

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA

**QUADRUPPLICAMENTO CIAMPINO-CAPANNELLE E PRG CIAMPINO 2^A
FASE LATO ROMA
QUADRUPPLICAMENTO LINEA**

GEOTECNICA

Relazione di stabilità trincee stradali

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

NR 4 5 0 0 R 2 9 R H GE 0 0 0 5 0 0 5 A

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato | Data |
|------|---------------------|---------------|-----------|------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|
| A | Emissione esecutiva | Cons. INTEGRA | Feb. 2021 | I. Siano | Feb. 2021 | T. Paoletti | Feb. 2021 | F. Arduini | Feb. 2021 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

ITALFERR S.p.A.
Divisione Ricerca
Esercizio e Sviluppo
Ufficio Studi e Progettazione
Via ... Roma

File: NR4500R29RHGE0005005A

n. Elab.:

INDICE

| | | |
|-------|---|----|
| 1. | INTRODUZIONE | 1 |
| 2. | NORMATIVA DI RIFERIMENTO E DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO | 2 |
| 2.1 | NORMATIVA DI RIFERIMENTO..... | 2 |
| 2.2 | DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO..... | 2 |
| 3. | ANALISI DI STABILITÀ DELLE SCARPATE | 4 |
| 3.1 | METODO DI CALCOLO | 4 |
| 3.1.1 | <i>CARICHI STRADALI</i> | 5 |
| 3.1.2 | <i>AZIONI SISMICHE PER L'ANALISI DI STABILITÀ</i> | 6 |
| 3.2 | MODELLAZIONE | 6 |
| 3.3 | RISULTATI | 10 |
| 3.4 | ALLEGATO | 12 |

1. INTRODUZIONE

Il presente documento illustra le verifiche di stabilità delle scarpate delle trincee stradali previste nel progetto di fattibilità tecnica ed economica del quadruplicamento ferroviario della tratta Capannelle – Ciampino appartenente alla linea Roma – Cassino e del PRG di Ciampino.

L'ubicazione della tratta in questione segue la linea rossa rappresentata in **Figura 1-1**.

