

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA

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

GEOTECNICA

Relazione di stabilità rilevati 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 4	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 Infrastrutture di Roma
Via ...
Tel. ...

File: NR4500R29RHGE0005004A

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.....	3
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	7
3.3	RISULTATI	10
3.4	ALLEGATO	12

1. INTRODUZIONE

Il presente documento illustra le verifiche di stabilità delle scarpate dei rilevati stradali previsti 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**.

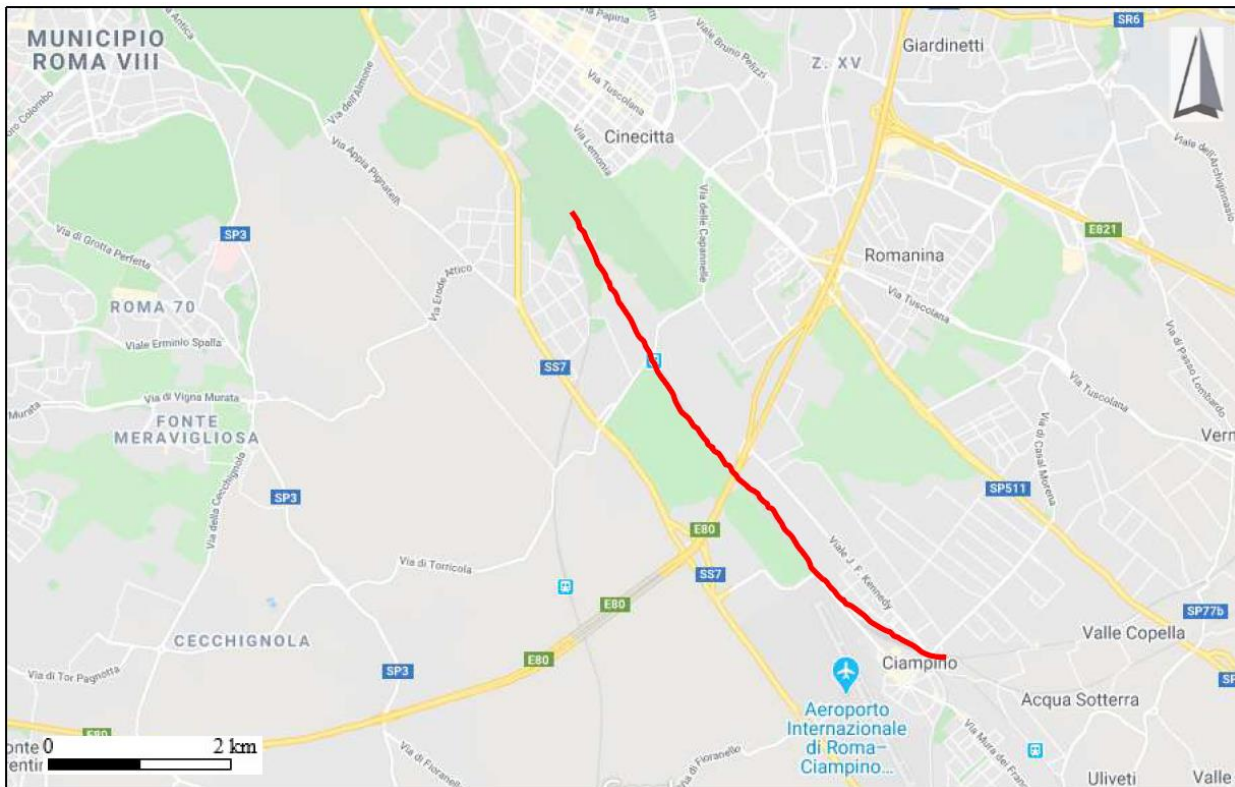


Figura 1-1 – Ubicazione del tracciato dell'opera in progetto

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

2.1 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- 1) Norme Tecniche per le Costruzioni, DM del 17/01/2018;
- 2) Legge 05/01/1971 n°1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica;
- 3) Legge 02/02/1974 n°64: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- 4) C.M. 21/01/2019 n.7: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni";
- 5) RFI DTC SI PS MA IFS 001 C del 21/12/2018: Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II – Sezione 2 – Ponti e Strutture;
- 6) RFI DTC SI PS SP IFS 001 C del 21/12/2018: Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Parte II – Sezione 6 – Opere in conglomerato cementizio e in acciaio;
- 7) UNI EN 1991-1-4:2005: Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento;
- 8) UNI EN 1992-1-1:2005: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- 9) UNI EN 1992-2:2006: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: Ponti;
- 10) UNI EN 1993-1-1:2005: Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- 11) UNI EN 1993-2:2007: Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 2: Ponti;
- 12) UNI EN 1998-1:2005: Eurocodice 8 – Progettazione delle struttura per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici;
- 13) UNI EN 1998-2:2006: Eurocodice 8 – Progettazione delle struttura per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti;
- 14) STI 2014 –Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019.

2.2 DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO

- 15) ITALFERR – Relazione geotecnica generale (Doc. NR4500R29GEGE0005001)
- 16) ITALFERR – Profilo longitudinale tav. 1 (Doc. NR4500R29F6GE0005001)
