for Sisma: 0.0326036 m

Yielded Elements

Yielded Mesh Elements

Number of yielded mesh elements on Geostatica: 57
Number of yielded mesh elements on Scavo 1 : 19
Number of yielded mesh elements on Scavo 2: 29
Number of yielded mesh elements on Scavo 3: 42
Number of yielded mesh elements on Scavo 4: 51
Number of yielded mesh elements on Scavo 5: 63
Number of yielded mesh elements on Scavo 6: 82
Number of yielded mesh elements on Sisma: 165

10.6 RAMPA 2-ANALISI SSR

10.6.1 TABULATO DI INPUT

Project Settings

General

Project Title: Trincea sezione 9
Number of Stages: 6
Analysis Type: Plane Strain
Solver Type: Gaussian Elimination
Units: Metric, stress as MPa

Stress Analysis

Maximum Number of Iterations: 500
Tolerance: 0.001
Number of Load Steps: Automatic
Convergence Type: Absolute Energy
Tensile Failure: Reduces Shear Strength

Groundwater

Method: Piezometric Lines
Pore Fluid Unit Weight: 0.00981 MN/m³

Strength Reduction

Initial Estimate of SRF: 1
Step Size: Automatic
Tolerance (SRF): 0.01
Limit SSR Search Area: Yes
minx: 1617.04
maxx: 1653.43
miny: 625.357
maxy: 645.122

Accelerate SSR Analysis: Yes
Convergence Parameters: Automatic

Field Stress

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA00000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Field stress: gravity
 Using actual ground surface

Seismic Loading

Horizontal seismic load coefficient: -0.112 (positive to the right)
 Vertical seismic load coefficient: -0.0186 (positive up)
 Seismic load applied in: Scavo 4

Mesh

Mesh type: uniform
 Element type: 3 noded triangles
 Number of elements on Geostatica : 1469
 Number of nodes on Geostatica : 786
 Number of elements on Scavo 1 : 1400
 Number of nodes on Scavo 1 : 750
 Number of elements on Scavo 2 : 1325
 Number of nodes on Scavo 2 : 712
 Number of elements on Scavo 3 : 1264
 Number of nodes on Scavo 3 : 682
 Number of elements on Scavo 4 : 1201
 Number of nodes on Scavo 4 : 651
 Number of elements on Sisma verso il basso: 1201
 Number of nodes on Sisma verso il basso: 651

Reset Displacements

Displacements reset after: Geostatica

Material Properties

Material: Sabbie e ghiaie di Messina
 Initial element loading: field stress & body force
 Unit weight: 0.019 MN/m³
 Elastic type: isotropic
 Young's modulus: 70 MPa
 Poisson's ratio: 0.2
 Failure criterion: Mohr-Coulomb
 Tensile strength: 0 MPa
 Peak friction angle: 32 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Material type: Plastic
 Dilation Angle: 2 degrees
 Residual Friction Angle: 32 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa
 Piezo to use: None
 Ru value: 0
Custom Field Stress:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Field stress: gravity
 Ground surface elevation: 0 m
 Unit weight of overburden: 0.027 MN/m³
 Effective stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0.47
 Effective stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0.47
 Locked-in horizontal stress (in-plane): 0
 Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Material: Depositi marini terrazzati

Initial element loading: field stress & body force
 Unit weight: 0.021 MN/m³
 Elastic type: isotropic
 Young's modulus: 100 MPa
 Poisson's ratio: 0.2
 Failure criterion: Mohr-Coulomb
 Tensile strength: 0 MPa
 Peak friction angle: 32 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Material type: Plastic
 Dilation Angle: 2 degrees
 Residual Friction Angle: 32 degrees
 Residual Cohesion: 0MPa
 Piezo to use: None
 Ru value: 0

Custom Field Stress:

Field stress: gravity
 Ground surface elevation: 0 m
 Unit weight of overburden: 0.027 MN/m³
 Effective stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0.47
 Effective stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0.47
 Locked-in horizontal stress (in-plane): 0
 Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Areas of Excavated and Filled Elements

Scavo 1

Material: Depositi marini terrazzati, Area Excavated: 53.051 m²

Scavo 2

Material: Depositi marini terrazzati, Area Excavated: 45.913 m²

Scavo 3

Material: Depositi marini terrazzati, Area Excavated: 45.618 m²

Scavo 4

Material: Depositi marini terrazzati, Area Excavated: 43.723 m²

Excavation Areas

Original Un-deformed Areas

External Boundary Area: 1230.537 m²

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA00000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

