



PROVINCIA DI FERMO
SETTORE VIABILITA' - INFRASTRUTTURE - URBANISTICA

COMUNE DI MONTEFALCONE APPENNINO

**LAVORI DI AMMODERNAMENTO ED AMPLIAMENTO
DELLA S.P. 238 VALDASO (EX S.S. 433) - SECONDO
STRALCIO DAL BIVIO CON LA S.P. 183 FAVETO AL
BIVIO CON LA STRADA VICINALE CANUTICA**

PROGETTO ESECUTIVO

Ufficio Tecnico Servizio Viabilità
PROGETTISTI:

ing. Giuseppe Laureti

ing. Stefano Massetani

Consulenze Esterne

Assistenza alla progettazione

ing. Donato Pescatore

Assistenza alla progettazione strutturale

ing. Omero Bassotti

Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione

ing. Maurizio Ciarrocchi

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO: ing. Ivano Pignoloni

ASPETTI GEOTECNICI

ELABORATO ESTRATTO DAL PROGETTO DEFINITIVO

APPROVATO CON D.G.P. n.9 DEL 12/08/2009

B.3

maggio 2011



PROVINCIA DI ASCOLI PICENO

Ammodernamento ed Ampliamento della SP 238
ex SS 433 Valdaso – 2° stralcio: dal bivio con la SP
Faceto al bivio con la SV Canutica.

PROGETTO DEFINITIVO

CONSULENZA SPECIALISTICA: aspetti geotecnici

Revisione 01

25 Settembre 2009

Responsabile scientifico

Prof. Ing. Giuseppe Scarpelli

Il Direttore del Dipartimento

Prof. Ing. Giacomo Moriconi



SOMMARIO

SOMMARIO.....	I
1. INTRODUZIONE.....	1
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	3
2.1 Normativa tecnica	3
2.2 Documenti di riferimento.....	4
3. QUADRO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO	5
4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	6
5. RILEVATI E TRINCEE.....	10
5.1 Analisi dei cedimenti delle sezioni in rilevato.....	11
5.2 Opere di contenimento.....	16
5.2.1 Muri in C.A. – situazioni di progetto.....	17
5.2.1.1 Stabilità locale.....	17
5.2.2 Verifiche geotecniche	18
5.2.2.1 Scorrimento sul piano di fondazione	18
5.2.2.2 Ribaltamento al piede.....	19
5.2.2.3 Carico limite fondazione/terreno	19
5.2.3 Verifica muro di sostegno H=5m.....	21
6. GALLERIE ARTIFICIALI.....	27
6.1 Metodologia di lavoro.....	27
6.2 Caratteristiche generali	27
6.3 Fasi di lavorazione per la realizzazione delle opere	27
6.4 Descrizione delle tratte in galleria	29
6.4.1 Galleria Faveto.....	29
6.4.2 Galleria Montefalcone.....	29
6.5 Verifiche opere di sostegno.....	29
6.5.1 Opere in progetto	31
6.5.1.1 Paratia a sbalzo agli imbocchi.....	31
6.5.1.2 Galleria artificiale	32
Paratia contrastata in testa $L_{palo}=13.5m$	32
7. VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE	37
7.1 Il metodo delle strisce	38
7.2 Azioni in condizioni sismiche.....	39
7.3 Stabilità globale dei rilevati	40
7.4 Muro di sostegno - Sezione 94.....	43
7.5 Contenimento a valle del rilevato – Sezione 123.....	44
8. ALLEGATI.....	46
8.1 GALLERIE ARTIFICIALI.....	46
8.1.1 Sbalzo statica.....	46
8.1.2 Sbalzo sismica.....	51
8.1.3 Faveto statica.....	56
8.1.4 Faveto sismica.....	60
8.1.5 Montefalcone statica	65
8.1.6 Montefalcone sismica	69



Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio

8.2	ALLEGATO VERIFICHE DI STABILITA'	74
8.2.1	Rilevato - Sezione 156 - STATICA.....	74
8.2.2	Rilevato - Sezione 156 - SISMICA.....	76
8.2.3	Muro di sostegno - Sezione 94 - STATICA	79
8.2.4	Muro di sostegno - Sezione 94 - SISMICA	82
8.2.5	Muro di sostegno - Sezione 123 - STATICA	85
8.2.6	Muro di sostegno - Sezione 123 - SISMICA	87



1. INTRODUZIONE

Con convenzione n. 114/08 Registro atti privati del Servizio Viabilità del 17/01/2008, la **Provincia di Ascoli Piceno** ha affidato allo scrivente **Dipartimento di Fisica ed Ingegneria dei Materiali e del Territorio dell'università Politecnica delle Marche** un incarico per la consulenza specialistica e di assistenza alla progettazione geotecnica per il progetto definitivo di "**ammodernamento ed ampliamento della s.p. n. 238 ex SS 433 Valdaso** – 2° stralcio: dal bivio con la s.p. n. 183 Faveto al bivio con la s.v. Cantica.

La presente relazione costituisce pertanto il prodotto della attività della consulenza, in ottemperanza a quanto previsto dall'Art. 2 del testo della Convenzione di incarico. In particolare, vengono presentate analisi e considerazioni di carattere tecnico-costruttivo per il dimensionamento e la verifica geotecnica dei manufatti previsti dal progetto definitivo della SP 238 Ex SS 433 Valdaso, tenendo conto delle problematiche per l'inserimento territoriale della nuova infrastruttura viaria, con specifico riferimento al tratto che va dalla galleria artificiale Faveto al fosso Vignola, nel Comune di Montefalcone Appennino.

Il presente elaborato tiene conto dei risultati della campagna di indagini eseguita dalla Labortec s.r.l. su incarico della Provincia di Ascoli Piceno in data 20-09-2007, sulla base dei quali sono state stabilite le condizioni geotecniche di progetto per una serie di specifiche situazioni:

Rilevati e trincee

Vengono esaminate le condizioni di stabilità delle scarpate dei rilevati e delle trincee per stabilire le pendenze di progetto e la tipologia delle opere di sostegno, quando necessarie. Per quanto riguarda i rilevati inoltre, si forniscono le caratteristiche geotecniche dei materiali da utilizzare per la loro costruzione ed una valutazione dei cedimenti in relazione alle esigenze di funzionalità dell'infrastruttura stradale.



Gallerie

Sono previsti in progetto n. 2 tratti in galleria artificiale; per ognuno di essi viene svolto il dimensionamento geotecnico delle opere di sostegno provvisionali agli scavi, considerando le relative fasi costruttive, e delle opere di sostegno in corrispondenza degli imbocchi; inoltre si forniscono le indicazioni per la riprofilatura definitiva del terreno sovrastante.

Stabilità dei pendii

Dalla ricognizione geomorfologia del terreno lungo lo sviluppo del tracciato, risultano individuate alcune aree a rischi di instabilità. Tali aree sono state oggetto di specifiche indagini nell'ambito della campagna geognostica recente.

Tutte le situazioni critiche sono state quindi individuate ed analizzate, per definire le relative condizioni di stabilità globale in relazione ai requisiti di sicurezza imposti dalla Normativa e, ove necessario, sono state previste opere di contenimento o consolidamento.



2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Normativa tecnica

In base ad una precisa richiesta dell'Amministrazione Provinciale, le analisi di progetto sono state sviluppate con il quadro normativo coerente con il vecchio D.M. 16.01.1996 , tenendo conto di quanto è stato in aggiunta stabilito con l'emanazione dell'Ordinanza O.P.C.M. 3274 del 2003.

In particolare risultano adottati i seguenti riferimenti normativi per i diversi aspetti della progettazione:

- a) Legge 02.02.1974 n.64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.",
- b) D.M. Min. LL.PP. 16.01.1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.",
- c) Circolare Min. LL.PP. 10.04.1997 n.65 "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. Min. LL.PP. 16.01.1996.",
- d) D.M. Min. LL.PP. 11.03.1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali, le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.",
- e) Circolare Min. LL.PP. 24.09.1988 n.30483 "Legge 02.02.1974 n.64, art.1 – D.M. Min. LL.PP. 11.03.1988. Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.",
- f) Circolare Min. LL.PP. 09.01.1996 n.218 "Legge 02.02.1974 n.64 – D.M. Min. LL.PP. 11.03.1988. Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica."



g) OPCM n°3274 20.03.2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".

2.2 Documenti di riferimento

a) Progetto esecutivo "SP 238 Ex SS 433 Valdaso, 2° Stralcio. Tratto Galleria artificiale Faceto - Fosso Vignola";

b) LABORTEC C.S.M. s.r.l.: "Indagine geologica e geotecnica su S.P. Val D'Aso 2° stralcio". 20-09-2007.

c) Progetto definitivo per l'Ammodernamento e ampliamento della s.p. n. 238 ex SS 422 Valdaso – 2° stralcio . Relazione Geologica.



3. **QUADRO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO**

Il tracciato stradale interessato dall'intervento si sviluppa in prossimità delle fasce di piede dei versanti collegati alla sponda sinistra del F. Aso.

Per quanto concerne il quadro geologico idrogeologico, si rimanda per maggior dettaglio alla relazione geologica che costituisce parte integrante del presente progetto.

In sintesi, la formazione di base che costituisce l'area intervento appartiene ai depositi del Messiniano nella litofacies pelitico arenacea ed arenaceo pelitica.

I depositi pelitico arenaci affiorano localmente, seppur nei termini più alterati, al piede delle scarpate che delimitano il lato monte dell'attuale sede stradale.

La porzione Ovest dell'area comprendente il tratto di strada interessato dall'intervento, è costituita da depositi alluvionali terrazzati del F. Aso estesi a valle dell'attuale sede stradale e da coltri eluvio colluviali rappresentati da sabbie limoso argillose e detriti calcarei e di arenaria dispersi.

Proseguendo in direzione Est, lungo il tracciato interessato dall'intervento, la carta geologica evidenzia la presenza pressoché continua delle coltri eluvio colluviali caratterizzate anche da granulometria medio fine (limi argilloso sabbiosi con detriti calcarei e di arenaria dispersi) particolarmente in corrispondenza delle porzioni di versante dove prevale componente pelitico arenacea.



4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Il piano di indagini comprende prove in sito ed analisi di laboratorio su campioni indisturbati prelevati nel corso dei sondaggi.

Complessivamente sono stati eseguiti 18 sondaggi geognostici con perforazione a carotaggio continuo diametro $\phi 101$ mm e con il prelievo di campioni indisturbati; inoltre sono state eseguite 2 prove penetrometriche statiche tipo CPT.

I risultati dei sondaggi e delle prove di laboratorio sono stati utilizzati per ricostruire il profilo stratigrafico di dettaglio in corrispondenza delle varie opere da realizzare, integrando fra loro tutti i dati geologici e geotecnici a disposizione.

Il programma delle prove di laboratorio sui campioni di terreno è stato stabilito in funzione delle analisi geotecniche necessarie per la progettazione, in modo da poter contare sempre sulla migliore caratterizzazione meccanica possibile.

Rimandando per maggior dettaglio agli allegati relativi alle indagini, si riporta nel seguito il quadro sinottico dei risultati utilizzati per la progettazione.

