

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI
PROGETTO DEFINITIVO

VAR0031 – SSE BIVIO CORVI

PIAZZOLE TECNOLOGICHE

PIAZZOLA CORVI (BORZOLI)

Tomo paramassi in terra armata – Relazione di calcolo

| | | |
|---|----------------------|--|
| GENERAL CONTRACTOR | DIRETTORE DEI LAVORI | |
| Consorzio Cociv Ing. F. Poma | | |

| | | | | | | | |
|----------|-------|------|------|-----------|------------------|--------|------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC. | OPERA/DISCIPLINA | PROGR. | REV. |
| A 3 0 1 | 0 X | D | C V | C L | I N 2 1 0 X | 0 0 8 | A |

Progettazione :

| Rev | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Progettista Integratore | Data | IL PROGETTISTA |
|-----|------------------------------------|---------|------------|------------|------------|-------------------------|------------|---|
| A00 | PRIMA EMISSIONE | IC | 20/07/2020 | COCIV | 22/07/2020 | A.Mancarella | 24/07/2020 | Consorzio Collegamenti Integrati Veloci Dott. Ing. Paolo Costa Medich Ordine Ingegneri Prov. TO n. 10306 X |
| A01 | Revisione per nome direttore COCIV | COCIV | 08/09/21 | COCIV | 08/09/21 | P. Costa Medich | 08/09/21 | |
| | | | | | | | | |

n. Elab.:

File: A301-0X-D-CV-CL-IN21-0X-008-A01.DOC

INDICE

| | |
|--|-----------|
| 1. PREMESSE | 4 |
| 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO | 5 |
| 3. PROGRAMMI PER L'ANALISI AUTOMATICA | 6 |
| 4. AZIONE SISMICA | 7 |
| 4.1. Accelerazione massima su suolo roccioso (tipo A) | 7 |
| 4.2. Effetto di amplificazione locale | 7 |
| 4.3. Accelerazione massima orizzontale al sito | 8 |
| 5. CARATTERISTICHE MATERIALI | 9 |
| 6. INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO | 10 |
| 7. ANALISI DI STABILITÀ – METODI DI CALCOLO E DI VERIFICA | 11 |
| 7.1. Generalità' | 11 |
| 7.2. Modellazione dei rinforzi | 11 |
| 7.3. Azione sismica | 14 |
| 7.4. Criteri di verifica | 15 |
| 8. ANALISI DI STABILITÀ – DATI DI INPUT E RISULTATI | 16 |
| 8.1. Sezione tipo di calcolo | 16 |
| 8.2. Caratteristiche delle geogriglie in hdpe | 16 |
| 8.3. Parametri geotecnici di riferimento | 16 |
| 8.4. Azione sismica di progetto | 17 |
| 8.5. Risultati | 17 |
| 9. ALLEGATO 1 – SEZIONE TIPO 1 – TABULATO | 20 |
| 9.1. Condizioni statiche | 20 |
| 9.2. Condizioni sismiche | 23 |

1. PREMESSE

La presente relazione documenta l'analisi e le verifiche di stabilità del tomo paramassi in terra rinforzata previsto a tergo del muro MC01 nell'ambito del Progetto Definitivo del piazzale tecnologico di Borzoli (sistema Alta Capacità Milano – Genova) in corrispondenza della cava "Serra", attualmente non più soggetta ad attività estrattiva.

Si tratta (cfr. figura n.1.1) di un tomo di altezza pari a 3.00m, larghezza alla base pari a 4.00m e larghezza in sommità pari a 1.00m. Per il rinforzo del rilevato si prevede il ricorso a geogriglie in HDPE disposte ad interasse verticale pari a 60cm ed aventi resistenza a trazione nominale pari a 60kN/m.