External Boundary Perimeter: 160.906 m

Geostatica

External Boundary Area: 1230.537 m² (0 m² change from original area)

External Boundary Perimeter: 160.906 m (0 m change from original perimeter)

Scavo 1

External Boundary Area: 1230.604 m² (0.0669117 m² change from original area)

External Boundary Perimeter: 160.911 m (0.0050532 m change from original perimeter)

Scavo 2

External Boundary Area: 1230.614 m² (0.0772354 m² change from original area)

External Boundary Perimeter: 160.913 m (0.00667163 m change from original perimeter)

Scavo 3

External Boundary Area: 1230.609 m² (0.0725198 m² change from original area)

External Boundary Perimeter: 160.910 m (0.00354679 m change from original perimeter)

Scavo 4

External Boundary Area: 1230.509 m² (-0.0274809 m² change from original area)

External Boundary Perimeter: 160.895 m (-0.0114496 m change from original perimeter)

Sisma verso il basso

External Boundary Area: 1230.509 m² (-0.0279755 m² change from original area)

External Boundary Perimeter: 160.894 m (-0.0115254 m change from original perimeter)

List of All Coordinates

External boundary

1654.160 616.965
1654.160 635.560
1654.160 643.048
1653.016 643.048
1651.573 642.871
1647.910 642.811
1607.239 632.043
1606.229 631.966
1604.330 631.654
1599.985 629.491
1594.519 628.965
1594.519 625.436
1594.519 616.965

1621.860 630.210
1627.110 633.210
1630.609 635.210
1632.609 635.210
1634.359 636.210
1639.608 639.210
1641.358 640.210
1643.358 640.210
1647.910 642.811

Material boundary

1607.239 632.043
1610.442 630.210

Material boundary

1594.519 625.436
1609.740 625.344
1627.870 627.979
1645.361 634.869
1654.160 635.560

Material boundary

1607.241 632.039
1610.442 630.210
1610.443 630.210

SSR Search Area

1617.040 625.357
1653.430 625.357
1653.430 645.122
1617.040 645.122

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

10.6.2 TABULATO DI OUTPUT

Shear Strength Reduction - Material Properties

Strength Reduction Factor: 1

Maximum Total Displacement: 7.88563e-005 m

Converged: yes

Material: Sabbie e ghiaie di Messina

Peak friction angle: 32 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 32 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Depositi marini terrazzati

Peak friction angle: 32 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 32 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Strength Reduction Factor: 1.25

Maximum Total Displacement: 0.0416451 m

Converged: yes

Material: Sabbie e ghiaie di Messina

Peak friction angle: 26.5603 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 26.5603 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Depositi marini terrazzati

Peak friction angle: 26.5603 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 26.5603 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Strength Reduction Factor: 1.26

Maximum Total Displacement: 0.0429131 m

Converged: yes

Material: Sabbie e ghiaie di Messina

Peak friction angle: 26.3781 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 26.3781 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Depositi marini terrazzati

Peak friction angle: 26.3781 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 26.3781 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA00000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Strength Reduction Factor: 1.28

Maximum Total Displacement: 0.0831878 m

Converged: yes

Material: Sabbie e ghiaie di Messina

Peak friction angle: 26.0207 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 26.0207 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Depositi marini terrazzati

Peak friction angle: 26.0207 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 26.0207 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Critical Strength Reduction Factor: 1.29

Maximum Total Displacement: 0.0783082 m

Converged: yes

Material: Sabbie e ghiaie di Messina

Peak friction angle: 25.8453 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 25.8453 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Depositi marini terrazzati

Peak friction angle: 25.8453 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 25.8453 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Strength Reduction Factor: 1.3

Maximum Total Displacement: 0.131253 m

Converged: no

Material: Sabbie e ghiaie di Messina

Peak friction angle: 25.6721 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 25.6721 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Depositi marini terrazzati

Peak friction angle: 25.6721 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 25.6721 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Strength Reduction Factor: 1.31

Maximum Total Displacement: 0.192321 m

Converged: no

Material: Sabbie e ghiaie di Messina

Peak friction angle: 25.5011 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 25.5011 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Depositi marini terrazzati