Sond. N°	Camp. N°	Camp. Tipo (Unif.)	Prof.	w medio (%)	γ medio (kN/m ³)	γ_d medio (kN/m ³)	PESO SPECIFICO DEI GRANI (Mg/m ³)	LIMITI DI ATTEMBERG			GRANULOMETRIA (Raccomandazioni A.G.I.)				TAGLIO DIRETTO		PROVA AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA			PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA NON DRENATA (CIU)	
								LL (%)	LP (%)	IP (%)	ghiaia (%)	sabbia (%)	limo (%)	argilla (%)	c' (kPa)	ϕ (°)	Prov. N°	σ_r (kPa)	ϵ_r (%)	c' (kPa)	ϕ (°)
S2	C1	I	12,00	17,8	20,86	17,73	2,693	36	18	20	7	16	43	34	11	27	1	108	3,14		
			-														2	126	2,66		
			12,50														3	134	3,73		
S3	C1	I	5,00	18,4	20,71	17,50	2,678	35	17	18	0	22	50	28	15	27	1	164	2,08		
			-														2	179	2,67		
			5,50														3	195	3,23		
S3	C2	I	12,00	17,8	20,72	17,58	2,686	44	19	25	0	18	40	42					18	24	
			-																		
12,50																					
S3	C3	I	25,50	18,8	20,59	17,33	2,678	41	17	24	1	11	47	41					30	24	
			-																		
25,80																					
S13	C1	I	5,00	19,3	20,56	17,23	2,683	40	18	22	0	12	56	32	5	25	1	45	4,26		
			-														2	51	4,19		
			5,40														3	58	4,20		
S16	C1	I	12,00	15,5	20,70	17,92	2,693	42	18	24	2	22	53	23	20	28					
			-																		
12,50																					
S17	C1	I	19,00	20,2	20,42	16,98	2,693	43	20	23	1	25	43	31					44	25	
			-																		
19,40																					
S18	C1	I	13,00	20,9	20,22	16,72	2,681	31	18	13	0	48	41	11							
			-																		
13,40																					

Risulta pertanto possibile distinguere una serie di diversi materiali, di cui si indicano nel seguito le rispettive proprietà geotecniche.



I campioni analizzati in laboratorio dal punto di vista meccanico e mineralogico hanno permesso di differenziare le coltri eluvio-colluviali in due distinti litotipi:

- o LIMI MARRONI
- o LIMI GRIGI

Riferendo i campioni analizzati al litotipo corrispondente, è pertanto possibile distinguere i parametri geotecnici dei due materiali nel modo seguente:

LIMI MARRONI

γ_t (kN/m ³)	20
ϕ' (°)	27
c' (kPa)	5
k_0 (-)	1-sen ϕ
E' (MPa)	6 (carico)
E' (MPa)	15 (scarico)
E_u (MPa)	8 (carico)

LIMI GRIGI

γ_t (kN/m ³)	20
ϕ' (°)	25
c' (kPa)	20
k_0 (-)	1-sen ϕ (nc) ÷ 1 (OC)
E' (MPa)	10 (carico)
E' (MPa)	25 (scarico)
E_u (MPa)	12 (carico)

Al di sotto delle coltri superficiali si ritrovano per quasi l'intero sviluppo del tracciato i depositi di origine alluvionale a cui è possibile assegnare le proprietà geotecniche sintetizzate nella seguente tabella:

DEPOSITI ALLUVIONALI

γ_t (kN/m ³)	18
ϕ' (°)	36



c' (kPa)	0
k₀ (-)	1-sen φ (nc)
E' (MPa)	30

In aggiunta ai materiali precedenti, in corrispondenza della galleria Montefalcone, il tracciato interessa una conoide riconducibile ad una paleofrana, le cui caratteristiche meccaniche possono essere stabilite solo sulla base della classificazione dei terreni, così come sono state riconosciute a seguito della loro osservazione diretta nel corso della campagna di indagine e dall'assetto naturale del deposito:

CONOIDE

γ_t (kN/m³)	19.5
φ' (°)	40
c' (kPa)	0
k₀ (-)	1-sen φ (nc) ÷ 1(oc)
E' (MPa)	30

MATERIALI DA COSTRUZIONE dei rilevati.

Per il corpo dei rilevati si prevede l'impiego di terre sciolte, appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3, A2-6 ed A2-7, qualificati e classificati secondo quanto riportato nella norma CNR-UNI 10006/63 "Costruzione e manutenzione delle strade - Tecnica di impiego delle terre".

Il criterio di qualità per rilevati di strade extraurbane prevede la compattazione per strati di 30cm ad una compattazione relativa pari al valore RC=90% AASHO modificata. A tale grado di compattazione è possibile associare un valore di densità relativa Dr adottando la relazione empirica di Lee and Singh (1971):

RC=80+0.2 Dr, valida per Dr>40%. Sulla base di tale relazione, al terreno costituente il rilevato si attribuisce quindi valore di densità relativa Dr pari al 50%. Dalla densità relativa si può stimare l'angolo di resistenza al taglio di picco φ' facendo riferimento al metodo proposto da Bolton (cfr. Bolton M.D., 1986, The strength and dilatancy of sands, Geotechnique, **36**, 65-78).



Risulta:

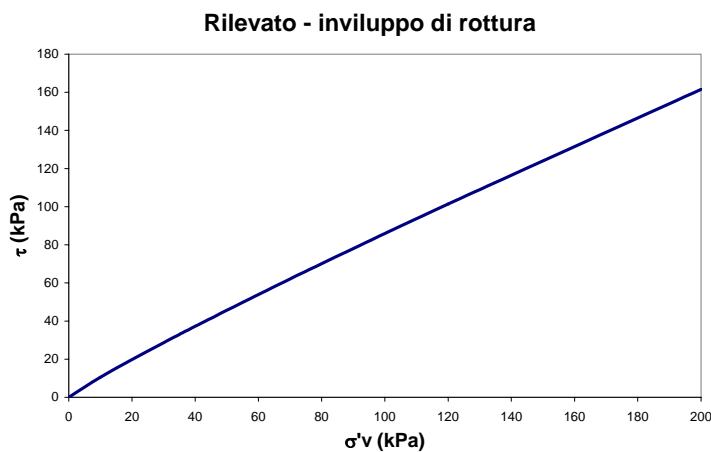
$$\varphi' = \varphi_{cv}' + m \cdot DI$$

$$DI = Dr \cdot [Q - \ln(pf')] - 1$$

essendo:

- φ'_{cv} = angolo di attrito a volume costante (ovvero l'attrito intrinseco) ($^{\circ}$)
- Q = fattore che dipende dalla composizione mineralogica e dalla forma delle particelle di sabbia; per i grani presenti si può assumere un valore pari a 10 (quarzo o feldspato)
- $pf' = 1,4 \cdot \sigma_{ff}'$ (in kPa)
- σ_{ff}' = tensione efficace normale alla superficie di rottura (in kPa)
- m = costante empirica dipendente dalle condizioni di deformazione prevalente (m=5 in condizioni piane) ($^{\circ}$)
- Dr = densità relativa (-).

Nel caso in oggetto, assumendo che venga utilizzato un materiale avente φ_{cv}' almeno pari a 33° , tenendo conto della variazione dello stato tensionale con la profondità, l'involuppo di rottura del materiale costituente il rilevato è curvilineo, come rappresentato nel grafico e con i valori della tabella seguenti:



$\sigma'v$ (kPa)	φ' ($^{\circ}$)	τ (kPa)
0	0	0,00
10	46	10,50
20	45	19,77
30	44	28,62
40	43	37,22
60	42	53,88
80	41	70,04
120	40	101,37
200	39	161,45

Per il rilevato, si adottano inoltre i seguenti parametri geotecnici:



RILEVATO STRADALE

γ_t (kN/m ³)	18
ϕ' (°)	vedi tabella
c' (kPa)	0
k_0 (-)	1
E_{ed} (MPa)	30
E' (MPa)	27

5. RILEVATI E TRINCEE

Sulla base dei parametri geotecnici indicati in precedenza, si analizzano nel seguito le opere previste per la costruzione dei rilevati e per l'apertura delle trincee, secondo gli schemi di progetto; le analisi geotecniche sono le seguenti:

- analisi dei cedimenti dei rilevati;
- analisi di stabilità delle opere di sostegno degli scavi.

Le verifiche di stabilità globale relative alle opere in oggetto vengono invece presentate al successivo capitolo 7, sulle *Verifiche di Stabilità globale*.

Rilevati

Lungo il tracciato stradale sono previsti in progetto numerosi tratti in rilevato. Per ciascuna sezione da analizzare si è ricostruito il modello geotecnico di sottosuolo e definito uno schema sintetico di calcolo per verificare stabilità e funzionalità dell'infrastruttura stradale, tratto per tratto. Le sezioni critiche che si sono individuate sono le seguenti:

Sez.	Progressiva	Altezza max	Tipo rilevato	Tipo di terreno in sup.
39	0+380	6.00 m.	rilevato	Limi marroni
107	1+220	4.50 m.	rilevato	Limi marroni
123	1+380	6÷7.00 m.	rilevato	Limi marroni



Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio

127	1+420	3÷5.00 m.	rilevato	Limi marroni
156	1+710	8.00 m.	rilevato allarg.	Limi marroni

Scavi

Con riferimento ai tratti in scavo, le sezioni più critiche sono quelle che ricadono dove affiorano i terreni con i parametri di resistenza meno favorevoli. Le sezioni analizzate risultano pertanto le seguenti:

Sez.	Progressiva	Altezza max	Tipo rilevato	Tipo di terreno in sup.
52	0+510	5.00 m.	scavo	Limi marroni
94	0+984	5.00 m.	scavo	Limi marroni
136	1+510	3.00 m.	scavo	Limi marroni
162	1+770	7.00 m.	scavo	Limi marroni

5.1 **Analisi dei cedimenti delle sezioni in rilevato**

Si procede qui di seguito alla verifica dei rilevati nei confronti dei cedimenti.

Dal punto di vista teorico si può schematizzare il cedimento di un deposito coesivo saturo sottoposto all'azione di un carico di dimensioni finite secondo le seguenti componenti:

- a) cedimento immediato: data la bassa permeabilità del terreno, la fase di carico avviene in condizioni non drenate con generazione di sovra-pressioni interstiziali; i materiali argillosi, generalmente saturi, si deformano volume costante.
- b) cedimento di consolidazione primaria: il trasferimento del carico, dall'acqua allo scheletro solido, comporta ulteriori cedimenti, la cui velocità nel tempo è



Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio

legata principalmente alle caratteristiche di permeabilità del deposito che consolida ed alle condizioni di drenaggio.

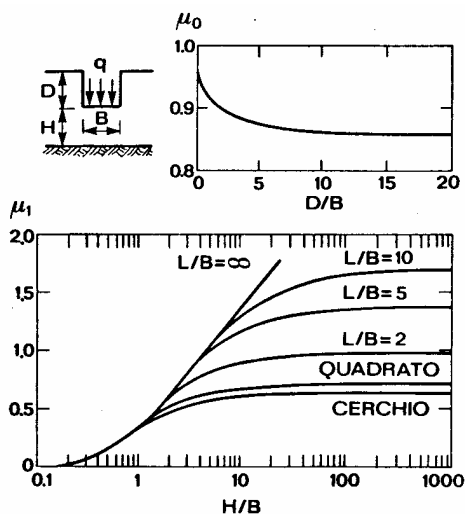
Il cedimento (solo immediato) dei terreni a grana grossa viene stimato in base alle soluzioni della teoria dell'elasticità; si adotta la seguente espressione:

$$s = \sum I_{wi} \frac{qB}{E_i'} (1 - \nu_i^2)$$

nella quale:

s = cedimento elastico

$I_{wi} = \mu_0 \mu_1$ = coefficiente di influenza relativo allo strato i -esimo (vedi figura)



E_i' = modulo elastico del terreno relativo allo strato i -esimo

H = altezza della suddivisione " i -esima" di terreno

ν = coefficiente di Poisson relativo allo strato i -esimo (viene assunto costante e pari a 0,3).

q = pressione unitaria applicata (rilevato + sovraccarico)

Con la stessa espressione è possibile valutare anche il cedimento immediato degli strati argillosi utilizzando, come modulo di deformabilità, il valore E_u ed imponendo per il coefficiente di Poisson il valore di 0.5 (deformazione a volume costante).