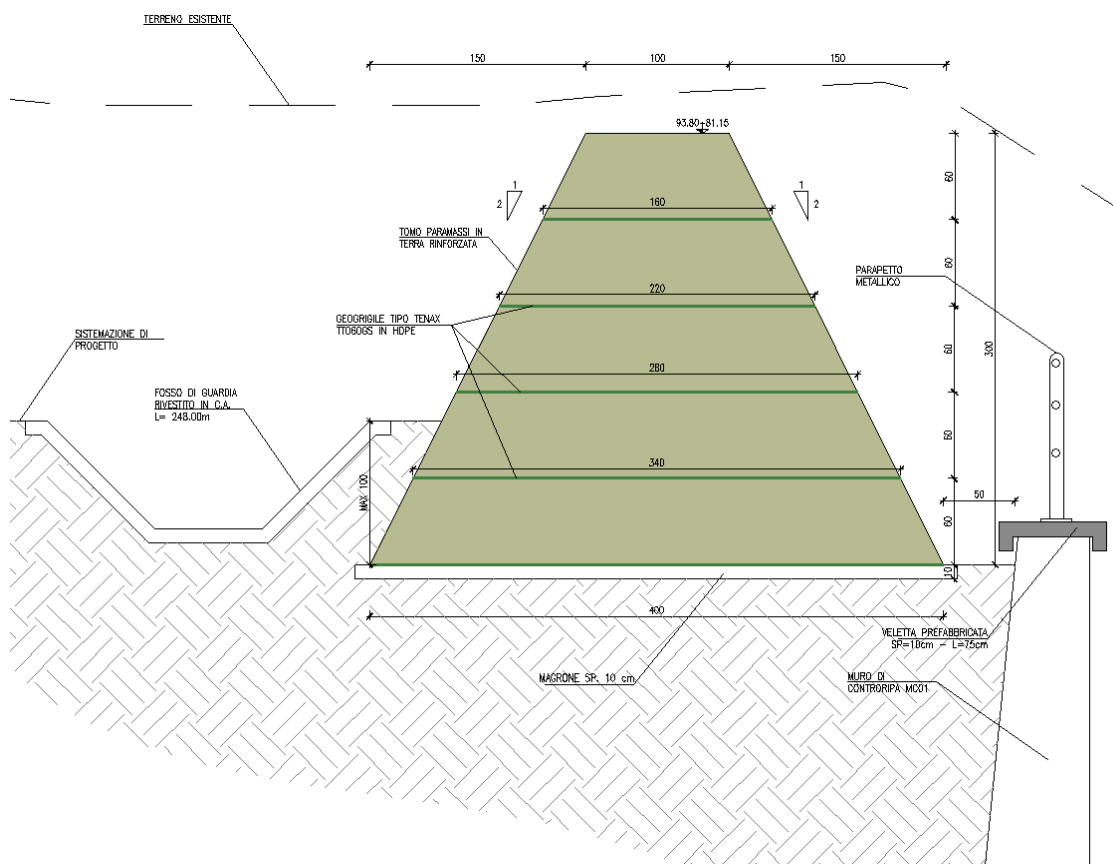


Figura n.1.1 – Geometria dell'opera

Per le geometrie in dettaglio delle strutture si rimanda ai relativi elaborati grafici di progetto.

| | | |
|---|---|-------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | |
| | A301-0X-D-CV-CL-IN21-0X-008-A01.DOC | Foglio 5 di 25 |

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

Circolare 21 gennaio 2019, n.7 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Istruzioni per l'applicazione dell'«*Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"*» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018. Gazzetta Ufficiale del 11.02.2019 n. 5, supplemento ordinario n.35.

D.M. 17/01/2018 «*Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"*» - GU n°8 del 17/2/2018

EUROCODICI E RACCOMANDAZIONI

UNI-EN 1997-1:2005 – “Eurocodice 7: Progettazione geotecnica – Parte 1: regole generali”

UNI EN 1998-1:2005 “Eurocode 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici”.

UNI-EN 1998-5:2005 “Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”

AGI (2005) “Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica”. Linee guida

| | |
|--|---|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | A301-0X-D-CV-CL-IN21-0X-008-A01.DOC |
| | Foglio 6 di 25 |

3. PROGRAMMI PER L'ANALISI AUTOMATICA

Per l'analisi e la verifica di stabilità si è fatto ricorso al seguente codice di calcolo commerciale:

SLIDE 5.0 – *Rocscience* (analisi di stabilità)

4. AZIONE SISMICA

Per le verifiche sismiche si assume quanto segue:

- ✓ Opera tipo 3
- ✓ Vita nominale dell'opera $V_N = 100$ anni
- ✓ Classe d'uso III
- ✓ Coefficiente d'uso 1.5

Si ottiene:

$V_R =$ periodo di riferimento = 100 anni \times 1.5 = 150 anni

Ovvero i tempi di ritorno di cui alla tabella seguente:

| STATI LIMITE | | $T_R = T_R(V_R)$ |
|--------------|------------|-------------------------------------|
| SLE | SLO | $T_R = 90$ anni |
| | SLD | $T_R = 151$ anni |
| SLU | SLV | $T_R = 1424$ anni |
| | SLC | $T_R = 2'475$ anni |

Tabella n.4.1 - Tempo di ritorno in funzione della vita di riferimento

4.1. ACCELERAZIONE MASSIMA SU SUOLO ROCCIOSO (TIPO A)

Coordinate geografiche sito (sistema ED50): Lat. 44.44477 – Long. 8.85738

Parametri per calcolo azione sismica su suolo roccioso:

| | T_R | a_g | F_0 | T_c^* |
|------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| SLO | 90 | 0.037 | 2.547 | 0.234 |
| SLD | 151 | 0.045 | 2.518 | 0.266 |
| SLV | 1424 | 0.100 | 2.518 | 0.297 |
| SLC | 2475 | 0.121 | 2.511 | 0.301 |

Tabella n.4.2 - Parametri azione sismica su suolo roccioso

4.2. EFFETTO DI AMPLIFICAZIONE LOCALE

In accordo con la "Relazione Geotecnica" cui si rimanda per i dettagli si assume quanto segue:

- ✓ Terreno tipo B
- ✓ Coefficiente di amplificazione stratigrafica: $S_S = 1.2$ (categoria suolo B)
- ✓ Coefficiente di amplificazione stratigrafica: $S_T = 1.2$ (categoria topografica T2)

4.3. ACCELERAZIONE MASSIMA ORIZZONTALE AL SITO

$$a_{\max} = a_g \times S = a_g \times S_T \times S_s$$

| | T_R | a_{\max} |
|------------|-------------|--------------|
| SLO | 90 | 0.053 |
| SLD | 151 | 0.065 |
| SLV | 1424 | 0.144 |
| SLC | 2475 | 0.174 |

Tabella n.4.3 - Azione massima orizzontale al sito

5. CARATTERISTICHE MATERIALI

Geogriglie in HDPE

- Resistenza nominale a trazione: 60kN/m
- Resistenza al 2% di allungamento: 26kN/m
- Resistenza di progetto a lungo termine: 25kN/m (tipo TENAX TT060 GS)

Acciaio per rete elettrosaldato

- Tipo di acciaio: B450C
- Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} \geq 450\text{N/mm}^2$
- Tensione caratteristica di rottura: $f_{yk} \geq 540\text{N/mm}^2$

Per maggiori dettagli sui materiali si rimanda alle tavole di progetto.

6. INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO

Con riferimento alla “*Relazione Geotecnica*”, ai fini delle analisi di seguito documentate si fa riferimento alla seguente stratigrafia di calcolo ($z=m$ da p.c. locale):

$z \cong 0 \div 4.00m$: Materiale di riporto costituito da ghiaia etero metrica con ciottoli, sabbiosa con clasti poligenici e tracce di laterizi;

$z \cong 4.00 \div 10.00m$: Substrato roccioso costituito da serpentinoscisti completamente alterati e destrutturati (eluvio).

Per quanto concerne le caratteristiche geotecniche del materiale di riporto, del substrato roccioso alterato e del materiale di riempimento a tergo dei muri, si considera quanto riportato in tabella n.6.1 (parametri “caratteristici”).

| Parametro | | Materiale di riporto | Substrato roccioso alterato | Materiale di riempimento |
|------------------------------|-------------------------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Peso naturale di volume sat. | γ_{sat} (kN/m ³) | 20 | 28 | 19 |
| Angolo di attrito | φ' (°) | 34 | 28-30 | 36 |
| Coesione efficace | c' (kPa) | 0 | 300 | 0 |
| Angolo di attrito terra/muro | δ (°) | 0.67φ | 0.67φ | -- |

Tabella n.6.1 – Parametri caratteristici di resistenza al taglio

Si precisa che le caratteristiche del materiale di riporto presente in sito sono state definite in via cautelativa in assenza di specifiche indagini, mentre le caratteristiche del materiale di riempimento per la creazione del tomo in terra rinforzata sono state definite con riferimento a valori “tipici” in uso nella prassi progettuale.

La falda non interessa le opere in progetto.

| | | |
|---|---|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | |
| | A301-0X-D-CV-CL-IN21-0X-008-A01.DOC | Foglio 11 di 25 |

7. ANALISI DI STABILITÀ – METODI DI CALCOLO E DI VERIFICA

7.1. GENERALITA'

Si fa ricorso ad un modello semplificato basato sulla nota teoria dell'equilibrio limite nell'ambito della quale i terreni sono stati caratterizzati mediante un legame costitutivo rigido-plastico con criterio di rottura di Mohr-Coulomb (analisi in termini di sforzi efficaci).

Tale approccio consente di svincolarsi da tutte le complesse problematiche legate all'analisi dello stato deformativo dell'ammasso e di definire un semplice fattore di sicurezza, convenzionalmente valutato come rapporto tra le forze di taglio potenzialmente mobilitabili lungo la superficie di rottura analizzata e le forze di taglio effettivamente mobilitate sotto l'azione delle forze agenti sull'ammasso (pesi propri, carichi esterni, ecc.).

La letteratura tecnica documenta numerosi metodi per il calcolo del fattore di sicurezza; tra di essi si è optato per quello proposto da Bishop (1955) "semplificato" per superfici di rottura di forma cilindrica o generica. In questo caso le equazioni di equilibrio applicate al generico elemento sono di seguito riassunte:

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{b_i c_i + W_i \operatorname{tg} \phi_i}{m} \right)}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \alpha_i}$$

Con:

$$m = \left(1 + \frac{\operatorname{tg} \alpha_i \operatorname{tg} \phi_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

Dove:

n = numero di concii

b_i = lunghezza base del concio i-esimo

α_i = inclinazione della base del concio i-esimo

W_i = peso del concio i-esimo

7.2. MODELLAZIONE DEI RINFORZI

Per la modellazione dei rinforzi (geogriglie) si fa riferimento a quanto illustrato nelle figure n.7.1, 7.2 e n.7.3; in particolare si definiscono le seguenti condizioni di rottura:

Sfilamento del tratto di ancoraggio (Pullot): $F_1 = 2 L_0 A \tau / 10$

Rottura per strappamento (Tensile Failure): $F_2 = T A / 100$

Sfilamento della parte anteriore (Stripping): $F_3 = 2 L_i A \tau / 100$

dove:

L_i = lunghezza del rinforzo dentro la massa instabile

L_o = lunghezza del rinforzo dentro la massa stabile

A = percentuale di ricoprimento (%)