- 17) ITALFERR – Profilo longitudinale tav. 2 (Doc. NR4500R29F6GE0005002)
- 18) ITALFERR – Profilo longitudinale tav. 3 (Doc. NR4500R29F6GE0005003)
- 19) ITALFERR – Profilo longitudinale tav. 4 (Doc. NR4500R29F6GE0005004)
- 20) ITALFERR – Relazione sui cedimenti dei rilevati ferroviari (Doc. NR4500R29RHGE0005001)
- 21) ITALFERR – Relazione sui cedimenti dei rilevati stradali (Doc. NR4500R29RHGE0005002)
- 22) ITALFERR – Relazione di stabilità rilevati ferroviari (Doc. NR4500R29RHGE0005003)
- 23) ITALFERR – Relazione di stabilità rilevati stradali (Doc. NR4500R29RHGE0005004)
- 24) ITALFERR – Relazione di stabilità trincee stradali (Doc. NR4500R29RHGE0005005)
- 25) ITALFERR – Indagini geognostiche e prove in sito (Doc. NR4511D69SGGE0001001)
- 26) ITALFERR – Indagini geofisiche (Doc. NR4511D69IGGE0001001)
- 27) ITALFERR – Prove di laboratorio geotecnico (Doc. NR4511D69PRGE0005001)
- 28) ITALFERR – Relazione geologica, ideogeologica, geomorfologica e sismica (Doc. NR4511D69RGGE0001001)
- 29) ITALFERR – Profilo geologico (Doc. NR4511D69FZGE0001001)

3. ANALISI DI STABILITÀ DELLE SCARPATE

Nel presente paragrafo si riportano i risultati delle verifiche di stabilità delle scarpate dei rilevati stradali. 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 2+420, è caratterizzata da un rilevato stradale avente un'altezza massima $H_{max} = 4.09$ m ed una base $B = 26$ m. Detta sezione viene associata alla stratigrafia dell'**Area Geotecnica 1** (per la definizione delle aree geotecniche, si veda la Relazione geotecnica generale: Doc. NR4500R29GEGE0005001); tale stratigrafia è riportata in **Tabella 3-1** con relativi parametri geotecnici di riferimento.

Tabella 3-1 –Valori di progetto dell'angolo d'attrito e della coesione drenata

DA pk 0 A pk 2+600								
AREA GEOTECNICA	PROFONDITÀ	UNITÀ GEOTECNICA	γ_t [kN/m ³]	c' (kPa)	Φ' (°)	Φ'_{cv} (°)	E'_{op} (kPa)	k_v (m/s)
			di calcolo	di calcolo	di calcolo	di calcolo	di calcolo	-
1	da 0 m a 15 m	$S(L)_1$	17.5	-	35	29	50 000	1.0E-06
	da 15 m a 22 m	R_A	13.5	135	43	-	980 000	1.0E-07
	oltre 22 m	$S(L)_2$	17.5	-	37	30	100 000	1.0E-06

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 il sovraccarico stradale di 20 kN/m² (pari a un carico tandem distribuito sulla larghezza di un autoarticolato di lunghezza massima 18m) che deve essere fattorizzato con $\gamma_Q = 1.15$ (v. Tabella 5.1.V NTC 2018). 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:

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

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

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

dove:

$$a_g/g = 0.250$$

$$\beta_s = 0.24$$

$$S_s = 1.150$$

$$S_T = 1$$

da cui:

$$a_{max} = 0.250 \cdot 1.150 = 0.288 \text{ g}$$

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 mobilizzata 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

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

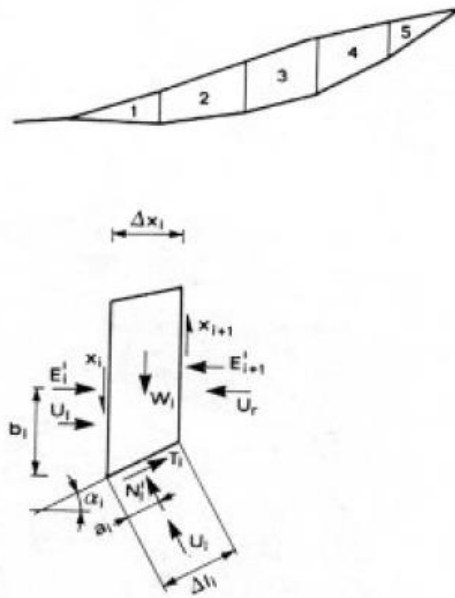


Figura 3-1 – metodo di Bishop

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 conico, 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.

Si precisa che, sulla base dei risultati delle indagini eseguite, sono stati definiti gli spessori di scotico e bonifica per il piano di posa di rilevati e trincee.

In particolare, per i rilevati stradali si assume quanto indicato nella seguente tabella.

Opere	SCOTICO [m]	BONIFICA [m]
rilevati	0.30	0.30

In **Figura 3-2** è rappresentata la geometria del modello di calcolo adottato per le analisi.