I cedimenti di consolidazione sono stati calcolati secondo la seguente relazione:



Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio

$$s_c = \sum \frac{\Delta\sigma_{zi}}{E_{ed}} \Delta h_i$$

essendo:

s_c = cedimento di consolidazione;

E_{ed} = modulo edometrico dello strato i-esimo;

$\Delta\sigma_{zi}$ = incremento delle tensioni dello strato i-esimo in direzione z;

Δh_i = spessore dello strato i-esimo.

L'area di carico è schematizzata come impronta di carico di rigidità nulla e gli incrementi tensionali indotti sono valutati per via elastica con il metodo di Boussinesque.

Una volta calcolate le tensioni verticali indotte alle varie profondità dalla presenza del rilevato sono stati calcolati gli assestamenti relativi al volume di terreno significativo, che si assume coincidere con quello interessato da una variazione di tensione verticale efficace del 10 % rispetto alla tensione litostatica e trascurando il contributo, certamente modesto, dovuto alla deformabilità della formazione. Le analisi dei cedimenti sono state condotte per le altezze massime del rilevato relative a ciascuna sezione.

Nei calcoli è stata considerata l'ipotesi di falda al piano campagna e un carico indotto dalla presenza del rilevato secondo l'espressione $q=hx\gamma$, dove h corrisponde all'altezza massima del rilevato e γ è il peso per unità di volume del materiale che costituisce il rilevato.

Inoltre viene considerato il sovraccarico stradale sulla piattaforma pari a 20 kPa.

Sono state individuate due sezioni di riferimento, sez. 39 e sez. 123, corrispondenti alle due possibili stratigrafie, con le massime altezze di rilevato. Per ciascuna sezione si forniscono le schematizzazioni e il risultato del calcolo:

SEZIONE 39



Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio

Progressiva 0+380
Rilevato di altezza H=7.00 m
Rilevato larghezza alla base B=18.00 m

Stratigrafia terreno di fondazione rilevato:

0.00 – 5.00 Limi marroni.

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$c' = 5 \text{ kPa} \quad \varphi' = 27^\circ$$

$$E_u = 9000 \text{ kPa}$$

$$E_d = 8000 \text{ kPa}$$

5.00 – 15.00 Alluvioni.

$$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$$

$$c' = 0 \text{ kPa} \quad \varphi' = 35^\circ$$

$$E' = 30000 \text{ kPa}$$

15.00 Formazione.

Cedimento totale stimato: 10 cm.

SEZIONE 123

Progressiva 1+380
Rilevato di altezza H=8.00 m.
Rilevato larghezza B=18.00 m.

Stratigrafia terreno di fondazione rilevato:



0.00 – 80.00 Limi marroni.

$$\gamma = 20 \text{ KN/m}^3$$

$$c' = 5 \text{ kPa} \quad \varphi' = 27^\circ$$

$$E_u = 9000 \text{ kPa}$$

$$E_d = 8000 \text{ kPa}$$

8.00 – 10.00 Limi grigi.

$$\gamma = 20 \text{ KN/m}^3$$

$$c' = 20 \text{ kPa} \quad \varphi' = 25^\circ$$

$$E_u = 12000 \text{ kPa}$$

$$E_d = 10000 \text{ kPa}$$

12.00 Formazione.

Cedimento totale stimato: 19 cm.

La seguente tabella riporta inoltre i risultati del calcolo dei cedimenti, distinguendo fra la componente immediata e quella per consolidazione.

Sez.	H rilevato (m)	Ced. immed. (cm)	Ced. di consol. (cm)	Ced. totale (cm)
39	6.00	3.0	8.0	11.0
123	7.00	4.0	15.0	19.0

Stimando un tempo di esecuzione del rilevato circa pari ad un anno, si può ipotizzare che buona parte del cedimento potrà esaurirsi nel corso della realizzazione dell'opera. In particolare, sarà certamente esaurito il cedimento immediato e parte del cedimento di consolidazione.



In base alla teoria di Terzaghi è possibile stimare il valore del grado di consolidazione nel tempo, assumendo come coefficiente di consolidazione in direzione verticale il valore deducibile dai risultati delle prove edometriche.

Il decorso dei cedimenti nel tempo viene indicato nella tabella seguente, elaborata assumendo per il coefficiente di consolidazione il valore medio $C_v=3 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{sec}$, che risulta dalle prove edometriche e percorso di filtrazione pari a 10m, giustificato per la presenza delle alluvioni permeabili alla base del pacchetto dei limi (sez. 123):

Uv	Tv	t-tempo		s (t)
		sec	mesi	
0	0	0,0	0,0	0,00
10	0,008	666666,7	0,3	1,48
20	0,031	2583333,3	1,0	2,97
30	0,071	5916666,7	2,3	4,45
40	0,126	10500000,0	4,1	5,94
50	0,197	16416666,7	6,3	7,42
60	0,287	23916666,7	9,2	8,91
70	0,403	33583333,3	13,0	10,39
80	0,567	47250000,0	18,2	11,87
90	0,848	70666666,7	27,3	13,36

Dall'analisi della tabella si desume che, in 13 mesi, nelle sezioni più critiche, si sviluppa un cedimento con valore compreso tra 9 e 10cm, pari al 70% del cedimento di consolidazione.

I cedimenti residui attesi dopo la costruzione risultano quindi inferiori a 5cm, così come previsto dalle norme tecniche ANAS.

5.2 Opere di contenimento

Le opere di contenimento sono state definite e dimensionate facendo riferimento alle seguenti problematiche geotecniche generali:

- conformazione e natura del terreno nell'area di intervento
- presenza o meno di edifici preesistenti che ricadono nella zona di influenza;
- volumi di scavo o rilevato relativi alla specifica opera di contenimento.



In particolare, non essendosi rilevati particolari problemi nella realizzazione degli scavi provvisori legati alla presenza di eventuali edifici, la tipologia costruttiva adottata per le strutture di sostegno di controripa è la seguente:

- per altezze fino a 5m – muri di sostegno in cls.
- per altezze superiori a 5m – paratie di pali accostati (vedi capitolo “gallerie artificiali”)

Nel dimensionamento delle opere di sottoscarpa, le analisi hanno mostrato come grande importanza rivesta la morfologia del pendio a valle:

- se il piano campagna al piede del rilevato è orizzontale, si può procedere in analogia a quanto avviene per i muri di controripa;
- se il piano campagna è inclinato (condizione più frequente) occorre dimensionare l'opera per intercettare le superfici di scorrimento che interessano il piede del rilevato fino a circa 3-6 metri di profondità, in funzione della sua altezza e dell'acclività del pendio a valle. In tal caso si prevede di realizzare una paratia di pali al piede del rilevato.

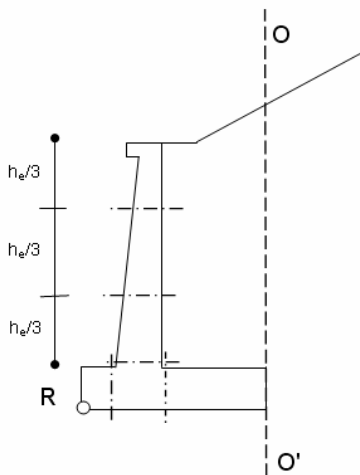
5.2.1 Muri in C.A. – situazioni di progetto

5.2.1.1 Stabilità locale

L'opera è dimensionata secondo i criteri previsti dal D.M. 11/03/1988, in modo da avere adeguati coefficienti di sicurezza rispetto ai seguenti possibili meccanismi di instabilità:

- scorrimento sul piano di fondazione
- ribaltamento
- capacità portante alla base

con valori del fattore di stabilità FS pari a 1.3, 1.5 e 2.0, rispettivamente.



5.2.2 Verifiche geotecniche

5.2.2.1 Scorrimento sul piano di fondazione

Le verifiche allo scorrimento sul piano di fondazione sono condotte in accordo a quanto stabilito dal D.M. 11/03/1988.

Assumendo rispetto al piano di fondazione:

N = Risultante delle azioni ortogonali

H = Risultante delle azioni parallele

μ = Coefficiente di attrito/aderenza fondazione terreno

$\mu = \text{tg}(\varphi)$ per condizioni drenate (si trascura l'eventuale termine di coesione)

Sp_{dente} = contributo di resistenza passiva per la presenza di un dente alla base
deve risultare per ogni combinazione di carico:

$$FS = \mu \times \frac{N}{H} + Sp_{\text{dente}} \geq 1.3$$

(cfr. §. D.4.2 del D.M. 11/03/1988)



5.2.2.2 Ribaltamento al piede

Le verifiche al ribaltamento rispetto al piede del muro sono condotte in accordo a quanto stabilito dal D.M. 11/03/1988.

Assumendo che valga:

M_{RIB} = Risultante momenti ribaltanti

M_{STA} = Risultante momenti stabilizzanti

deve risultare per ogni combinazione di carico:

$$FS = \frac{M_{STA}}{M_{RIB}} \geq 1.5$$

(cfr. §. D.4.3 del D.M. 11/03/1988)

5.2.2.3 Carico limite fondazione/terreno

Le verifiche al carico limite fondazione/terreno sono condotte in accordo a quanto stabilito dal D.M. 11/03/1988

Assumendo che valga:

q_{LIM} = Capacità portante limite del terreno determinata per l'area efficace con il metodo di Meyerhof

$$q_{LIM} = cN_c d_c i_c + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma d_\gamma i_\gamma + q N_q d_q i_q$$

dove

c coesione del terreno in fondazione;

ϕ angolo di attrito del terreno in fondazione;

γ peso di volume del terreno in fondazione;

B larghezza della fondazione;

D profondità del piano di posa;

q pressione geostatica alla quota del piano di posa.



I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e^{\pi \operatorname{tg} \varphi}$$

$$N_q = A \operatorname{tg}^2(45^\circ + \varphi/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \operatorname{ctg} \varphi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \operatorname{tg} (1.4\varphi)$$

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \operatorname{tg}^2(45^\circ + \varphi/2)$$

I fattori d e i che compaiono nella formula sono rispettivamente i fattori di profondità ed i fattori di inclinazione del carico espressi dalle seguenti relazioni:

fattori di profondità

$$d_q = 1 + 0.2 D/B \sqrt{K_p}$$

e da cui risulta, $d_q = d_\gamma = 1$ per $\varphi = 0$ e $d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 D/B \sqrt{K_p}$ per $\varphi > 0$

fattori di inclinazione

Indicando con θ l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale (espresso in gradi) e con φ l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = (1 - \theta/90)^2$$

$$i_\gamma = (1 - \theta/\varphi)^2$$

Perché la fondazione del muro sia verificata deve risultare, per ogni combinazione di carico:

$$FS = \frac{N}{\frac{B_{\text{efficace}}}{q_{LIM}}} \geq 2$$



5.2.3 Verifica muro di sostegno H=5m

L'interazione terreno-muro è modellata assumendo un angolo d'attrito δ pari a $2/3 \varphi$, dal terreno a monte risulta pertanto anche una sollecitazione di compressione sul muro, che va ad aggiungersi a quella data dal peso proprio del muro stesso.