T = Resistenza a trazione del rinforzo

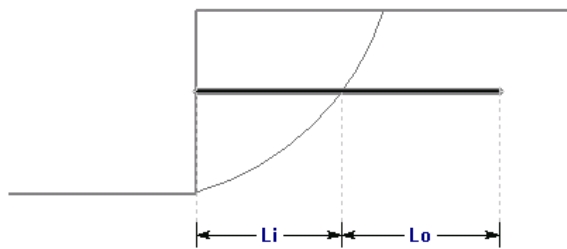


Figura n.7.1 – Sistema di interazione pendio-rinforzo

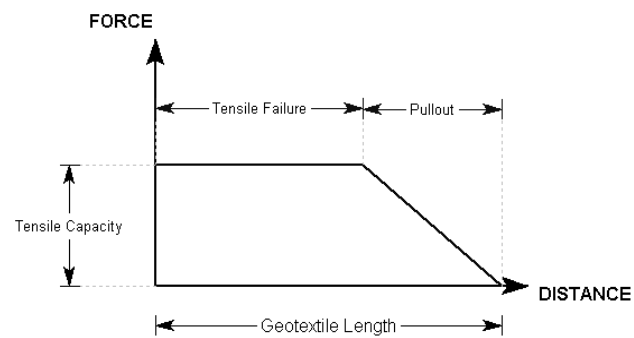


Figura n.7.2 – Diagramma delle forze mobilitabili lungo il rinforzo

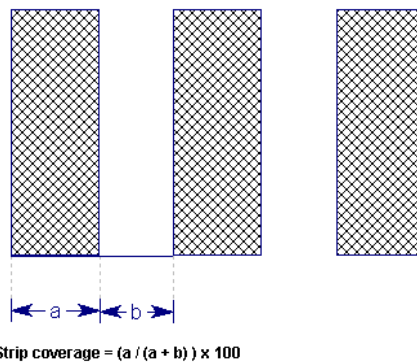


Figura n.7.3 – Percentuale di ricoprimento

Ciò premesso si verifica che in ogni punto il diagramma della forza applicata (F) rispetti la condizione di cui al seguito:

Rinforzo non ancorato: $F = \min (F_1, F_2, F_3)$

Rinforzo ancorato lato fronte scavo: $F = \min (F_1, F_2)$

Rinforzo ancorato su entrambi i lati: $F = F_2$

La forza (τ) di attrito lungo la superficie dei rinforzi viene definita per mezzo del noto criterio di rottura lineare (cfr. figura n.7.4):

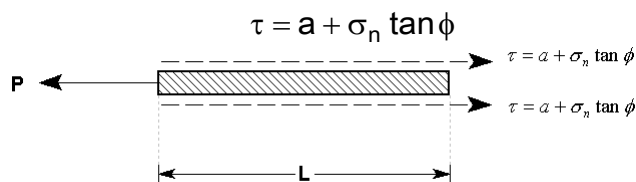


Figura n.7.4 – Forza di attrito lungo il rinforzo

dove:

a = adesione

σ_n = tensione verticale efficace

ϕ = angolo di attrito tra terreno e rinforzo

Quanto alla direzione della forza generata dal rinforzo ed applicata alla base del concio interessato si può assumere (cfr. figura n.7.5):

Parallela al rinforzo.

Tangente alla superficie di rottura

Bisettrice tra la parallela al rinforzo e la tangente alla superficie

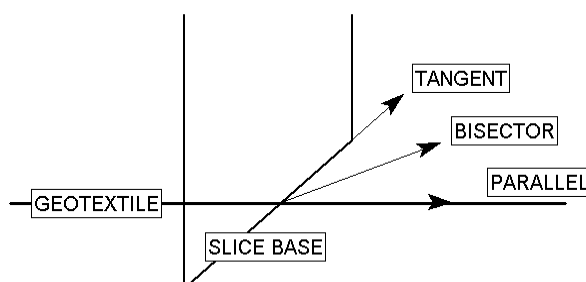


Figura n.7.5 – Direzione forza stabilizzante mobilata dal rinforzo

| | | |
|---|---|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | |
| | A301-0X-D-CV-CL-IN21-0X-008-A01.DOC | Foglio 14 di 25 |

Per quanto concerne la resistenza a trazione del rinforzo (F_2), si fa riferimento alla resistenza “di progetto” a lungo termine (120 anni) riportata al capitolo n.5.

Per quanto concerne la resistenza a sfilamento (F_1, F_3) Sulla base di prove sperimentali di strappamento si verifica che il coefficiente di attrito allo sfilamento/scorrimento per rinforzi in materiale polimerico vale:

$$\mu_k \geq 0.9 \tan\phi'$$

In accordo a quanto previsto dalle norme BS 8006:1995 (tabella 16) per i meccanismi di interazione terreno/rinforzo si deve tenere conto di un coefficiente parziale (γ_s) pari a 1.30.

Il valore di progetto dell'angolo di attrito rinforzo/terreno vale pertanto:

$$\tan\phi_d = \mu_k / \gamma_s = 0.9 \tan\phi' / \gamma_s$$

7.3. AZIONE SISMICA

Si ricorre ad un approccio di tipo pseudo-statico che consiste nell'aggiungere ai carichi statici di progetto una forza rappresentativa della forza di inerzia prodotta dal passaggio delle onde sismiche nella massa di terreno. Da un punto di vista operativo si ricorre agli stessi codici impiegati per le analisi statiche con la semplice aggiunta di una forza di volume calcolata come di seguito indicato.