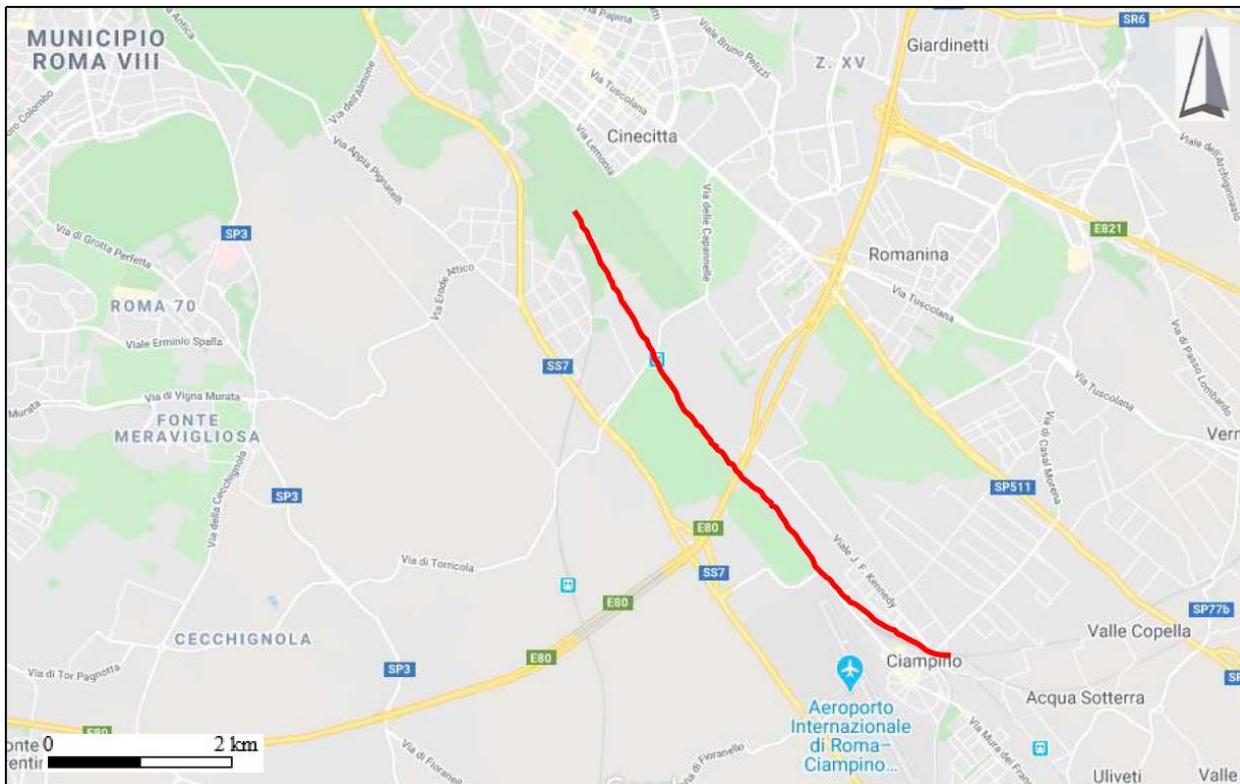


Figura 1-1 – Ubicazione del tracciato dell'opera in progetto

2. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO E DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO**

2.1 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- 1) Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018: “Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, G.U. n.29 del 20.2.2018, Supplemento Ordinario n.30;
- 2) Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici recante “Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”;
- 3) UNI EN 1997-1: Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali
- 4) UNI EN 1998-5: Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- 5) AGI (1977) Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche.
- 6) AGI (2005) Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica. Linee guida.

2.2 **DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO**

- 7) ITALFERR – Relazione geotecnica generale (Doc. NR4500R29GEGE0005001)
- 8) ITALFERR – Profilo longitudinale tav. 1 (Doc. NR4500R29F6GE0005001)
- 9) ITALFERR – Profilo longitudinale tav. 2 (Doc. NR4500R29F6GE0005002)
- 10) ITALFERR – Profilo longitudinale tav. 3 (Doc. NR4500R29F6GE0005003)
- 11) ITALFERR – Profilo longitudinale tav. 4 (Doc. NR4500R29F6GE0005004)
- 12) ITALFERR – Relazione sui cedimenti dei rilevati ferroviari (Doc. NR4500R29RHGE0005001)
- 13) ITALFERR – Relazione sui cedimenti dei rilevati stradali (Doc. NR4500R29RHGE0005002)
- 14) ITALFERR – Relazione di stabilità rilevati ferroviari (Doc. NR4500R29RHGE0005003)
- 15) ITALFERR – Relazione di stabilità rilevati stradali (Doc. NR4500R29RHGE0005004)
- 16) ITALFERR – Relazione di stabilità trincee stradali (Doc. NR4500R29RHGE0005005)
- 17) ITALFERR – Indagini geognostiche e prove in sito (Doc. NR4511D69SGGE0001001)
- 18) ITALFERR – Indagini geofisiche (Doc. NR4511D69IGGE0001001)
- 19) ITALFERR – Prove di laboratorio geotecnico (Doc. NR4511D69PRGE0005001)



QUADRUPPLICAMENTO CIAMPINO-CAPANNELLE E PRG
CIAMPINO 2^ FASE LATO ROMA

QUADRUPPLICAMENTO LINEA

Relazione di stabilità trincee stradali

| COMMESSA | LOTTO | FASE-ENTE | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|-----------|-------------|------|---------|
| NR45 | 00 | R29 | RHGE0005005 | A | 3 di 18 |

- 20) ITALFERR – Relazione geologica, ideogeologica, geomorfologica e sismica (Doc. NR4511D69RGGE0001001)
- 21) ITALFERR – Profilo geologico (Doc. NR4511D69FZGE0001001)

3. ANALISI DI STABILITÀ DELLE SCARPATE

Nel presente paragrafo si riportano i risultati delle verifiche di stabilità delle scarpate delle trincee. Dette verifiche sono state svolte sia in condizioni statiche che in condizioni sismiche con le metodologie ed i parametri geotecnici indicati di seguito.

3.1 METODO DI CALCOLO

L'analisi delle condizioni di stabilità è stata condotta avvalendosi degli usuali metodi dell'equilibrio limite. Per la valutazione dei fattori di sicurezza nei confronti della stabilità globale è stato impiegato il software di calcolo SlopeCAD, dove è possibile tracciare una molteplicità di superfici di potenziale scivolamento generando la maglia dei centri, scegliendo una serie di punti di passaggio ed un fascio di tangenti. Il metodo di analisi è quello di Bishop, il quale prevede la generazione di superfici di scorrimento circolari.