Ipotesi di calcolo

Quale sezione tipo è stato scelto il profilo della sezione 94. Essa coincide con il punto di massima altezza del muro e rappresenta pertanto la condizione di massima sollecitazione attesa per questo tipo di opera. Le spinte sul muro vengono calcolate sulla base dei parametri geotecnici non ridotti da coefficienti di sicurezza.

Parametri di input delle analisi

Il terreno è assunto omogeneo. È esclusa la presenza di falda nella parte a sbalzo in quanto il muro è drenato alla base e il riempimento a monte ha buone caratteristiche di drenaggio. La pendenza del terreno a monte è posta pari a $\beta=12^\circ$.

Alle unità litotecniche che interessano l'opera sono stati attribuiti i parametri geotecnici precedentemente indicati

TERRENO	NOTA	γ_d	γ	φ'	c'
-	-	kN/m^3	kN/m^3	•	kPa
LIMI GRIGI	FONDAZIONE	19.5	20	25	20
LIMI MARRONI	SPINTA	19.5	20	27	5

dove:

γ_d = peso per unità di volume del terreno secco

γ = peso per unità di volume del terreno

c' = coesione efficace



Per la verifica in condizioni sismiche si considerano gli effetti sismici secondo la normativa D.M. 16/01/1996 nel seguente modo:

1. si ipotizza che la spinta sismica sia applicata ad una distanza dalla base del muro pari a 2/3 dell'altezza del muro stesso. I coefficienti di spinta saranno determinati con la formulazione proposta da Mononobe-Okabe.

TERRENO	K_a	K_{ae}	K_p	K_{pe}
LIMI MARRONI	0.401	0.477	0.376	0.364

2. verrà inoltre associata ai pesi del muro e del terreno sovrastante la zattera di base una forza d'inerzia orizzontale:

$$F_i = C \cdot W$$

essendo

$C = (S-2)/100$ il coefficiente d'intensità sismica;

$S = \text{grado di sismicità} = 9$

$W = \text{peso complessivo della struttura.}$



SPINTA IN CONDIZIONI STATICHE

TERRENI

RIEMPIM	ϕ'	35 °
	c'	0 kN/m ²
	γ	18 kN/m ³

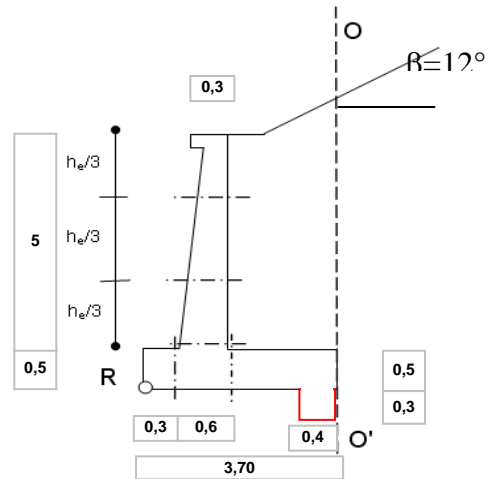
SPINTA	ϕ'	27 °
	c'	0 kPa
	γ	20 kN/m ³
	q sovraccarico	0 kPa

FONDAZ	ϕ'	25 °
	c'	20 kN/m ²
	γ	20 kN/m ³

COEFFICIENTE DI SPINTA

Coefficiente di spinta

ϕ'	27	0,471239
ψ	90	1,570796
δ	18	0,314159
β	12	0,20944
ϑ	4,004173	0,069886
Ka	0,401	Kp 3,76
Kae	0,477	Kpe 3,64
C	0,07	



H 5 m

Verifica al ribaltamento (Peso, Spinta del terrapieno, Sovraccarico)

z(m)	σ_v (kPa)	u (kPa)	σ'_v (kPa)	Ka/Kp	σ'_ha (kPa)	σha (kPa)
0,00	0	0	0	0,401	0,00	0,00
0,00	0,00	0	0,00	0,401	0,00	0,00
5,60	111,9032	0	111,9032	0,401	42,63	42,63
6,10	121,9032	5	116,9032	0,401	44,54	49,54
6,10	121,9032	5	116,9032	3,759	417,96	422,96
6,40	127,9032	8	119,9032	3,759	428,68	436,68



Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio

Momento stabilizzante	709,41	kNm/m	
Momento instabilizzante	287,69	kNm/m	
FS	2,47	>	1,5

Verifica allo scorrimento (Peso, Spinta del terrapieno, Sovraccarico)

Forza stabilizzante	295,65	kN/m	
Forza instabilizzante	142,31	kN/m	
FS	2,08	>	1,3

Verifica al carico limite

φ'	25	0,436332	
λ	21,70624	0,378845	
e	0,670368		0,616667
B	2,36	2,36 m	
L	100,00	100,00 m	
D	0,50	0,50 m	

Nq	10,66214
Nc	20,72053
Ng	6,765505

sc	1
sq , sg	1

dc	1,042424
dq , dg	1,021212

ic , iq	0,58
ig	0,02

qlim	281,5063
Qlim	1041,573

Qamm	520,7867
W	357,5

FS	2,91
----	------



SPINTA IN CONDIZIONI SISMICHE

Verifica al ribaltamento (Peso, Spinta del terrapieno, Sovraccarico)

z(m)	σ_v (kPa)	u (kPa)	σ'_v (kPa)	Ka/Kp	σ'_{hae} (kPa)	σ_{hae} (kPa)	$\Delta\sigma_{hae}$ (kPa)
0,00	0	0	0	0,478	0,00	0,00	
0,00	0,00	0	0,00	0,478	0,00	0,00	0,00
5,60	111,9032	0	111,9032	0,478	50,91	50,91	8,01
6,10	121,9032	5	116,9032	0,478	53,18	58,18	8,37
6,10	121,9032	5	116,9032	3,644	405,10	410,10	
6,40	127,9032	8	119,9032	3,644	415,49	423,49	

Momento stabilizzante **704,46 kNm/m**

Momento instabilizzante **464,24 kNm/m**

FS **1,52 > 1,5**

Verifica allo scorrimento (Peso, Spinta del terrapieno, Sovraccarico)

Forza stabilizzante **291,74 kN/m**

Forza instabilizzante **193,85 kN/m**

FS **1,51 > 1,3**



Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio

Verifica al carico limite

φ'	25	0,436332	
λ	28,46789	0,496858	
e	1,178042		0,616667
B	1,34	1,34 m	
L	100,00	100,00 m	
D	0,50	0,50 m	
Nq	10,66214		
Nc	20,72053		
Ng	6,765505		
sc	1		
sq , sg	1		
dc	1,042424		
dq , dg	1,021212		
ic , iq	0,47		
ig	0,02		
qlim	241,4384		
Qlim	893,3219		
Qamm	446,661		
W	357,5		
FS	2,50		



6. GALLERIE ARTIFICIALI

6.1 Metodologia di lavoro

La progettazione ha compreso un'analisi dei dati e requisiti di base e della documentazione relativa a studi eseguiti in precedenza nella tratta in oggetto. In particolare per gli aspetti geologici, idrogeologici e geotecnici si è fatto riferimento alla relazione tecnica illustrativa del progetto preliminare e alle relative indagini geognostiche che hanno consentito di:

- definire il quadro geologico, idrogeologico e geomeccanico con il grado di approfondimento necessario alla progettazione definitiva delle opere;
- analizzare le problematiche progettuali in relazione agli aspetti strettamente geotecnici.

6.2 Caratteristiche generali

Le opere in esame sono costituite da paratie a pali praticamente accostati, diametro $D = 80$ cm e interasse $i = 100$ cm con lunghezza variabile, contrastate in testa ed al fondo dello scavo mediante solettone in calcestruzzo armato; dal punto di vista idraulico la tenuta del solettone di copertura dovrà essere garantita mediante idonea impermeabilizzazione, mentre, fra i pali della paratia, saranno realizzati dreni verticali per l'allontanamento delle acque di falda intercettate.

Nella realizzazione delle opere si deve tenere presente il vincolo sul massimo spessore di ricoprimento che non dovrà mai superare il valore di 4.0 m dalla quota di estradosso del solettone.

Le gallerie sono provviste di marciapiedi transitabili da 1.50 m su ciascun lato.

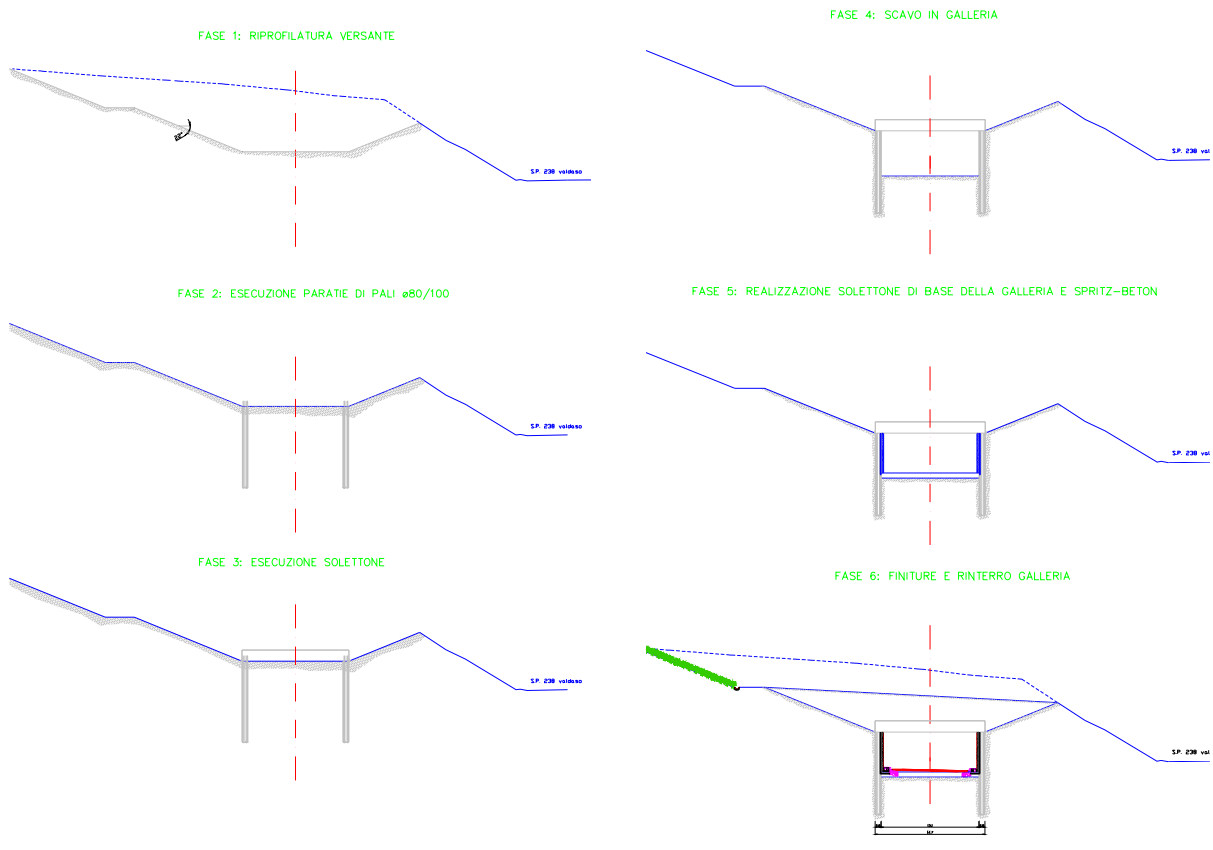
Il franco minimo piano-viario/intradosso-copertura che viene adottato è di m. 5.00.

Il dettaglio della geometria e delle caratteristiche interne dei manufatti è riportato nel relativo elaborato tipologico.