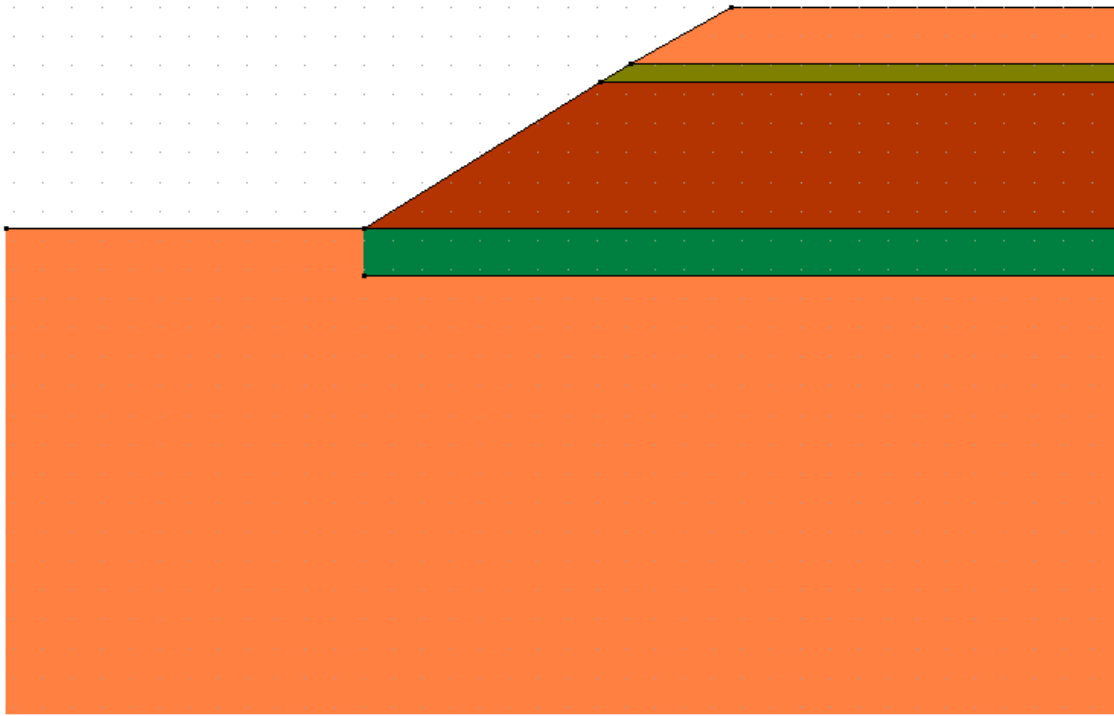


Figura 3-2 – geometria del modello di calcolo per la stabilità del rilevato

3.3 RISULTATI

L'analisi allo SLU ha fornito un coefficiente di sicurezza $FS = 1.19$, a fronte di un valore minimo di 1.1. In presenza di sisma, il coefficiente di sicurezza relativo alla condizione più gravosa è $FS = 1.383$, 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.

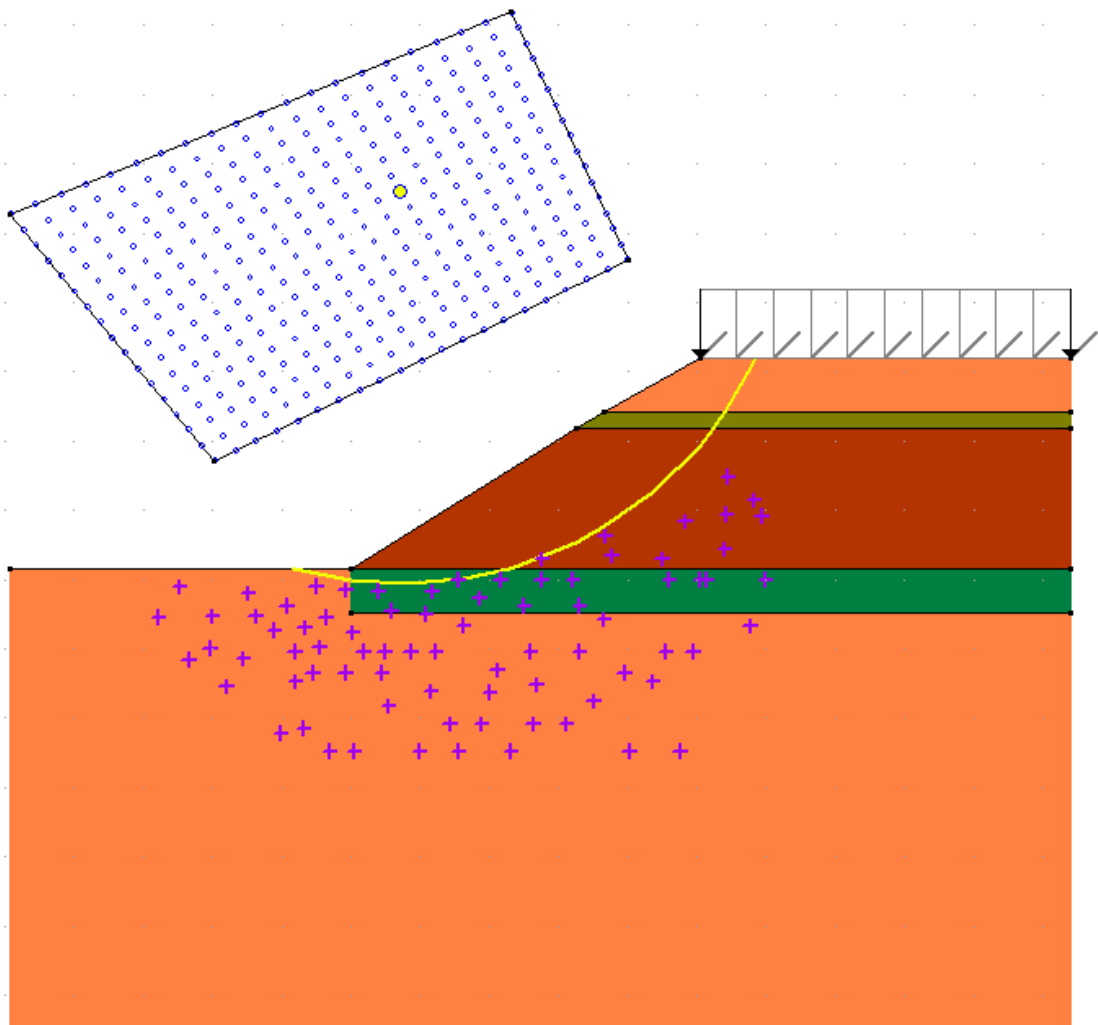


Figura 3-3 – Superficie di scorrimento critica (in giallo) per SLU

QUADRUPPLICAMENTO LINEA

Relazione di stabilità rilevati stradali

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR45	00	R29	RHGE0005004	A	11 di 19