Peak friction angle: 25.5011 degrees

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 25.5011 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa

Strength Reduction Factor: 1.37

Maximum Total Displacement: 0.262754 m
 Converged: no

Material: Sabbie e ghiaie di Messina

Peak friction angle: 24.5182 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 24.5182 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Depositi marini terrazzati

Peak friction angle: 24.5182 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 24.5182 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa

Strength Reduction Factor: 1.5

Maximum Total Displacement: 0.627406 m
 Converged: no

Material: Sabbie e ghiaie di Messina

Peak friction angle: 22.6156 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 22.6156 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Depositi marini terrazzati

Peak friction angle: 22.6156 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 22.6156 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa

Strength Reduction Factor: 1.75

Maximum Total Displacement: 1.05849 m
 Converged: no

Material: Sabbie e ghiaie di Messina

Peak friction angle: 19.65 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 19.65 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa

Material: Depositi marini terrazzati

Peak friction angle: 19.65 degrees
 Peak cohesion: 0 MPa
 Residual Friction Angle: 19.65 degrees
 Residual Cohesion: 0 MPa

Displacements

Maximum total displacement for Geostatica : 0 m
 Maximum total displacement for Scavo 1 : 0.0126636 m
 Maximum total displacement for Scavo 2 : 0.0197922 m

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Maximum total displacement for Scavo 3 : 0.024155 m
 Maximum total displacement for Scavo 4 : 0.0262585 m
 Maximum total displacement for Sisma verso il basso: 0.0262617 m

Yielded Elements

Yielded Mesh Elements

Number of yielded mesh elements on Geostatica : 379
 Number of yielded mesh elements on Scavo 1 : 332
 Number of yielded mesh elements on Scavo 2 : 277
 Number of yielded mesh elements on Scavo 3 : 263
 Number of yielded mesh elements on Scavo 4 : 372
 Number of yielded mesh elements on Sisma verso il basso: 372

10.7 RAMPA 3-ANALISI SSR

10.7.1 TABULATO DI INPUT

Project Settings

General

Project Title: Trincea sezione 4A
 Number of Stages: 4
 Analysis Type: Plane Strain
 Solver Type: Gaussian Elimination
 Units: Metric, stress as MPa

Stress Analysis

Maximum Number of Iterations: 500
 Tolerance: 0.001
 Number of Load Steps: Automatic
 Convergence Type: Absolute Energy
 Tensile Failure: Reduces Shear Strength

Groundwater

Method: Piezometric Lines
 Pore Fluid Unit Weight: 0.00981 MN/m³

Strength Reduction

Initial Estimate of SRF: 1
 Step Size: Automatic
 Tolerance (SRF): 0.01
 Limit SSR Search Area: Yes
 minx: 1601.62
 maxx: 1642.86
 miny: 594.31
 maxy: 610.106
 Accelerate SSR Analysis: Yes
 Convergence Parameters: Automatic

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA	<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Field Stress

Field stress: gravity
Using actual ground surface
Effective stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0.47
Effective stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0.47
Locked-in horizontal stress (in-plane): 0
Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Seismic Loading

Horizontal seismic load coefficient: -0.128 (positive to the right)
Vertical seismic load coefficient: -0.0213 (positive up)
Seismic load applied in: Sisma verso il basso

Mesh

Mesh type: uniform
Element type: 3 noded triangles
Number of elements on Geostatica : 1671
Number of nodes on Geostatica : 890
Number of elements on Scavo 1 : 1501
Number of nodes on Scavo 1 : 804
Number of elements on Scavo 2 : 1377
Number of nodes on Scavo 2 : 743
Number of elements on Sisma verso il basso: 1377
Number of nodes on Sisma verso il basso: 743

Reset Displacements

Displacements reset after: Geostatica

Material Properties

Material: Depositi marini terrazzati
Initial element loading: field stress & body force
Unit weight: 0.02 MN/m³
Elastic type: isotropic
Young's modulus: 125 MPa
Poisson's ratio: 0.2
Failure criterion: Mohr-Coulomb
Tensile strength: 0 MPa
Peak friction angle: 29.25 degrees
Peak cohesion: 0 MPa
Material type: Plastic
Dilation Angle: 0 degrees
Residual Friction Angle: 29.25 degrees
Residual Cohesion: 0 MPa
Piezo to use: None
Ru value: 0