Il coefficiente di sicurezza FS a rottura lungo la superficie di scorrimento viene definito come il rapporto tra la resistenza al taglio disponibile lungo la superficie S e quella effettivamente mobilitata lungo detta superficie:

$$FS = \frac{\int_S \tau_{disp}}{\int_S \tau_{mob}}$$

In accordo alle NTC 2018, per rilevati in materiali sciolti e fronti scavo, le analisi di stabilità vengono condotte secondo la combinazione (A2+M2+R2), in base alla quale i parametri di resistenza del terreno devono essere abbattuti mediante i coefficienti parziali di seguito riportati:

$\gamma_\varphi = 1.25$ coefficiente parziale per l'angolo di resistenza al taglio

$\gamma_c = 1.25$ coefficiente parziale per la coesione drenata

L'analisi viene, quindi, condotta con i seguenti parametri geotecnici di calcolo:

$\tan(\varphi'_{calcolo}) = \tan(\varphi'_k) / \gamma_\varphi$ coefficiente parziale per l'angolo di resistenza al taglio

$c'_{calcolo} = c'_k / \gamma_c$ coefficiente parziale per la coesione drenata

In condizioni sismiche, i coefficienti di sicurezza dei gruppi A ed M assumono invece valori unitari (v. 7.11.4 delle NTC 2018).

La sezione sottoposta a verifica, ubicata alla progressiva pk 0+230 della NV02B, è caratterizzata da una trincea stradale avente una profondità massima $H_{\max} = 2$ m. Il terreno in situ utilizzato per la modellazione è costituito dall'unità geotecnica più superficiale $S(L)_1$ (per la definizione delle aree geotecniche, si veda la Relazione geotecnica generale: Doc. NR4500R29GEGE0005001), la quale si estende per tutta la tratta in esame fino ad una profondità variabile da circa 15 m a circa 35 m, con un peso specifico pari a $\gamma_t = 17.5$ kN/m³, una coesione efficace c' nulla e un angolo di resistenza al taglio $\phi' = 35^\circ$.

In accordo al §6.8.2 delle NTC 2018, il coefficiente di sicurezza minimo per le verifiche di stabilità di opere in materiali sciolti e fronti scavo deve essere pari a 1.1 (γ_R), ossia deve essere verificata la seguente disequaglianza:

$$FS \geq 1.1$$

In accordo al §7.11 delle NTC 2018, il coefficiente minimo di sicurezza in condizioni sismiche è invece pari a 1.2, quindi:

$$FS \geq 1.2$$

3.1.1 CARICHI STRADALI

Per l'analisi di stabilità, è stato considerato un sovraccarico accidentale di 10 kN/m² in testa alla scarpata, che deve essere fattorizzato con $\gamma_Q = 1.30$ (v. Tabella 5.1.V NTC 2018). A valle della scarpata invece è stato considerato un sovraccarico nullo, in quanto favorevole. In condizioni sismiche, al carico accidentale è stato applicato un coefficiente di combinazione $\Psi_2 = 0.2$ (v. §5.1.3.12 delle NTC 2018).

3.1.2 AZIONI SISMICHE PER L'ANALISI DI STABILITÀ

In base al metodo pseudo-statico, l'azione sismica viene modellata considerando, in luogo delle azioni dinamiche, le azioni statiche equivalenti ovvero forze statiche orizzontali f_h e verticali f_v per unità di volume, di intensità pari al prodotto tra il peso specifico del corpo g sottoposto all'azione dinamica ed il coefficiente sismico:

$f_h = \gamma \cdot k_h$ forza orizzontale per unità di volume

$f_v = \gamma \cdot k_v$ forza verticale per unità di volume

dove:

γ = peso specifico del volume considerato

k_h coefficiente sismico in direzione orizzontale

k_v coefficiente sismico in direzione verticale

In base §7.11.3.5.2 delle NTC 2018, i coefficienti sismici sono definiti in funzione dell'accelerazione orizzontale massima attesa al sito (a_{max}), mediante le seguenti espressioni:

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

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

dove:

$a_{max} = 0.197$ [g] accelerazione orizzontale massima attesa al sito

$\beta_s = 0.24$ coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito (v. Tabella 7.11.I NTC 2018, categoria del suolo B)

3.2 MODELLAZIONE

Il modello di calcolo elaborato fa riferimento al metodo di analisi di Bishop. Detto metodo si fonda sull'ipotesi che la superficie di scivolamento sia assimilabile ad un arco di circonferenza. Se si considera la massa interessata dallo scivolamento suddivisa in n conci, il fattore di sicurezza può essere espresso in termini di momenti generati dalle forze agenti su singoli conci rispetto al centro della circonferenza stessa:

$$FS = \frac{M_S}{M_R}$$

In cui M_R è il momento delle forze ribaltanti pari a

$$M_R = r \cdot \sum_{i=1}^n W_i \cdot \sin\alpha_i$$

M_S è il momento stabilizzante dato da

$$M_S = \sum_{i=1}^n (c + \sigma_i \cdot \tan\varphi_i) \cdot \Delta l_i$$

dove r e Δl_i sono rispettivamente il raggio e la lunghezza della base del concio considerato (v. Figura 3-1).