Con riferimento a quanto definito nelle NTC (paragrafo n.7.11.3.5.2 e 7.11.4) l'azione sismica viene messa in conto per mezzo dei seguenti coefficienti di accelerazione:

$$k_h = \beta_s \cdot a_{max}/g$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove:

$$a_{max} = \text{accelerazione massima al suolo} = S_T \cdot S_s \cdot a_g = 0.144 \text{ (§4.3)}$$

g = accelerazione di gravità

$$\beta_s = \text{coefficiente per fronti di scavo/rilevati} = 0.38 \text{ (NTC – §7.11.4)}$$

Nel caso specifico in studio si ottiene quanto segue:

$$k_h = \beta_s \cdot a_{max}/g = 0.38 \times 0.144 = 0.055$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h = 0.0275$$

7.4. CRITERI DI VERIFICA

Si fa riferimento al paragrafo n.6.8.2 e 7.11.4 delle NTC. La verifica di stabilità viene svolta sotto le seguenti ipotesi:

Approccio di calcolo: 1
 Combinazione: 2
 Coefficienti parziali: A_2, M_2, R_2 (vedere tabella n.7.1)

Si verifica che valga:

$$\tau_m \leq (\tau_s / \gamma_R)$$

Dove:

τ_m = sforzo di taglio mobilitato (da calcolare con fattori di cui a tabella n.7.1)

τ_s = sforzo di taglio disponibile (da calcolare con fattori di cui a tabella n.7.1)

γ_R = coefficiente globale sulla resistenza di calcolo (NTC - §6.8.2 e 7.11.4)

I valori delle forze mobilitanti e resistenti sono definiti in rapporto ai coefficienti parziali (tabelle 6.2.I, 6.2.II, 6.8.I e 7.11.4 delle NTC) di cui alla tabella n.7.1:

| VERIFICA | γ_F | | | γ_M | | | | γ_R |
|------------------|--|-------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--|------------|
| | Permanenti sfavorevoli | | Accidentali sfavorevoli | $\tan(\phi')$ | c' | c_u | | |
| | Strutturali e permanenti definiti (p.p., spinte terra e acqua) | Permanenti non definiti | | | | | | |
| STATICA | 1.0 | 1.3 | 1.3 | 1.25 | 1.25 | 1.40 | | 1.1 |
| SISMA_SLV | 1.0 ⁽¹⁾ | 1.0 ⁽¹⁾ | 1.0 ⁽¹⁾ | 1.0 ⁽¹⁾ | 1.0 ⁽¹⁾ | 1.0 ⁽¹⁾ | | 1.2 |

⁽¹⁾ §7.11.4 NTC

Tabella n.7.1 – Coefficienti parziali

8. ANALISI DI STABILITÀ – DATI DI INPUT E RISULTATI

8.1. SEZIONE TIPO DI CALCOLO

Le analisi e le verifiche di seguito documentate sono state svolte con riferimento alla sezione tipo di progetto illustrata in figura n.8.1. Si precisa che tali analisi sono finalizzate alla verifica delle condizioni di stabilità del tomo paramassi rispetto a superfici di rottura "interne" al tomo stesso e di forma circolare.

Per le verifiche di stabilità che coinvolgono anche il muro di controripa MC01 si rimanda alla specifica relazione di calcolo.

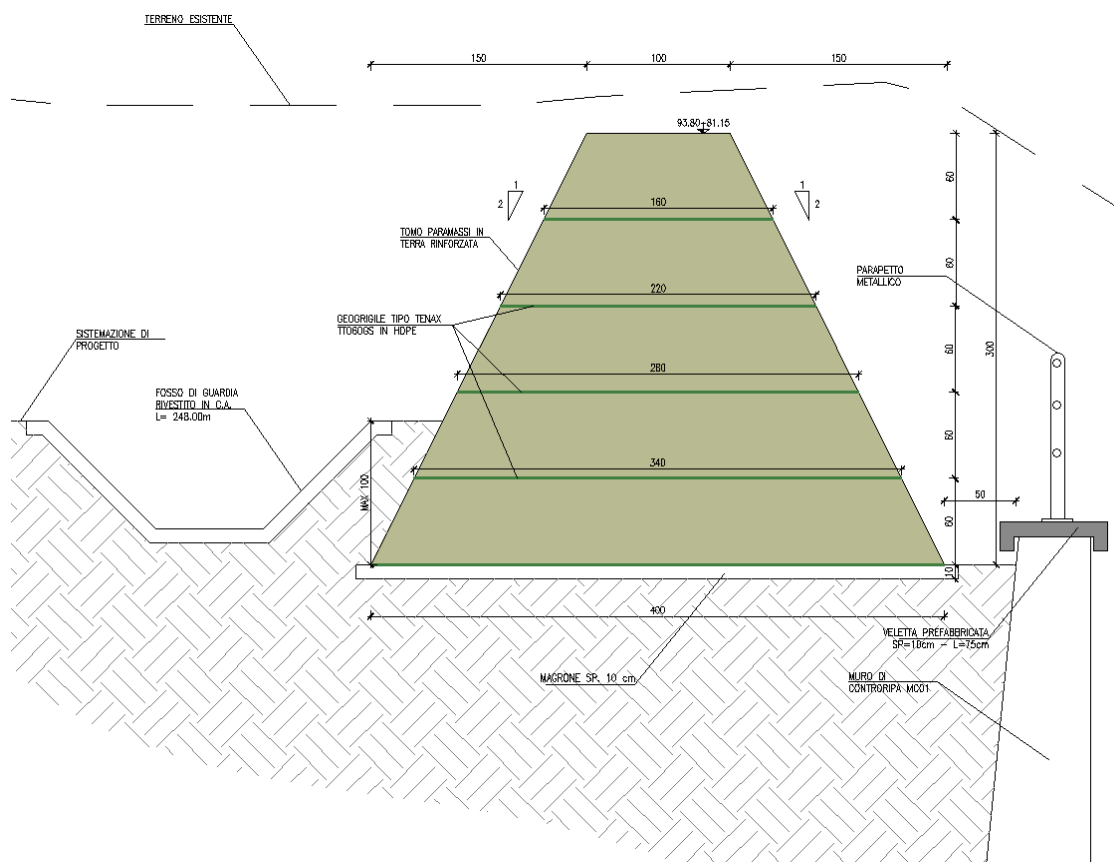


Figura n.8.1 – Sezione tipo di calcolo

8.2. CARATTERISTICHE DELLE GEOGRIGLIE IN HDPE

In accordo a quanto riportato al capitolo n.5, per i rinforzi del tomo paramassi in progetto la resistenza a trazione "di progetto" (R_d) viene definita con riferimento al valore a lungo termine (120 anni):

$$R_d = 25\text{kN/m}$$

8.3. PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO

Si rimanda a quanto riportato al capitolo n.6.