6.3 Fasi di lavorazione per la realizzazione delle opere

La realizzazione delle opere in esame è prevista secondo le seguenti fasi:

- Pre-escavo fino a quota intradosso solettone di copertura per la preparazione del piano di lavoro;
- Realizzazione delle paratie di pali;
- Getto travi di appoggio solettone di copertura e predisposizione degli appositi giunti;
- Posizionamento delle travi prefabbricate;
- Scavo del terreno al di sotto del solettone di copertura;
- Realizzazione del solettone di fondazione in continuità strutturale con i pali (armatura al taglio);
- Impermeabilizzazione con guaine;
- Messa in opera dei dreni verticali;
- Realizzazione delle pareti di rivestimento della paratia (controfodere).
- Rinterro.





6.4 Descrizione delle tratte in galleria

6.4.1 Galleria Faveto

L'opera in oggetto è ubicata dal km 0+690.00 al km 0+810.00 in località Faveto, per uno sviluppo complessivo di 120 metri circa.

Il progetto prevede una galleria a due corsie (sezioni tipo C1 dal D.M. 5.11.2001).

A partire dall'imbocco lato Ovest la galleria si sviluppa dopo un tratto di paratie a sbalzo di 30m di lunghezza, con un manufatto artificiale; per l'intero tratto di galleria è previsto il ritombamento della parte del manufatto che emerge dall'attuale piano di campagna.

6.4.2 Galleria Montefalcone

L'opera in oggetto è ubicata dal km 1+560.00 al km 1+640.00 in località Faveto, per uno sviluppo complessivo di 80 metri circa.

Il progetto prevede una gallerie a due corsie (sezioni tipo C1 dal D.M. 5.11.2001).

La galleria si sviluppa a seguito di un tratto di paratie a sbalzo di circa 40m a partire dall'imbocco lato Ovest; per l'intero tratto di galleria è previsto il ritombamento della parte di manufatto che emerge dall'attuale piano di campagna.

Le caratteristiche e le modalità dell'intervento di sistemazione e riqualificazione superficiale sono descritte negli specifici elaborati di mitigazione e studio d'impatto ambientale.

6.5 Verifiche opere di sostegno

Si illustra la metodologia seguita per il per il progetto e la verifica delle sezioni tipo della paratia di pali in c.a. che costituiscono le gallerie artificiali. In accordo al D.M 96, le verifiche vengono effettuate nei confronti degli stati limite di esercizio e degli stati limite ultimi.

La valutazione del campo di spostamenti e sollecitazioni dell'opera di sostegno in condizione di esercizio sotto l'azione di carico statica viene condotta in base ai



parametri geotecnici caratteristici dei materiali, che consentono di valutare i coefficienti di spinta attiva (K_a) e passiva (K_p), tenendo conto della geometria del pendio di monte. In caso di presenza di falda che interessa il versante, sarà considerato il regime di pressioni congruente con gli interventi di drenaggio previsti per contenere la spinta idraulica entro valori accettabili. L'analisi dello stato di sollecitazione e del campo di spostamenti delle strutture che costituiscono l'opera di sostegno viene svolta con l'ausilio di un codice di calcolo ad elementi finiti.

In condizioni sismiche si ipotizza che l'incremento di spinta a monte, agisca su tutta la paratia, con lo stesso punto di applicazione della statica. I coefficienti di spinta sono determinati con la formulazione proposta da Mononobe-Okabe adottando un coefficiente sismico orizzontale, valutato ai sensi della Legge 64/74 e del DM 96, assumendo grado di sismicità $S=9$ e quindi coefficiente sismico $C = (S-2/100) = 0,07$.

6.5.1 Opere in progetto

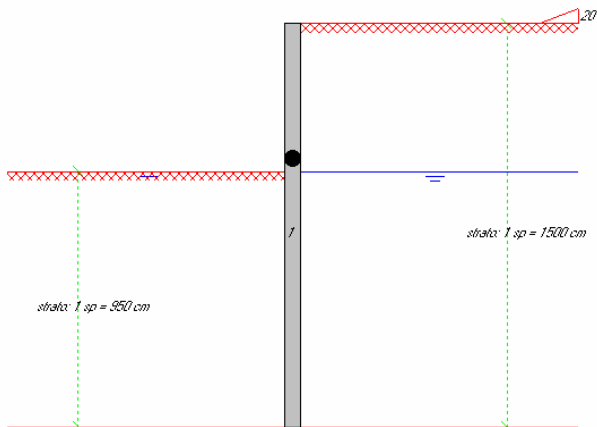
Le sezioni tipo sono:

6.5.1.1 Paratia a sbalzo agli imbocchi

$L_{\text{palo}} = 15\text{m}$

condizione transitoria

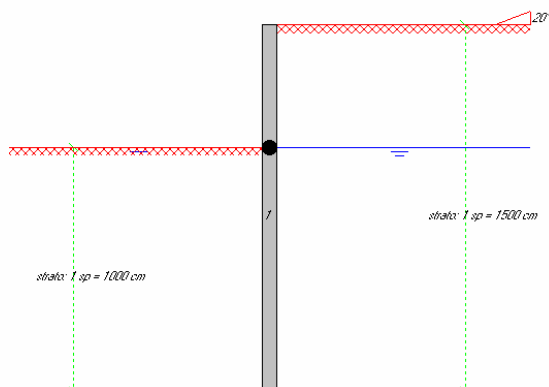
fino ad una altezza di scavo di 5,5m (quota piano di base del pacchetto stradale
avente spessore 50cm);



Strato 1 - LIMI MARRONI

configurazione finale

fino ad una altezza di scavo di 5,0m (quota piano strada finito) + SISMA.



Strato 1 - LIMI MARRONI

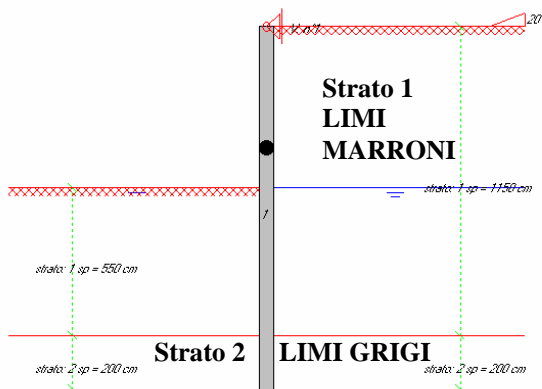
6.5.1.2 Galleria artificiale

Paratia contrastata in testa $L_{\text{palo}}=13.5\text{m}$

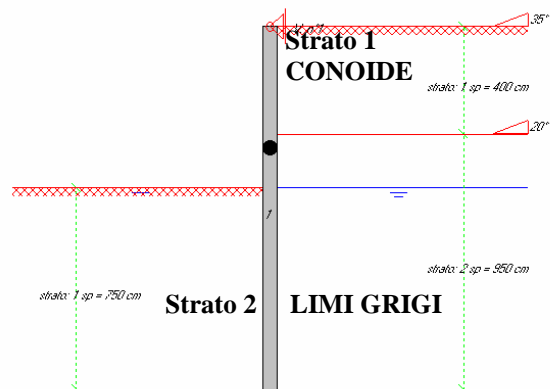
configurazione transitoria

pre-escavo a monte e scavo al di sotto del solettone;

GALLERIA FAVETO



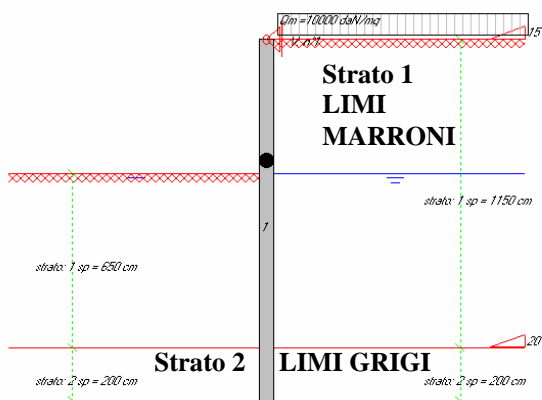
GALLERIA MONTEFALCONE



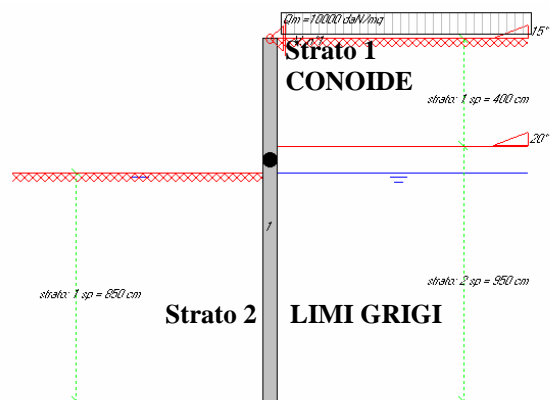
configurazione finale

ricopertura max 4m, pendio a monte 15° e scavo al di sotto del solettone + SISMA.

GALLERIA FAVETO



GALLERIA MONTEFALCONE





Per il calcolo delle sollecitazioni sulla paratia in condizioni statiche sono stati impiegati i seguenti parametri geotecnici per i terreni coinvolti:

TERRENO	γ_d	γ	c'	φ'
-	kN/m^3	kN/m^3	kPa	$^\circ$
LIMI MARRONI	19.5	20	5	27
LIMI GRIGI	19.5	20	20	25
CONOIDE	19.0	19.5	0	40

dove:

γ_d = peso per unità di volume del terreno secco

γ = peso per unità di volume del terreno

c' = coesione efficace

φ' = angolo di attrito

Nella tabella seguente si riportano le progressive di pertinenza di ciascuna sezione per le due gallerie artificiali

GALLERIA	Sezione tipo	Descrizione	progressiva inizio	progressiva fine
			<i>km</i>	<i>km</i>
FAVETO	1	<u>Paratia a sbalzo</u>	0+690 0+812	0+700 0+817
	2	<u>galleria artificiale</u>	0+700	0+812



MONTEFALCONE	1	<u>Paratia</u> a	1+505	1+510
		<u>sbalzo</u>	1+645	1+650
	2	<u>galleria</u>	1+510	1+645
		<u>artificiale</u>		

In entrambe i casi, l'opera di sostegno è costituita da pali $\phi 800$ disposti ad interasse 1m.

d palo	A palo	i	E	J palo	EJ palo
m	m²	m	MPa	m⁴	kNm²
0,8	0,5	1	30000	0,020106	603185

Per l'analisi del comportamento delle paratie sottoposte alla spinta delle terre, dell'acqua e dei sovraccarichi, è stato utilizzato il codice di calcolo BULKCAD 5.5. I risultati sono riassunti nella tabella seguente, dove sono elencati i massimi valori delle sollecitazioni previste, incluso lo sforzo assiale a cui andrà soggetto il puntone in testa paratia. I tabulati di calcolo sono riportati in forma completa nell'appendice, dove si riporta l'andamento delle sollecitazioni lungo il fusto del palo in funzione della profondità.

		S_{max}	z(S_{max})*	M_{max}	z(M_{max})*	N
		[cm]	[m]	palo [kNm]	[m]	puntone [kN]
SBALZO	Statica	9.4	0	457	9.06	-
	Sismica	8	0	473	8.4	-
G.A. FAVETO	Statica	1.05	6.56	334	4.8	107
	Sismica	1.83	6.48	584	4.23	263



Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio

G.A.	Statica	0.76	7.8	245	4.8	66
MONTEFALCONE**	Sismica	1.37	6.8	473	3.6	280
* riferita alla quota di testa paratia						
** data l'entità del pre escavo il K0 è riferito ad un OCR = 3 per le ghiaie e OCR = 2 per i limi grigi						

Nel seguito si riporta una sintesi grafica dei risultati in termini di spostamento (s) espresso in cm e di momento flettente (M) espresso in kN/m. Per maggior dettaglio si rimanda al documento "Tabulati delle sollecitazioni sulla paratia" allegati alla presente relazione.