Nel metodo di Bishop si assume che le azioni agenti all'interfaccia dei conci abbiano risultante orizzontale, perciò, se si esprime la resistenza mobilitata T_i come un'aliquota della resistenza al taglio, tramite il fattore di sicurezza FS (assunto uguale a quello dell'equazione generale), e si ricava N_i dall'equilibrio alla traslazione verticale, si ha:

$$N_i = \frac{W_i - u_i \cdot \Delta x_i - (1/FS) \cdot c \cdot \Delta x_i \cdot \tan\alpha_i}{\cos\alpha_i \cdot [1 + (\tan\alpha_i \cdot \tan\varphi_i)/FS]}$$

ottenendo:

$$FS = \frac{\sum_{i=1}^n [c \cdot \Delta x_i + (W_i - u_i \cdot \Delta x_i) \cdot \tan\varphi_i] \cdot [1/M_i(\alpha)]}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot \sin\alpha_i} \quad [1]$$

con

$$M_i(\alpha) = \cos\alpha_i \cdot \left(1 + \frac{\tan\alpha_i \cdot \tan\varphi_i}{FS}\right) \quad [2]$$

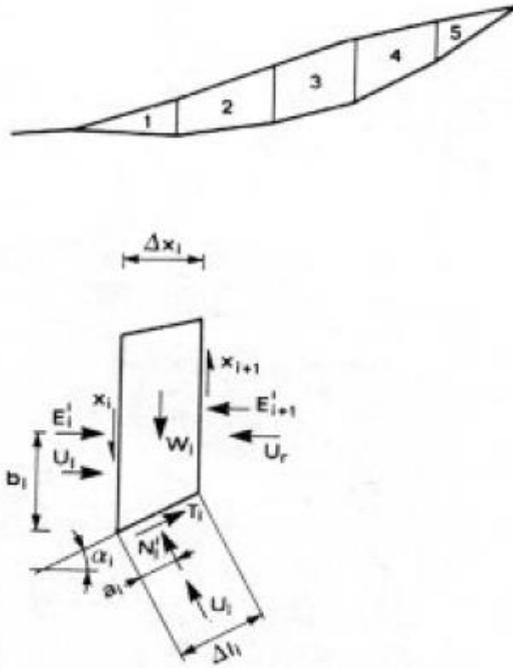


Figura 3-1 – metodo di Bishop

Poiché il coefficiente di sicurezza FS compare in [1] sia al primo membro, sia al secondo (per la presenza di $M_i(\alpha)$), è necessaria una procedura iterativa: si introduce un valore di tentativo in [2] e se ne calcola uno nuovo mediante la [1], continuando fino a convergenza (grado di approssimazione pari a 0.001).

In conclusione, il metodo di Bishop trascura l'equilibrio alla traslazione orizzontale del singolo concio, pertanto il risultato è necessariamente approssimato. Tuttavia, il confronto con le procedure rigorose dimostra che l'errore commesso è di pochi punti percentuali e, quindi, accettabile.

In **Figura 3-2** è rappresentato il modello di calcolo.