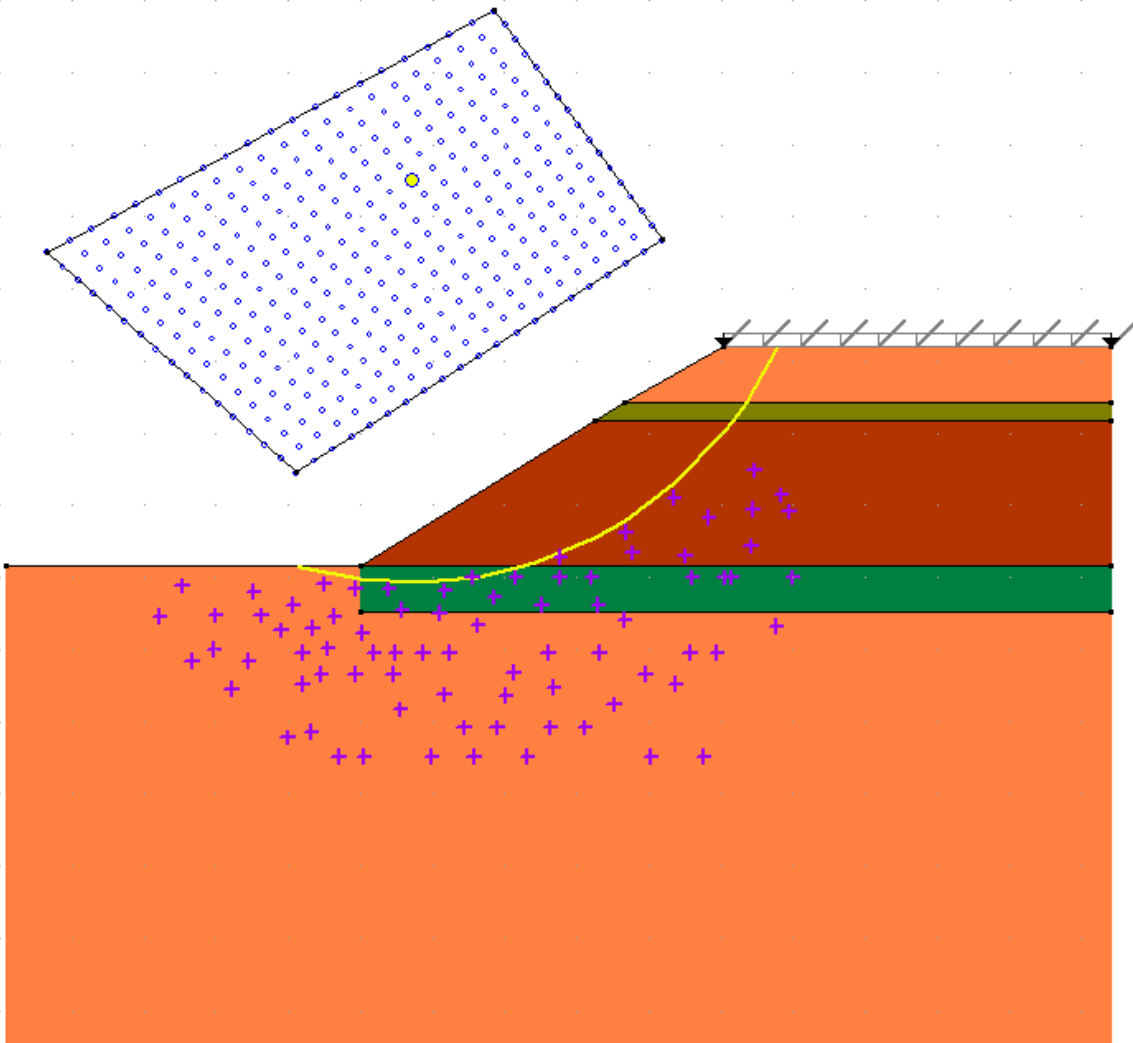


Figura 3-4 – Superficie di scorrimento critica (in giallo) per SLV

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 = 1.194 (VERIFICATO)