8.4. AZIONE SISMICA DI PROGETTO

Si rimanda a quanto riportato al paragrafo n.7.4.

8.5. RISULTATI

I risultati delle analisi sono riportati in tabella n.8.1 e nelle seguenti figure n.8.1 (condizioni statiche) e n.8.2 (condizioni sismiche).

Per maggiori dettagli si rimanda ai tabulati di calcolo in allegato 1.

| CONDIZIONI | FS |
|------------|-------------------------------|
| Statiche | $FS = 2.54 > \gamma_R = 1.10$ |
| Sismiche | $FS = 2.70 > \gamma_R = 1.20$ |

Tabella n.8.1 – Risultati delle analisi

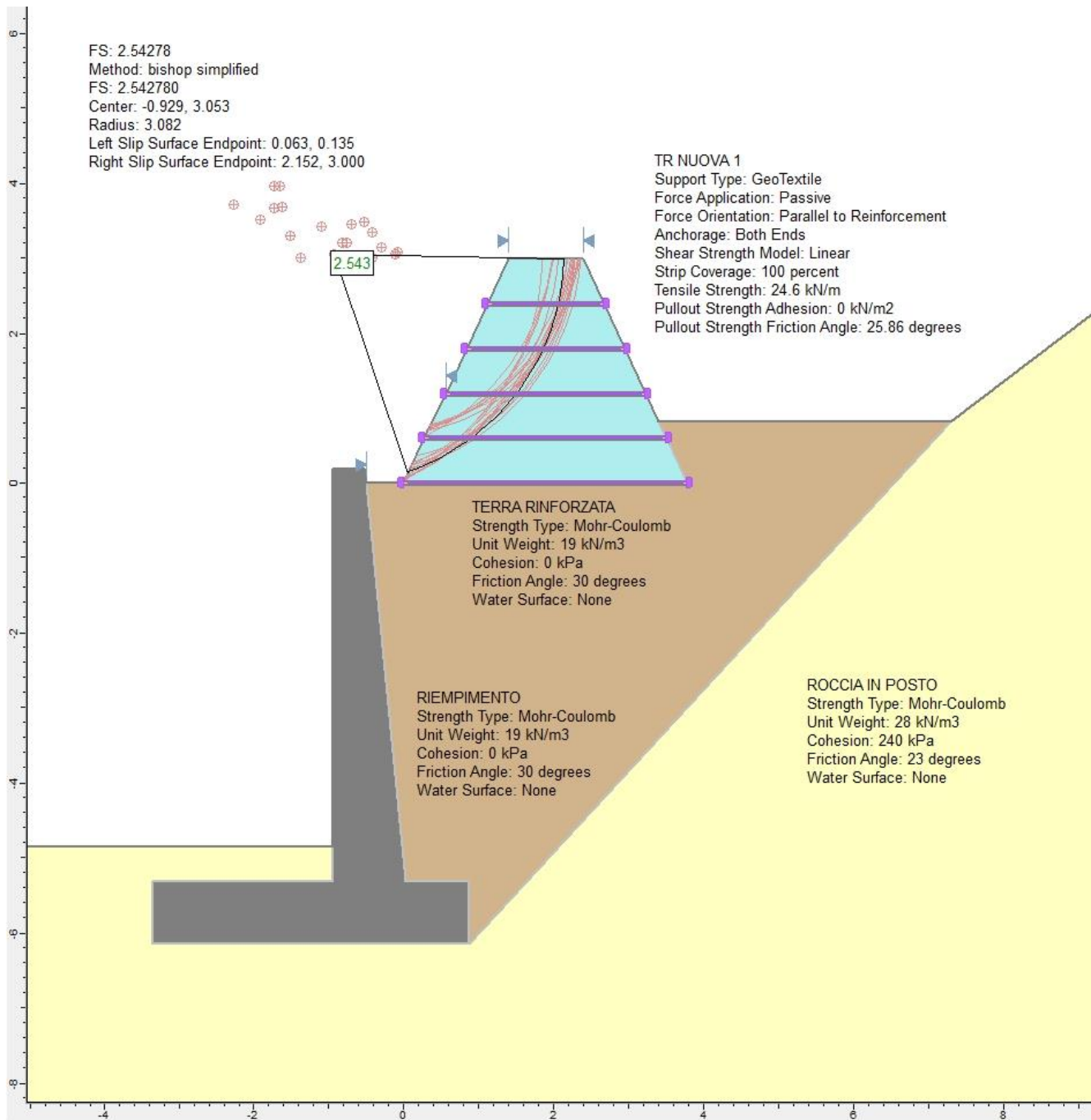


Figura n.8.1 – Risultati delle analisi – Condizioni statiche

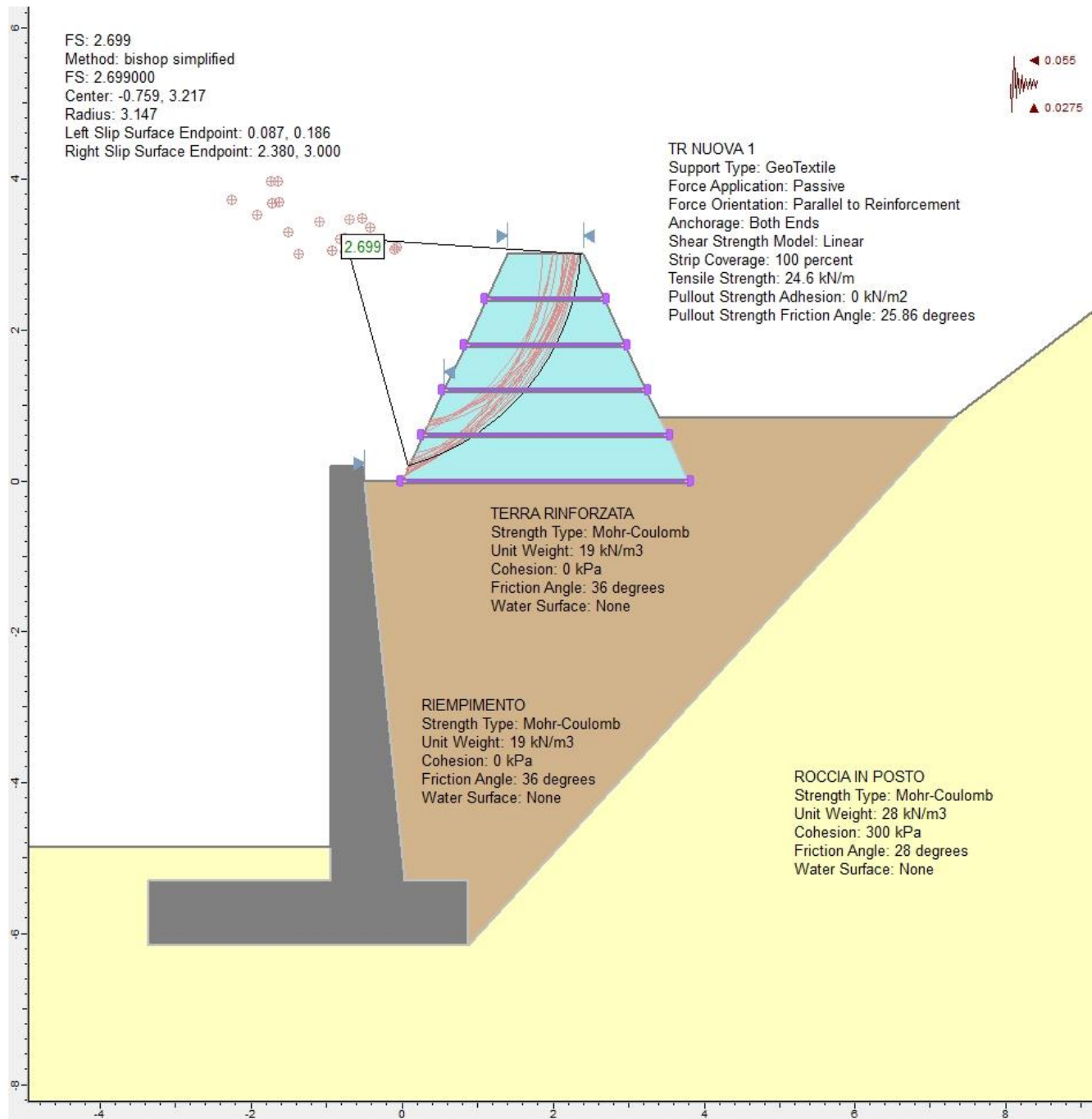


Figura n.8.2 – Risultati delle analisi – Condizioni sismiche

9. ALLEGATO 1 – SEZIONE TIPO 1 – TABULATO

9.1. CONDIZIONI STATICHE

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: statico.sli

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
 Failure Direction: Right to Left
 Units of Measurement: SI Units
 Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
 Groundwater Method: Water Surfaces
 Data Output: Standard
 Calculate Excess Pore Pressure: Off
 Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off
 Random Numbers: Pseudo-random Seed
 Random Number Seed: 10116
 Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
 Bishop simplified

Number of slices: 25
 Tolerance: 0.005
 Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
 Search Method: Slope Search
 Number of Surfaces: 2000
 Upper Angle: Not Defined
 Lower Angle: Not Defined
 Composite Surfaces: Disabled
 Reverse Curvature: Invalid Surfaces
 Minimum Elevation: Not Defined
 Minimum Depth: Not Defined

Material Properties

Material: ROCCIA IN POSTO
 Strength Type: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 28 kN/m³
 Cohesion: 240 kPa
 Friction Angle: 23 degrees
 Water Surface: None

Material: RIEMPIMENTO
 Strength Type: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 19 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Friction Angle: 30 degrees
 Water Surface: None



Material: MURO MC01
Strength Type: Infinite strength
Unit Weight: 25 kN/m3

Material: TERRA RINFORZATA
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19 kN/m3
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 30 degrees
Water Surface: None