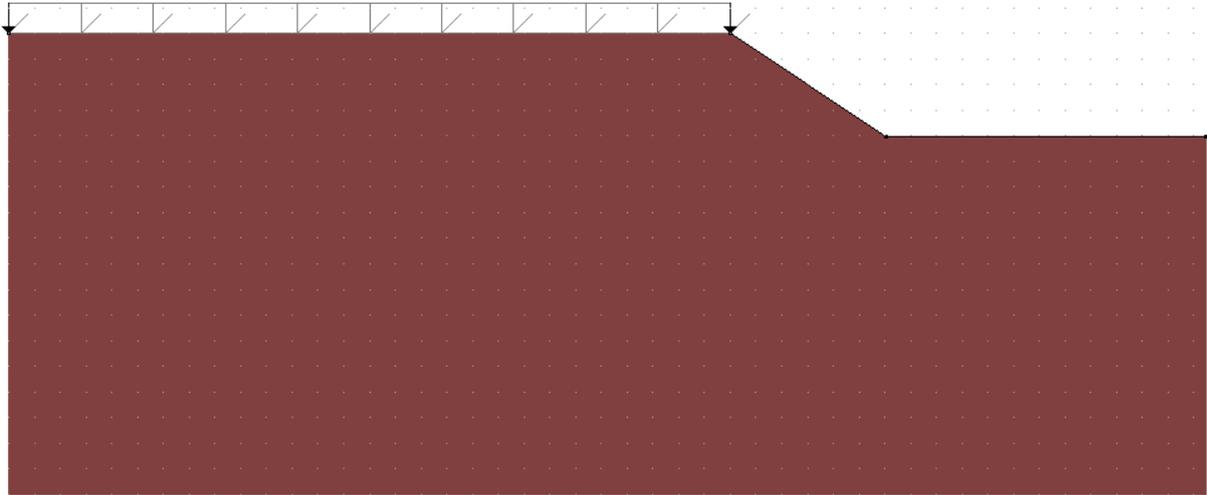


Figura 3-2 – modello di calcolo per la stabilità della trincea

3.3 RISULTATI

L'analisi allo SLU ha fornito un coefficiente di sicurezza $FS = 1.36$, a fronte di un valore minimo di 1.1. In presenza di sisma, il coefficiente di sicurezza relativo alla condizione più gravosa è $FS = 1.72$, a fronte di un valore minimo di 1.2. Dunque le verifiche di stabilità risultano soddisfatte. In Figura 3-3 e Figura 3-4 sono rappresentate la superfici di scorrimento critiche, per le condizioni di SLU e SLV, rispettivamente.