Caratteristiche del cerchio che comporta il minimo coefficiente di sicurezza:

Ascissa del centro X = 89.8

Ordinata del centro Y = 701.55

Raggio del cerchio R = 709 cm

Caratteristiche della massa interessata dallo scivolamento:

QUADRUPPLICAMENTO LINEA

Relazione di stabilità rilevati stradali

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR45	00	R29	RHGE0005004	A	13 di 19

Volume = 107030 cmc/cm

Peso = 213 daN/cm

Perimetro di scivolamento = 1001 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	-15.9	4	0	0.72	-104	20	194	0	0	0	0	3	-1
2	-11.5	105	0	0.72	-36	13	126	2	0	2	0	1409	-335
3	-3.2	102	0	0.56	61	27	29	11	0	11	0	4573	-437
4	5.1	102	0	0.56	156	58	66	24	0	24	0	9066	1480
5	12.6	85	0	0.56	246	92	156	27	0	27	0	9840	4133
6	16.8	19	0	0.56	295	113	206	7	0	7	0	2428	1371
7	22	110	0	0.56	356	144	266	39	0	39	0	14232	10504
8	28.9	60	0	0.56	432	184	342	22	0	22	0	7771	7377
9	35.6	106	0	0.56	501	226	411	34	0	34	0	12591	14185
10	44.7	121	0	0.56	586	286	496	30	0	30	0	11563	15099
11	51.2	39	0	0.56	642	328	552	7	6	13	0	5149	7100
12	54.2	37	0.1	0.39	664	343	575	5	5	10	0	5126	5872
13	59.7	99	0	0.72	694	367	605	6	12	18	0	8875	10903
14	64.3	14	0	0.72	728	396	638	0	1	2	0	813	994
		1001						213	25	239		93440	78244

Coefficiente di sicurezza FS = 1.19

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 = 1.383

Caratteristiche del cerchio che comporta il minimo coefficiente di sicurezza:

Ascissa del centro $X = 87.63$

Ordinata del centro $Y = 689.58$

Raggio del cerchio $R = 698$ cm

Caratteristiche della massa interessata dallo scivolamento:

Volume = 104617 cmc/cm

Relazione di stabilità rilevati stradali

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR45	00	R29	RHGE0005004	A	15 di 19

Peso = 209 daN/cm

Perimetro di scivolamento = 995 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	-16.1	6	0	0.9	-104	19	192	0	0	0	0	9	-2
2	-11.5	105	0	0.9	-37	12	124	2	0	3	0	1910	-238
3	-3	102	0	0.7	61	26	27	11	0	12	0	5872	106
4	5.3	102	0	0.7	156	57	69	24	0	25	0	11495	2666
5	12.9	83	0	0.7	245	92	157	26	0	27	0	12030	5288
6	17.2	22	0	0.7	294	113	207	7	0	8	0	3406	1898
7	22.6	110	0	0.7	356	145	269	39	0	41	0	17760	12429
8	29.6	60	0	0.7	432	185	345	21	0	22	0	9635	8372
9	36.5	107	0	0.7	501	228	413	34	0	35	0	15471	15602
10	45.9	123	0	0.7	585	290	498	29	0	30	0	13924	15929
11	52.1	27	0	0.7	638	331	550	5	1	6	0	2695	3208
12	54.7	37	0.1	0.49	657	343	569	5	1	6	0	4072	3548
13	60.9	112	0	0.9	686	367	598	5	3	8	0	4872	5149
		995						209	4	221		103150	73957