Support Properties

Support: TR NUOVA 1
TR NUOVA 1
Support Type: GeoTextile
Force Application: Passive
Force Orientation: Parallel to Reinforcement
Anchorage: Both Ends
Shear Strength Model: Linear
Strip Coverage: 100 percent
Tensile Strength: 24.6 kN/m
Pullout Strength Adhesion: 0 kN/m2
Pullout Strength Friction Angle: 25.86 degrees

Global Minimums

Method: bishop simplified
FS: 2.542780
Center: -0.929, 3.053
Radius: 3.082
Left Slip Surface Endpoint: 0.063, 0.135
Right Slip Surface Endpoint: 2.152, 3.000
Resisting Moment=255.17 kN-m
Driving Moment=100.351 kN-m

List of All Coordinates

Material Boundary

-0.5000 0.000
0.030 -5.299
0.875 -5.299
0.875 -6.145
7.296 0.829

Material Boundary

-0.942 -4.844
-0.942 -5.299
-3.351 -5.299
-3.351 -6.145
0.875 -6.145

Material Boundary

0.000 0.000
3.790 0.000

Material Boundary

3.405 0.829
3.511 0.600
3.790 -0.000

Material Boundary

0.279 0.600



3.511 0.600

Material Boundary

0.559 1.200

3.233 1.200

Material Boundary

0.838 1.800

2.954 1.800

Material Boundary

1.117 2.400

2.675 2.400

External Boundary

7.296 0.829

3.405 0.829

3.233 1.200

2.954 1.800

2.675 2.400

2.397 3.000

1.397 3.000

1.117 2.400

0.838 1.800

0.559 1.200

0.279 0.600

0.000 0.000

-0.5000.000

-0.5200.196

-0.9420.196

-0.942-4.844

-12.260 -4.844

-12.260 -5.294

-12.260 -5.299

-12.260 -13.421

19.827-13.421

19.82710.376

Support

0.000 0.000

3.790 0.000

Support

0.279 0.600

3.511 0.600

Support

0.559 1.200

3.233 1.200

Support

0.838 1.800

2.954 1.800

Support

1.117 2.400

2.675 2.400



9.2. CONDIZIONI SISMICHE

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: sismico.sli

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
 Failure Direction: Right to Left
 Units of Measurement: SI Units
 Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
 Groundwater Method: Water Surfaces
 Data Output: Standard
 Calculate Excess Pore Pressure: Off
 Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off
 Random Numbers: Pseudo-random Seed
 Random Number Seed: 10116
 Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
 Bishop simplified

Number of slices: 25
 Tolerance: 0.005
 Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
 Search Method: Slope Search
 Number of Surfaces: 2000
 Upper Angle: Not Defined
 Lower Angle: Not Defined
 Composite Surfaces: Disabled
 Reverse Curvature: Invalid Surfaces
 Minimum Elevation: Not Defined
 Minimum Depth: Not Defined

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.055
 Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.0275

Material Properties

Material: ROCCIA IN POSTO
 Strength Type: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 28 kN/m³
 Cohesion: 300 kPa
 Friction Angle: 28 degrees
 Water Surface: None

Material: RIEMPIMENTO
 Strength Type: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 19 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Friction Angle: 36 degrees
 Water Surface: None



Material: MURO MC01
Strength Type: Infinite strength
Unit Weight: 25 kN/m3

Material: TERRA RINFORZATA
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19 kN/m3
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 36 degrees
Water Surface: None

Support Properties

Support: TR NUOVA 1
TR NUOVA 1
Support Type: GeoTextile
Force Application: Passive
Force Orientation: Parallel to Reinforcement
Anchorage: Both Ends
Shear Strength Model: Linear
Strip Coverage: 100 percent
Tensile Strength: 24.6 kN/m
Pullout Strength Adhesion: 0 kN/m2
Pullout Strength Friction Angle: 25.86 degrees

Global Minimums

Method: bishop simplified
FS: 2.699000
Center: -0.759, 3.217
Radius: 3.147
Left Slip Surface Endpoint: 0.087, 0.186
Right Slip Surface Endpoint: 2.380, 3.000
Resisting Moment=305.875 kN-m
Driving Moment=113.329 kN-m

List of All Coordinates

Material Boundary

-0.5000.000
0.030 -5.299
0.875 -5.299
0.875 -6.145
7.296 0.829

Material Boundary

-0.942-4.844
-0.942-5.299
-3.351-5.299
-3.351-6.145
0.875 -6.145

Material Boundary

0.000 0.000
3.790 0.000

Material Boundary

3.405 0.829
3.511 0.600
3.790 -0.000

Material Boundary



0.279 0.600
3.511 0.600

Material Boundary

0.559 1.200
3.233 1.200

Material Boundary

0.838 1.800
2.954 1.800

Material Boundary

1.117 2.400
2.675 2.400

External Boundary

7.296 0.829
3.405 0.829
3.233 1.200
2.954 1.800
2.675 2.400
2.397 3.000
1.397 3.000
1.117 2.400
0.838 1.800
0.559 1.200
0.279 0.600
0.000 0.000
-0.5000.000
-0.5200.196
-0.9420.196
-0.942-4.844
-12.260 -4.844
-12.260 -5.294
-12.260 -5.299
-12.260 -13.421
19.827-13.421
19.82710.376

Support

0.000 0.000
3.790 0.000

Support

0.279 0.600
3.511 0.600

Support

0.559 1.200
3.233 1.200

Support

0.838 1.800
2.954 1.800

Support

1.117 2.400
2.675 2.400