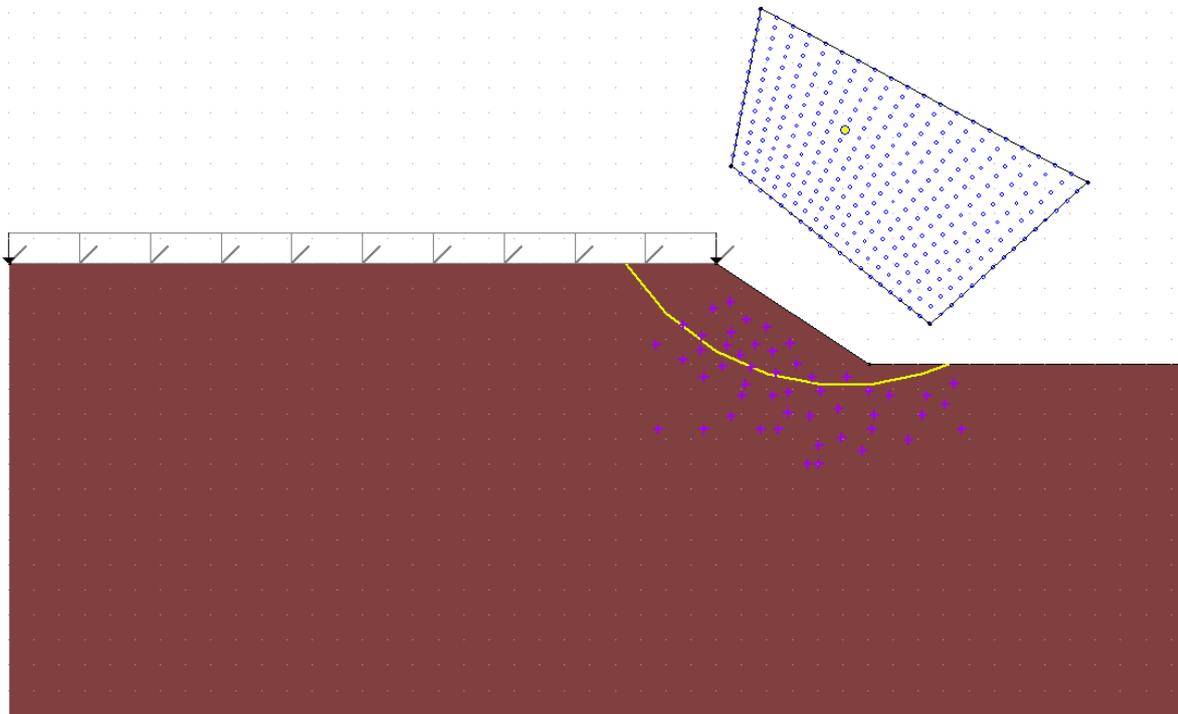


Figura 3-3 – Superficie di scorrimento critica (in giallo) per SLU

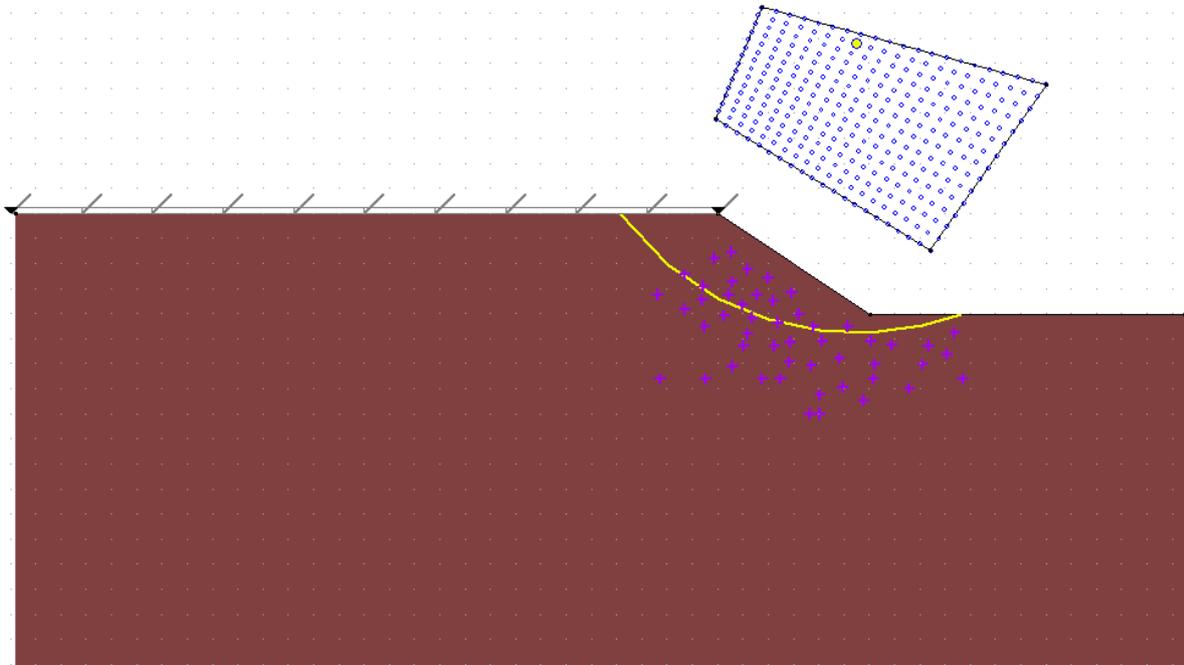


Figura 3-4 – Superficie di scorrimento critica (in giallo) per SLV

3.4 ALLEGATO

Risultati di calcolo SLU

Vengono disegnate le 10 superfici più critiche, con in evidenza la peggiore trovata.

Simboli usati nella tabella dei risultati:

alfa = angolo alla base del concio in gradi

l = lunghezza della base del concio

C = coesione di progetto alla base del concio

Tgfi = tangente dell'angolo di attrito di progetto alla base del concio

Xg = ascissa del baricentro del concio

Yg = ordinata del baricentro del concio

b = braccio relativo al peso del concio

Peso = peso complessivo del concio

Pvert = carico verticale complessivo agente sul concio

Ptot = carico totale agente alla base del concio

Press = pressione di falda

Mstab = momento stabilizzante complessivo

MstabS = momento instabilizzante complessivo

Unità di misura utilizzate nella tabella dei risultati: daN,cm

Coefficiente di sicurezza richiesto = 1.1

Minimo coefficiente di sicurezza calcolato FS = 1.355

Caratteristiche del cerchio che comporta il minimo coefficiente di sicurezza:

Ascissa del centro X = 255.43

Ordinata del centro Y = 265.78

Raggio del cerchio R = 509 cm

Caratteristiche della massa interessata dallo scivolamento:

Volume = 58026 cmc/cm

Peso = 102 daN/cm

Perimetro di scivolamento = 728 cm

STABILITA' DEL PENDIO CON IL METODO DI BISHOP

Stabilità del pendio senza sisma

| Concio | alfa | l | C | Tgfi | Xg | Yg | b | Peso | Pvert | Ptot | Press | Mstab | Minst |
|--------|-------|-----|---|------|------|------|-----|------|-------|------|-------|-------|--------|
| 1 | -51.4 | 126 | 0 | 0.56 | -126 | -33 | 382 | 7 | 9 | 16 | 0 | 4912 | -6482 |
| 2 | -37.2 | 125 | 0 | 0.56 | -45 | -70 | 301 | 24 | 12 | 36 | 0 | 9797 | -11049 |
| 3 | -23.9 | 110 | 0 | 0.56 | 49 | -115 | 206 | 29 | 0 | 29 | 0 | 7588 | -5932 |
| 4 | -11.9 | 103 | 0 | 0.56 | 148 | -164 | 108 | 23 | 0 | 23 | 0 | 6107 | -2394 |
| 5 | -0.5 | 100 | 0 | 0.56 | 244 | -202 | 12 | 13 | 0 | 13 | 0 | 3677 | -55 |
| 6 | 11.1 | 106 | 0 | 0.56 | 347 | -217 | 92 | 5 | 0 | 5 | 0 | 1737 | 539 |
| 7 | 20.3 | 57 | 0 | 0.56 | 423 | -208 | 168 | 1 | 0 | 1 | 0 | 338 | 166 |
| | | 728 | | | | | | 102 | 21 | 123 | | 34155 | -25208 |