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Scavo 1

Material: Depositi marini terrazzati, Area Excavated: 68.675 m2

Scavo 2

Material: Depositi marini terrazzati, Area Excavated: 49.405 m2

Excavation Areas

Original Un-deformed Areas

External Boundary Area: 808.653 m2

External Boundary Perimeter: 138.545 m

Geostatica

External Boundary Area: 808.653 m2 (0 m2 change from original area)

External Boundary Perimeter: 138.545 m (0 m change from original perimeter)

Scavo 1

External Boundary Area: 808.664 m2 (0.0108825 m2 change from original area)

External Boundary Perimeter: 138.545 m (0.000239009 m change from original perimeter)

Scavo 2

External Boundary Area: 808.665 m2 (0.0119936 m2 change from original area)

External Boundary Perimeter: 138.545 m (0.000194431 m change from original perimeter)

Sisma verso il basso

External Boundary Area: 808.647 m2 (-0.00608612 m2 change from original area)

External Boundary Perimeter: 138.544 m (-0.000635694 m change from original perimeter)

Areas of Excavated and Filled Elements

Displacements

Maximum total displacement for Geostatica : 0 m

Maximum total displacement for Scavo 1 : 0.00509836 m

Maximum total displacement for Scavo 2 : 0.00648504 m

Maximum total displacement for Sisma verso il basso: 0.00718312 m

Yielded Elements

Yielded Mesh Elements

Number of yielded mesh elements on Geostatica : 95

Number of yielded mesh elements on Scavo 1 : 81

Number of yielded mesh elements on Scavo 2 : 121

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Number of yielded mesh elements on Sisma verso il basso: 223

List of All Coordinates

External boundary

1598.009 604.089
1598.009 590.089
1651.551 590.098
1651.551 606.945
1640.950 606.859
1606.246 604.049

Material boundary

1606.246 604.049
1609.418 602.236
1614.668 599.236
1625.351 599.086
1630.862 602.236
1634.099 604.086
1636.099 604.086
1640.950 606.859

SSR Search Area

1601.620 594.310
1642.860 594.310
1642.860 610.106
1601.620 610.106

10.7.2 TABULATO DI OUTPUT

Shear Strength Reduction - Material Properties

Strength Reduction Factor: 1

Maximum Total Displacement: 0.00397099 m

Converged: yes

Material: Depositi marini terrazzati

Peak friction angle: 29.25 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 29.25 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Strength Reduction Factor: 1.12

Maximum Total Displacement: 0.0193533 m

Converged: yes

Material: Depositi marini terrazzati

Peak friction angle: 26.5662 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 26.5662 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Strength Reduction Factor: 1.18

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA		<i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA0000001F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Maximum Total Displacement: 0.0497618 m

Converged: yes

Material: Depositi marini terrazzati

Peak friction angle: 25.389 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 25.389 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Strength Reduction Factor: 1.21

Maximum Total Displacement: 0.0676246 m

Converged: yes

Material: Depositi marini terrazzati

Peak friction angle: 24.8362 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 24.8362 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Strength Reduction Factor: 1.23

Maximum Total Displacement: 0.0817973 m

Converged: yes

Material: Depositi marini terrazzati

Peak friction angle: 24.4801 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 24.4801 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Critical Strength Reduction Factor: 1.24

Maximum Total Displacement: 0.0895465 m

Converged: yes

Material: Depositi marini terrazzati

Peak friction angle: 24.3056 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 24.3056 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Strength Reduction Factor: 1.25

Maximum Total Displacement: 0.0816511 m

Converged: no

Material: Depositi marini terrazzati

Peak friction angle: 24.1334 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 24.1334 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

Strength Reduction Factor: 1.5

Maximum Total Displacement: 0.278093 m

Converged: no

Material: Depositi marini terrazzati

Peak friction angle: 20.4732 degrees

Peak cohesion: 0 MPa

Residual Friction Angle: 20.4732 degrees

Residual Cohesion: 0 MPa

		<p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p>STABILITA' DEI RILEVATI E TRINCEE – RELAZIONE GEOTECNICA</p>	<p><i>Codice documento</i> CG0700PRBDCCD1CVA00000001F0</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20/06/2011</p>	