Coefficiente di sicurezza FS = 1.39

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	-16.1	6	0	0.9	-104	19	192	0	0	0	0	8	-1
2	-11.5	105	0	0.9	-37	12	124	2	0	2	0	1779	-213
3	-3	102	0	0.7	61	26	27	11	0	11	0	5465	137
4	5.3	102	0	0.7	156	57	69	24	0	23	0	10692	2556

QUADRUPPLICAMENTO LINEA

Relazione di stabilità rilevati stradali

COMMESSA LOTTO FASE-ENTE DOCUMENTO REV. FOGLIO
NR45 00 R29 RHGE0005004 A 16 di 19

5	12.9	83	0	0.7	245	92	157	26	0	25	0	11184	4998
6	17.2	22	0	0.7	294	113	207	7	0	7	0	3166	1788
7	22.6	110	0	0.7	356	145	269	39	0	38	0	16501	11672
8	29.6	60	0	0.7	432	185	345	21	0	21	0	8949	7844
9	36.5	107	0	0.7	501	228	413	34	0	32	0	14363	14596
10	45.9	123	0	0.7	585	290	498	29	0	28	0	12919	14880
11	52.1	27	0	0.7	638	331	550	5	1	5	0	2499	2994
12	54.7	37	0.1	0.49	657	343	569	5	1	6	0	3897	3312
13	60.9	112	0	0.9	686	367	598	5	3	8	0	4513	4803
		995						209	4	205		95937	69365

Coefficiente di sicurezza FS = 1.38

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	-16.1	6	0	0.9	-104	19	192	0	0	0	0	8	-3
2	-11.5	105	0	0.9	-37	12	124	2	0	3	0	1839	-482
3	-3	102	0	0.7	61	26	27	11	0	12	0	5831	-970
4	5.3	102	0	0.7	156	57	69	24	0	25	0	11627	512
5	12.9	83	0	0.7	245	92	157	26	0	27	0	12355	3064
6	17.2	22	0	0.7	294	113	207	7	0	8	0	3527	1281
7	22.6	110	0	0.7	356	145	269	39	0	41	0	18579	9355
8	29.6	60	0	0.7	432	185	345	21	0	22	0	10213	6827
9	36.5	107	0	0.7	501	228	413	34	0	35	0	16618	13362
10	45.9	123	0	0.7	585	290	498	29	0	30	0	15252	14255
11	52.1	27	0	0.7	638	331	550	5	1	6	0	2994	2930
12	54.7	37	0.1	0.49	657	343	569	5	1	6	0	4447	3261
13	60.9	112	0	0.9	686	367	598	5	3	8	0	5644	4784

QUADRUPPLICAMENTO LINEA

Relazione di stabilità rilevati stradali

COMMESSA LOTTO FASE-ENTE DOCUMENTO REV. FOGLIO
NR45 00 R29 RHGE0005004 A 17 di 19

		995						209	4	221		108937	58177
--	--	-----	--	--	--	--	--	-----	---	-----	--	--------	-------

Coefficiente di sicurezza FS = 1.87

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	-16.1	6	0	0.9	-104	19	192	0	0	0	0	8	-2
2	-11.5	105	0	0.9	-37	12	124	2	0	2	0	1708	-457
3	-3	102	0	0.7	61	26	27	11	0	11	0	5424	-940
4	5.3	102	0	0.7	156	57	69	24	0	23	0	10824	401
5	12.9	83	0	0.7	245	92	157	26	0	25	0	11509	2774
6	17.2	22	0	0.7	294	113	207	7	0	7	0	3287	1171
7	22.6	110	0	0.7	356	145	269	39	0	38	0	17320	8598
8	29.6	60	0	0.7	432	185	345	21	0	21	0	9526	6299
9	36.5	107	0	0.7	501	228	413	34	0	32	0	15509	12356
10	45.9	123	0	0.7	585	290	498	29	0	28	0	14247	13207
11	52.1	27	0	0.7	638	331	550	5	1	5	0	2798	2716
12	54.7	37	0.1	0.49	657	343	569	5	1	6	0	4284	3024
13	60.9	112	0	0.9	686	367	598	5	3	8	0	5286	4438
		995						209	4	205		101731	53585

Coefficiente di sicurezza FS = 1.9