Coefficiente di sicurezza FS = 1.35

Risultati di calcolo SLV

Vengono disegnate le 10 superfici più critiche, con in evidenza la peggiore trovata.

Simboli usati nella tabella dei risultati:

alfa = angolo alla base del concio in gradi

l = lunghezza della base del concio

C = coesione di progetto alla base del concio

Tgfi = tangente dell'angolo di attrito di progetto alla base del concio

Xg = ascissa del baricentro del concio

Yg = ordinata del baricentro del concio

b = braccio relativo al peso del concio

Peso = peso complessivo del concio

Pvert = carico verticale complessivo agente sul concio

Ptot = carico totale agente alla base del concio

Press = pressione di falda

Mstab = momento stabilizzante complessivo

MstabS = momento instabilizzante complessivo

Unità di misura utilizzate nella tabella dei risultati: daN/cm

Coefficiente di sicurezza richiesto = 1.2

Minimo coefficiente di sicurezza calcolato FS = 1.721

Caratteristiche del cerchio che comporta il minimo coefficiente di sicurezza:

Ascissa del centro $X = 274.1$

Ordinata del centro $Y = 338.47$

Raggio del cerchio $R = 578$ cm

Caratteristiche della massa interessata dallo scivolamento:

Volume = 57574 cm³/cm

Peso = 101 daN/cm

Perimetro di scivolamento = 756 cm

STABILITA' DEL PENDIO CON IL METODO DI BISHOP

Stabilità del pendio con sisma orizzontale e verticale positivi

| Concio | alfa | l | C | Tgfi | Xg | Yg | b | Peso | Pvert | Ptot | Press | Mstab | Minst |
|--------|-------|-----|---|------|------|------|-----|------|-------|------|-------|-------|-------|
| 1 | -47.2 | 139 | 0 | 0.7 | -131 | -34 | 405 | 8 | 2 | 11 | 0 | 4522 | -4814 |
| 2 | -34.3 | 120 | 0 | 0.7 | -46 | -69 | 320 | 24 | 2 | 27 | 0 | 10191 | -9145 |
| 3 | -22.9 | 109 | 0 | 0.7 | 49 | -112 | 225 | 28 | 0 | 28 | 0 | 10649 | -6975 |
| 4 | -12.4 | 103 | 0 | 0.7 | 148 | -161 | 126 | 22 | 0 | 22 | 0 | 8425 | -3254 |
| 5 | -2.3 | 101 | 0 | 0.7 | 244 | -199 | 31 | 12 | 0 | 12 | 0 | 4958 | -595 |

Relazione di stabilità trincee stradali

COMMESSA LOTTO FASE-ENTE DOCUMENTO REV. FOGLIO
NR45 00 R29 RHGE0005005 A 15 di 18

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|------|-----|---|-----|-----|------|-----|-----|---|-----|---|-------|--------|
| 6 | 7.9 | 105 | 0 | 0.7 | 349 | -216 | 75 | 6 | 0 | 6 | 0 | 2450 | 305 |
| 7 | 17.1 | 79 | 0 | 0.7 | 430 | -209 | 156 | 2 | 0 | 2 | 0 | 762 | 227 |
| | | 756 | | | | | | 101 | 4 | 108 | | 41956 | -24251 |

Coefficiente di sicurezza FS = 1.73

STABILITA' DEL PENDIO CON IL METODO DI BISHOP

Stabilità del pendio con sisma orizzontale positivo e verticale negativo

| Concio | alfa | l | C | Tgfi | Xg | Yg | b | Peso | Pvert | Ptot | Press | Mstab | Minst |
|--------|-------|-----|---|------|------|------|-----|------|-------|------|-------|-------|--------|
| 1 | -47.2 | 139 | 0 | 0.7 | -131 | -34 | 405 | 8 | 2 | 10 | 0 | 4306 | -4600 |
| 2 | -34.3 | 120 | 0 | 0.7 | -46 | -69 | 320 | 24 | 2 | 25 | 0 | 9710 | -8746 |
| 3 | -22.9 | 109 | 0 | 0.7 | 49 | -112 | 225 | 28 | 0 | 27 | 0 | 10150 | -6681 |
| 4 | -12.4 | 103 | 0 | 0.7 | 148 | -161 | 126 | 22 | 0 | 21 | 0 | 8033 | -3128 |
| 5 | -2.3 | 101 | 0 | 0.7 | 244 | -199 | 31 | 12 | 0 | 12 | 0 | 4728 | -582 |
| 6 | 7.9 | 105 | 0 | 0.7 | 349 | -216 | 75 | 6 | 0 | 5 | 0 | 2338 | 285 |
| 7 | 17.1 | 79 | 0 | 0.7 | 430 | -209 | 156 | 2 | 0 | 2 | 0 | 727 | 215 |
| | | 756 | | | | | | 101 | 4 | 103 | | 39992 | -23237 |

Coefficiente di sicurezza FS = 1.72

STABILITA' DEL PENDIO CON IL METODO DI BISHOP

Stabilità del pendio con sisma orizzontale negativo e verticale positivo

| Concio | alfa | l | C | Tgfi | Xg | Yg | b | Peso | Pvert | Ptot | Press | Mstab | Minst |
|--------|-------|-----|---|------|------|------|-----|------|-------|------|-------|-------|-------|
| 1 | -47.2 | 139 | 0 | 0.7 | -131 | -34 | 405 | 8 | 2 | 11 | 0 | 4832 | -4439 |
| 2 | -34.3 | 120 | 0 | 0.7 | -46 | -69 | 320 | 24 | 2 | 27 | 0 | 10679 | -8145 |
| 3 | -22.9 | 109 | 0 | 0.7 | 49 | -112 | 225 | 28 | 0 | 28 | 0 | 10988 | -5796 |
| 4 | -12.4 | 103 | 0 | 0.7 | 148 | -161 | 126 | 22 | 0 | 22 | 0 | 8572 | -2234 |
| 5 | -2.3 | 101 | 0 | 0.7 | 244 | -199 | 31 | 12 | 0 | 12 | 0 | 4974 | 22 |
| 6 | 7.9 | 105 | 0 | 0.7 | 349 | -216 | 75 | 6 | 0 | 6 | 0 | 2420 | 595 |
| 7 | 17.1 | 79 | 0 | 0.7 | 430 | -209 | 156 | 2 | 0 | 2 | 0 | 739 | 307 |

QUADRUPPLICAMENTO LINEA

Relazione di stabilità trincee stradali

| | | | | | |
|----------|-------|-----------|-------------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE-ENTE | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| NR45 | 00 | R29 | RHGE0005005 | A | 16 di 18 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-----|--|--|--|--|--|-----|---|-----|--|-------|--------|
| | | 756 | | | | | | 101 | 4 | 108 | | 43205 | -19689 |
|--|--|-----|--|--|--|--|--|-----|---|-----|--|-------|--------|

Coefficiente di sicurezza FS = 2.19

STABILITA' DEL PENDIO CON IL METODO DI BISHOP

Stabilità del pendio con sisma orizzontale e verticale negativi

| Concio | alfa | l | C | Tgfi | Xg | Yg | b | Peso | Pvert | Ptot | Press | Mstab | Minst |
|--------|-------|-----|---|------|------|------|-----|------|-------|------|-------|-------|--------|
| 1 | -47.2 | 139 | 0 | 0.7 | -131 | -34 | 405 | 8 | 2 | 10 | 0 | 4617 | -4225 |
| 2 | -34.3 | 120 | 0 | 0.7 | -46 | -69 | 320 | 24 | 2 | 25 | 0 | 10198 | -7746 |
| 3 | -22.9 | 109 | 0 | 0.7 | 49 | -112 | 225 | 28 | 0 | 27 | 0 | 10489 | -5501 |
| 4 | -12.4 | 103 | 0 | 0.7 | 148 | -161 | 126 | 22 | 0 | 21 | 0 | 8180 | -2107 |
| 5 | -2.3 | 101 | 0 | 0.7 | 244 | -199 | 31 | 12 | 0 | 12 | 0 | 4745 | 36 |
| 6 | 7.9 | 105 | 0 | 0.7 | 349 | -216 | 75 | 6 | 0 | 5 | 0 | 2307 | 575 |
| 7 | 17.1 | 79 | 0 | 0.7 | 430 | -209 | 156 | 2 | 0 | 2 | 0 | 705 | 295 |
| | | 756 | | | | | | 101 | 4 | 103 | | 41241 | -18675 |

Coefficiente di sicurezza FS = 2.21