In accordo al D.M. 09/01/1996 e successive circolari ministeriali (C.M.LL.PP. No. 252/1996), le caratteristiche di sollecitazione di calcolo (momento flettente di progetto) MS_d sono definite amplificando i valori nominali per il coefficiente moltiplicativo 1,5.

In tabella si riportano i momenti sollecitanti MS_d e quelli resistenti MR calcolati allo SLU sulla base delle armature di progetto.

		MS_d	armatura	MR
		[kNm]	[-]	[kNm]
SBALZO	Statica	685	16 ϕ 24	771
	Sismica	710		
G.A. FAVETO	Statica	501	20 ϕ 24	937
	Sismica	876		
G.A. MONTEFALCONE	Statica	367	20 ϕ 24	937
	Sismica	710		



7. VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE

Nei confronti di un cinematismo di instabilità di tipo globale, le sezioni individuate come maggiormente critiche per quanto riguarda gli scavi ed i rilevati lungo lo sviluppo del tracciato di progetto e che si reputa necessario verificare nei confronti della stabilità sono le seguenti:

Sez.	Progressiva
39	0+380
52	0+510
94	0+984
120	1+350
123	1+380
136	1+510
156	1+710
162	1+770

Lo schema geometrico per le analisi viene individuato ricercando la sezione di massima pendenza in base alla planimetria di progetto.

I metodi di analisi oggi disponibili per la valutazione delle condizioni di stabilità di un pendio sono sostanzialmente classificabili in due categorie:

- metodo dell'equilibrio limite, secondo cui si devono valutare le condizioni di equilibrio di una porzione di materiale sotto le azioni esterne ed il peso proprio, quando lungo una particolare superficie (detta di rottura) si mobilita tutta la resistenza disponibile;
- analisi del continuo deformabile, con l'impiego di leggi costitutive adatte a descrivere il comportamento di un mezzo poroso, bifase; con questo metodo la condizione di stabilità (o di instabilità) del pendio viene valutata



attraverso l'intensità delle deformazioni ed eventualmente dal raggiungimento di una condizione vera e propria di collasso.

Nelle applicazioni più comuni, il metodo più diffuso ed affidabile è quello dell'equilibrio limite (metodo delle strisce), in genere utilizzato con schemi piani secondo diverse formulazioni (Fellenius, Bishop, Janbu, Morgenstern&Price) basate su ipotesi semplificative del problema.

L'impiego dei metodi al continuo è riservato a situazioni per le quali vi è una approfondita conoscenza delle condizioni al contorno del problema e del comportamento meccanico dei materiali. Al crescere della complessità del modello, infatti, cresce anche la complessità dei parametri di input, ed allo stato delle conoscenze, non si ritiene opportuno applicare tale metodo per l'analisi del comportamento dei versanti nel problema in esame.

Tenendo conto di queste ipotesi di lavoro, sono state condotte una serie di analisi di stabilità, avvalendosi dell'impiego del codice di calcolo SLOPE_W, sviluppato prima in ambito universitario e poi, a partire dagli anni '80, dalla GEO-SLOPE International di Calgary (Licenza Network GEO-SLOPE OFFICE Serial n°94190N, Università Politecnica delle Marche).

Il software consente di risolvere problemi di equilibrio limite di pendii in condizioni piane, tenendo conto degli effetti della filtrazione e della presenza di azioni sismiche in maniera pseudo-statica.

In allegato alla presente relazione sono presentati i tabulati di calcolo della verifica eseguita per ciascuna sezione. Nel seguito si forniscono alcuni dettagli sulla metodologia adottata per le analisi.

7.1 Il metodo delle strisce

Per la valutazione delle condizioni di stabilità si è adottato il metodo delle strisce nella formulazione di Spencer che tiene conto delle azioni normali e tangenziali che si sviluppano lungo la superficie laterale delle singole strisce imponendo sia l'equilibrio delle forze sia quello dei momenti.



La forma della funzione utilizzata nelle analisi per mettere in relazione le forze interconco, tangenziali e normali, è semi-sinusoidale.

7.2 Azioni in condizioni sismiche

La determinazione delle condizioni di stabilità nei confronti dell'azione sismica è di tipo pseudo-statico; le risultanti orizzontali (FH) e verticali (FV) delle forze d'inerzia vengono dunque applicate al baricentro della massa potenzialmente instabile (W).

Le forze di inerzia da considerare nel calcolo sono le seguenti:

$$F_h = C \cdot R \cdot I \cdot W = 0,07 \cdot W$$

essendo

R = coefficiente di risposta relativo alla direzione considerata = 1

C = (S-2)/100 il coefficiente d'intensità sismica;

S = grado di sismicità = 9

I = coefficiente di protezione sismica = 1

W = peso complessivo del concio.

$$F_v = C \cdot m \cdot W = 0,14 \cdot W$$

essendo

C = (S-2)/100 il coefficiente d'intensità sismica;

m = coefficiente sismico = 2

S = grado di sismicità = 9

W = peso complessivo del concio.



7.3 Stabilità globale dei rilevati

Si verifica la stabilità globale della scarpata del rilevato senza opera di protezione al piede, ovvero la parte di scarpata sovrastante l'opera di contenimento.

Si sono considerate le seguenti condizioni di carico:

- Altezza del rilevato 8m (**sezione 156**);
- Sovraccarico sulla piattaforma stradale:
 - a) caso statico pari a 20 kPa
 - b) caso sismico pari a 10 kPa

Per il terreno che costituisce il corpo del rilevato ed il terreno sottostante (LIMI MARRONI) si sono considerati i parametri geotecnici già definiti in precedenza.

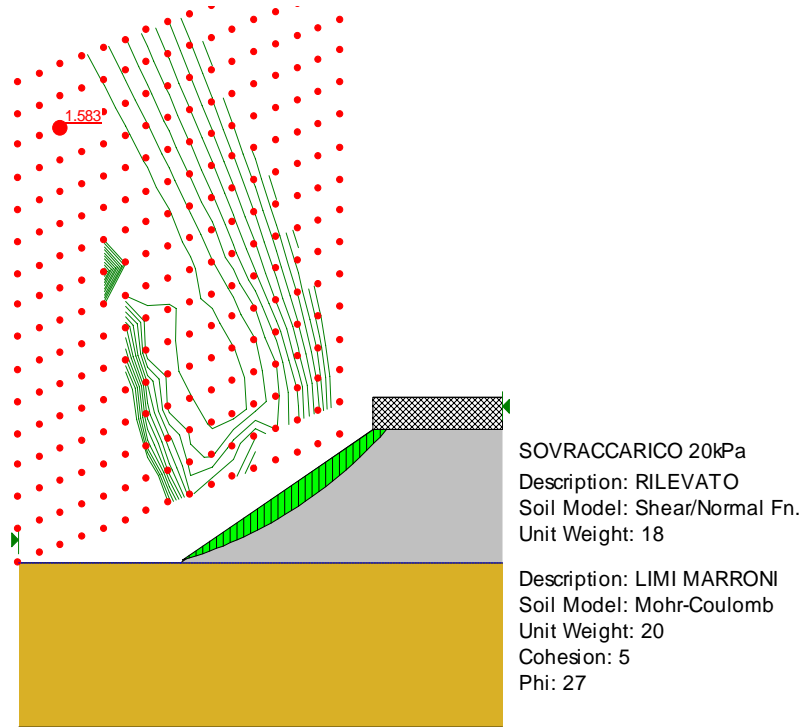
Circa la geometria della sezione si considera il rilevato di forma trapezoidale.

Nelle pagine seguenti sono presentate le verifiche di stabilità della scarpata del rilevato, svolte con il sistema dell'equilibrio limite.

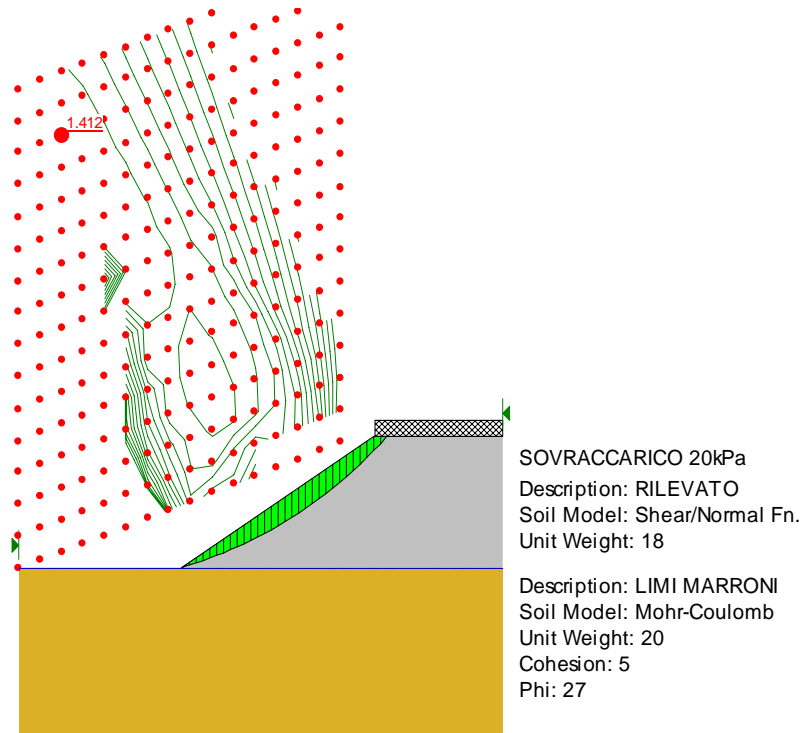


Il coefficiente di sicurezza ottenuto, da confrontare con il valore minimo di 1,3, è il seguente:

a) caso statico $FS= 1.583 > 1.3$



b) caso sismico $FS= 1.412 > 1.3$

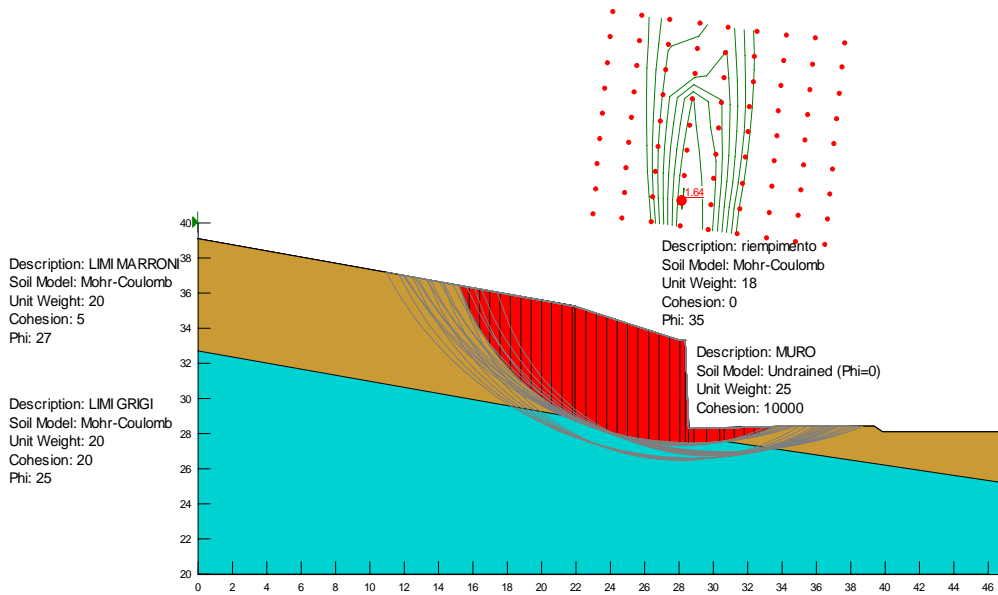




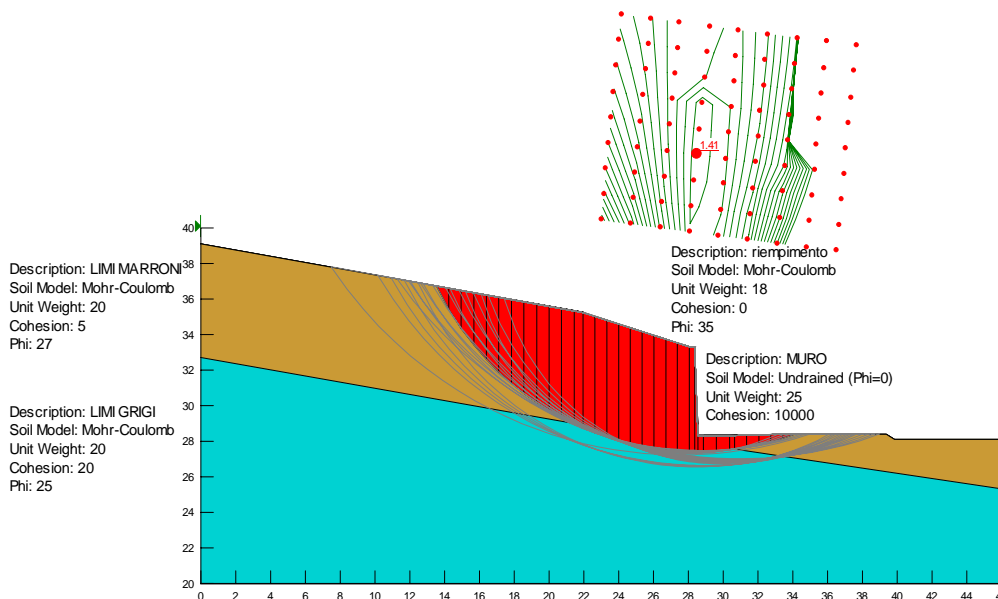
7.4 Muro di sostegno - Sezione 94

Il coefficiente di sicurezza ottenuto (da confrontare con il valore minimo di 1,3 imposto dalla Normativa) è il seguente:

a) caso statico $f = 1.64 > 1.3$



b) caso sismico $f = 1.41 > 1.3$





7.5 Contenimento a valle del rilevato – Sezione 123

Nei tratti in cui il rilevato si sviluppa a ridosso di un pendio, nei lini marroni, le condizioni di stabilità nella combinazione sismica non sono garantite con i margini di sicurezza richiesti da normativa, a causa delle caratteristiche meccaniche scadenti proprie dei terreni coinvolti. In questi casi appare necessario proteggere il piede del rilevato mediante una paratia a sbalzo in grado di sostenere il terreno a monte ed intercettare le superfici di scorrimento più critiche.

Si sono considerate le seguenti condizioni di carico:

- a) caso statico con sovraccarico sulla piattaforma stradale pari a 20 kPa
- b) caso sismico con sovraccarico pari a 10 kPa

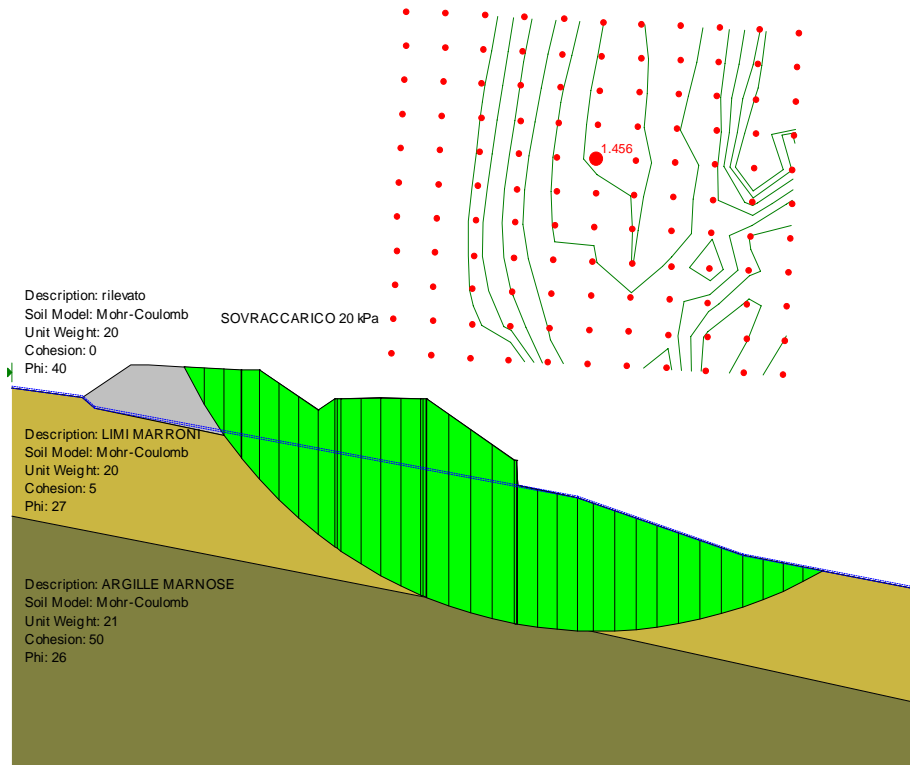
Nella pagina seguente è presentato il risultato delle analisi di stabilità globale dell'opera per la sezione di progetto 123 posta alla progressiva km 1+380.

I tabulati completi delle suddette verifiche sono invece presentati per esteso nell'appendice allegata alla presente relazione. Il coefficiente di sicurezza ottenuto è il seguente:



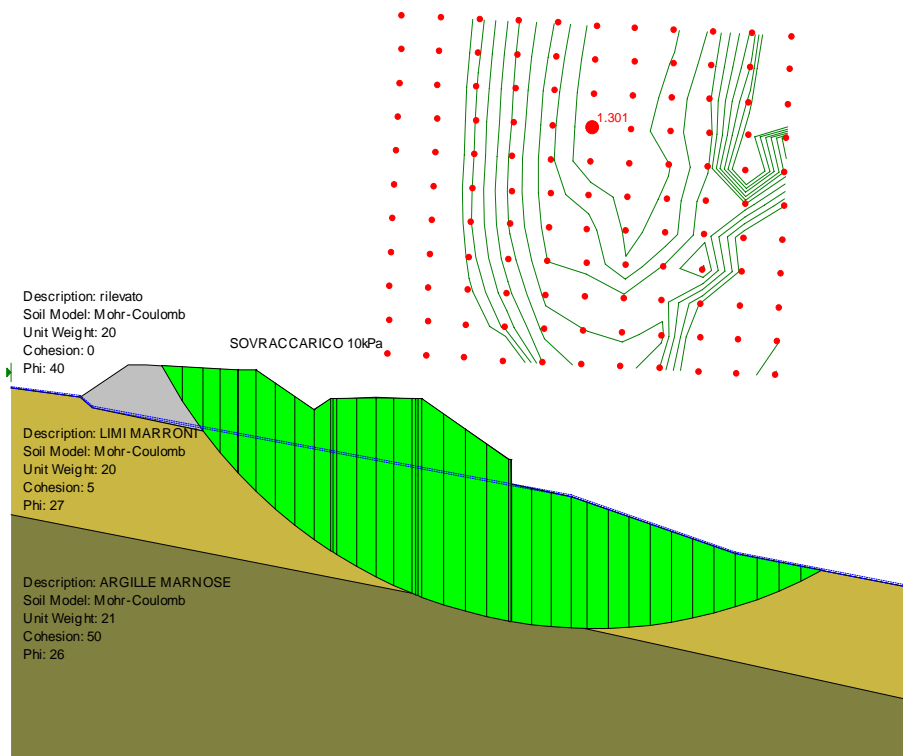
Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio
a) caso statico

$f = 1.456 > 1.3$



b) caso sismico

$f = 1.301 > 1.3$





8. ALLEGATI

8.1 GALLERIE ARTIFICIALI

8.1.1 Sbalzo statica

paratia in calcestruzzo armato

valori espressi in daN, cm.

Altezza totale della paratia: 1500 cm

GEOMETRIA DELLE SEZIONI

n. 1 anulare : Diam est. 80.0, Diam int. 0.0, Copr 5.0

DATI GEOTECNICI GENERALI

ampiezze dei bulbi di pressione: a monte 300.0 , a valle 300.0

coeff. riduttivo delle spinte passive 1.00

coeff. riduttivo per adesione 0.00

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

GEOMETRIA DEI TRONCHI (prof. da sommita' paratia)

n.	prof.iniz.	prof.fin.	sezione n.	larg.	inerzia	area
1	0.00	1500.00	1	100.0	2010619.0	5026.5

STRATI DEL TERRENO A MONTE (prof. da sommita' paratia)

n.	spess.	prof.in.	g.sec	g.sat	D(ø)	F(ø)	B(ø)	c	Et	Ko
1	1500.0	0.0	0.001950	0.002000	20.0	27.0	18.0	0.05000	150.0	0.55000

STRATI DEL TERRENO A VALLE (prof. da sommita' paratia)

n.	spess.	prof.in.	g.sec	g.sat	D(ø)	F(ø)	B(ø)	c	Et	Ko
1	950.0	550.0	0.001950	0.002000	0.0	27.0	9.0	0.05000	150.0	0.55000

SPINTE DEL TERRENO (prof. da sommita' paratia; spinte positive da monte)

quota	att.monte	pass.monte	att.valle	pass.valle	rip.monte	rip.valle	eff.monte	eff.valle	eff.totale
0.00	0.000000	0.363104	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
39.29	0.000000	1.425105	0.000000	0.000000	0.042134	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
78.57	0.004519	2.487106	0.000000	0.000000	0.084268	0.000000	0.004519	0.000000	0.004519
117.86	0.039930	3.549107	0.000000	0.000000	0.126402	0.000000	0.039930	0.000000	0.039930
157.14	0.075341	4.611108	0.000000	0.000000	0.168536	0.000000	0.075341	0.000000	0.075341
196.43	0.110753	5.673109	0.000000	0.000000	0.210670	0.000000	0.110753	0.000000	0.110753



Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio

235.71	0.146164	6.735110	0.000000	0.000000	0.252804	0.000000	0.146164	0.000000	0.146164
275.00	0.181575	7.797112	0.000000	0.000000	0.294938	0.000000	0.181575	0.000000	0.181575
314.29	0.216986	8.859113	0.000000	0.000000	0.337071	0.000000	0.216986	0.000000	0.216986
353.57	0.252398	9.921113	0.000000	0.000000	0.379205	0.000000	0.252398	0.000000	0.252398
392.86	0.287809	10.983110	0.000000	0.000000	0.421339	0.000000	0.287809	0.000000	0.287809
432.14	0.323220	12.045120	0.000000	0.000000	0.463473	0.000000	0.323220	0.000000	0.323220
471.43	0.358632	13.107120	0.000000	0.000000	0.505607	0.000000	0.358632	0.000000	0.358632
510.71	0.394043	14.169120	0.000000	0.000000	0.547741	0.000000	0.394043	0.000000	0.394043
550.00	0.429454	15.231120	0.000000	-.184397	0.589875	0.000000	0.429454	-.184397	0.245057
569.79	0.438603	15.505490	0.000000	-.252532	0.600760	-.010885	0.438603	-.252532	0.186071
589.58	0.447751	15.779860	0.000000	-.320667	0.611646	-.021771	0.447751	-.320667	0.127084
609.38	0.456900	16.054230	0.000000	-.388802	0.622531	-.032656	0.456900	-.388802	0.068098
629.17	0.466049	16.328600	0.000000	-.456937	0.633417	-.043542	0.466049	-.456937	0.009111
648.96	0.475197	16.602970	0.000000	-.525072	0.644302	-.054427	0.475197	-.525072	-.049875
668.75	0.484346	16.877340	0.000000	-.593207	0.655188	-.065313	0.484346	-.593207	-.108862
688.54	0.493494	17.151710	0.000000	-.661342	0.666073	-.076198	0.493494	-.661342	-.167848
708.33	0.502643	17.426090	0.000000	-.729478	0.676958	-.087083	0.502643	-.729478	-.226835
728.13	0.511792	17.700460	-.002959	-.797613	0.687844	-.097969	0.511792	-.797613	-.285821
747.92	0.520940	17.974830	-.009762	-.865748	0.698729	-.108854	0.520940	-.865748	-.344807
767.71	0.530089	18.249200	-.016564	-.933883	0.709615	-.119740	0.530089	-.933883	-.403794
787.50	0.539237	18.523570	-.023367	-1.002018	0.720500	-.130625	0.539237	-1.002018	-.462780
807.29	0.548386	18.797940	-.030170	-1.070153	0.731385	-.141510	0.548386	-1.070153	-.521767
827.08	0.557535	19.072310	-.036972	-1.138288	0.742271	-.152396	0.557535	-1.138288	-.580753
846.88	0.566683	19.346680	-.043775	-1.206423	0.753156	-.163281	0.566683	-1.206423	-.639740
866.67	0.575832	19.621050	-.050578	-1.274558	0.764042	-.174167	0.575832	-1.274558	-.698726
886.46	0.584980	19.895420	-.057381	-1.342693	0.774927	-.185052	0.584980	-1.342693	-.757713
906.25	0.594129	20.169790	-.064183	-1.410828	0.785813	-.195938	0.594129	-1.354419	-.760290
926.04	0.603278	20.444170	-.070986	-1.478963	0.796698	-.206823	0.603278	-1.306345	-.703067
945.83	0.612426	20.718540	-.077789	-1.547098	0.807583	-.217708	0.612426	-1.259747	-.647321
965.63	0.621575	20.992910	-.084591	-1.615233	0.818469	-.228594	0.621575	-1.214612	-.593037
985.42	0.630724	21.267280	-.091394	-1.683368	0.829354	-.239479	0.630724	-1.170920	-.540196
1005.21	0.639872	21.541650	-.098197	-1.751503	0.840240	-.250365	0.639872	-1.128640	-.488768
1025.00	0.649021	21.816020	-.104999	-1.819638	0.851125	-.261250	0.649021	-1.087737	-.438717
1044.79	0.658169	22.090390	-.111802	-1.887773	0.862010	-.272135	0.658169	-1.048170	-.390001
1064.58	0.667318	22.364760	-.118605	-1.955908	0.872896	-.283021	0.667318	-1.009889	-.342572
1084.38	0.676467	22.639130	-.125407	-2.024043	0.883781	-.293906	0.676467	-.972844	-.296377
1104.17	0.685615	22.913500	-.132210	-2.092178	0.894667	-.304792	0.685615	-.936976	-.251361
1123.96	0.694764	23.187870	-.139013	-2.160314	0.905552	-.315677	0.694764	-.902225	-.207461
1143.75	0.703912	23.462250	-.145815	-2.228449	0.916438	-.326563	0.703912	-.868527	-.164615
1163.54	0.713061	23.736620	-.152618	-2.296584	0.927323	-.337448	0.713061	-.835816	-.122755
1183.33	0.722210	24.010990	-.159421	-2.364719	0.938208	-.348333	0.722210	-.804022	-.081812



Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio

1203.13	0.731358	24.285360	-.166224	-2.432854	0.949094	-.359219	0.731358	-.773075	-.041717
1222.92	0.740507	24.559730	-.173026	-2.500989	0.959979	-.370104	0.740507	-.742904	-.002398
1242.71	0.749655	24.834100	-.179829	-2.569124	0.970865	-.380990	0.749655	-.713438	0.036217
1262.50	0.758804	25.108470	-.186632	-2.637259	0.981750	-.391875	0.758804	-.684604	0.074200
1282.29	0.767953	25.382840	-.193434	-2.705394	0.992635	-.402760	0.767953	-.656331	0.111621
1302.08	0.777101	25.657210	-.200237	-2.773529	1.003521	-.413646	0.788618	-.628549	0.160070
1321.88	0.786250	25.931580	-.207040	-2.841664	1.014406	-.424531	0.837750	-.601187	0.236563
1341.67	0.795398	26.205960	-.213842	-2.909799	1.025292	-.435417	0.886528	-.574181	0.312347
1361.46	0.804547	26.480330	-.220645	-2.977934	1.036177	-.446302	0.935014	-.547465	0.387550
1381.25	0.813696	26.754700	-.227448	-3.046069	1.047063	-.457188	0.983271	-.520979	0.462291
1401.04	0.822844	27.029070	-.234250	-3.114204	1.057948	-.468073	1.031351	-.494670	0.536682
1420.83	0.831993	27.303440	-.241053	-3.182339	1.068833	-.478958	1.079306	-.468486	0.610820
1440.63	0.841141	27.577810	-.247856	-3.250474	1.079719	-.489844	1.127176	-.442387	0.684789
1460.42	0.850290	27.852180	-.254658	-3.318609	1.090604	-.500729	1.174996	-.416337	0.758659
1480.21	0.859439	28.126550	-.261461	-3.386744	1.101490	-.511615	1.222793	-.390311	0.832482
1500.00	0.868587	28.400920	-.268264	-3.454880	1.112375	-.522500	1.270582	-.364293	0.906290

FALDE (altezze da fondo paratia)

altezza falda a monte 950.00 spinta totale a monte 451.2500 daN/cm

altezza falda a valle 950.00 spinta totale a valle 451.2500 daN/cm

SOLLECITAZIONI E SPOSTAMENTI DELLA PARATIA (prof. da sommita' paratia)

concio n°	p.iniz.	p.fin.	Miniz.	Mfin.	Tiniz.	Tfin.	Niniz	Nfin	sp.iniz.	sp.fin.	rot.iniz.	rot.fin.	
1	0.00	39.29	0	0	0	0	0	0	-494	9.445	9.116	0.00836	0.00836
2	39.29	78.57	0	0	0	0	-494	-987	9.116	8.788	0.00836	0.00836	
3	78.57	117.86	0	-697	-18	-18	-987	-1481	8.788	8.460	0.00836	0.00836	
4	117.86	157.14	-697	-7557	-175	-175	-1481	-1975	8.460	8.131	0.00836	0.00836	
5	157.14	196.43	-7557	-26045	-471	-471	-1975	-2468	8.131	7.803	0.00836	0.00836	
6	196.43	235.71	-26045	-61627	-906	-906	-2468	-2962	7.803	7.475	0.00836	0.00835	
7	235.71	275.00	-61627	-119766	-1480	-1480	-2962	-3456	7.475	7.147	0.00835	0.00835	
8	275.00	314.29	-119766	-205929	-2193	-2193	-3456	-3949	7.147	6.819	0.00835	0.00834	
9	314.29	353.57	-205929	-325582	-3046	-3046	-3949	-4443	6.819	6.492	0.00834	0.00832	
10	353.57	392.86	-325582	-484188	-4037	-4037	-4443	-4937	6.492	6.166	0.00832	0.00829	
11	392.86	432.14	-484188	-687214	-5168	-5168	-4937	-5430	6.166	5.841	0.00829	0.00825	
12	432.14	471.43	-687214	-940125	-6438	-6438	-5430	-5924	5.841	5.517	0.00825	0.00820	
13	471.43	510.71	-940125	-1248386	-7847	-7847	-5924	-6418	5.517	5.196	0.00820	0.00813	
14	510.71	550.00	-1248386	-1617462	-9395	-9395	-6418	-6912	5.196	4.879	0.00813	0.00804	
15	550.00	569.79	-1617462	-1824049	-10438	-10438	-6912	-7160	4.879	4.720	0.00804	0.00798	
16	569.79	589.58	-1824049	-2037925	-10806	-10806	-7160	-7409	4.720	4.563	0.00798	0.00792	
17	589.58	609.38	-2037925	-2256779	-11058	-11058	-7409	-7658	4.563	4.407	0.00792	0.00785	
18	609.38	629.17	-2256779	-2478300	-11193	-11193	-7658	-7906	4.407	4.252	0.00785	0.00777	



Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio

19	629.17	648.96	-2478300	-2700179	-11211	-11211	-7906	-8155	4.252	4.099	0.00777	0.00768
20	648.96	668.75	-2700179	-2920103	-11112	-11112	-8155	-8404	4.099	3.948	0.00768	0.00759
21	668.75	688.54	-2920103	-3135764	-10897	-10897	-8404	-8652	3.948	3.799	0.00759	0.00749
22	688.54	708.33	-3135764	-3344849	-10564	-10564	-8652	-8901	3.799	3.652	0.00749	0.00739
23	708.33	728.13	-3344849	-3545049	-10115	-10115	-8901	-9150	3.652	3.507	0.00739	0.00727
24	728.13	747.92	-3545049	-3734054	-9550	-9550	-9150	-9399	3.507	3.364	0.00727	0.00715
25	747.92	767.71	-3734054	-3909552	-8867	-8867	-9399	-9647	3.364	3.223	0.00715	0.00703
26	767.71	787.50	-3909552	-4069233	-8068	-8068	-9647	-9896	3.223	3.086	0.00703	0.00690
27	787.50	807.29	-4069233	-4210786	-7152	-7152	-9896	-10145	3.086	2.951	0.00690	0.00676
28	807.29	827.08	-4210786	-4331901	-6120	-6120	-10145	-10393	2.951	2.818	0.00676	0.00662
29	827.08	846.88	-4331901	-4430268	-4970	-4970	-10393	-10642	2.818	2.688	0.00662	0.00648
30	846.88	866.67	-4430268	-4503575	-3704	-3704	-10642	-10891	2.688	2.562	0.00648	0.00633
31	866.67	886.46	-4503575	-4549513	-2321	-2321	-10891	-11140	2.562	2.438	0.00633	0.00618
32	886.46	906.25	-4549513	-4565770	-821	-821	-11140	-11388	2.438	2.317	0.00618	0.00603
33	906.25	926.04	-4565770	-4552246	683	683	-11388	-11637	2.317	2.199	0.00603	0.00588
34	926.04	945.83	-4552246	-4511181	2075	2075	-11637	-11886	2.199	2.084	0.00588	0.00573
35	945.83	965.63	-4511181	-4444761	3356	3356	-11886	-12134	2.084	1.972	0.00573	0.00559
36	965.63	985.42	-4444761	-4355111	4530	4530	-12134	-12383	1.972	1.863	0.00559	0.00544
37	985.42	1005.21	-4355111	-4244301	5599	5599	-12383	-12632	1.863	1.757	0.00544	0.00530
38	1005.21	1025.00	-4244301	-4114345	6566	6566	-12632	-12881	1.757	1.653	0.00530	0.00517
39	1025.00	1044.79	-4114345	-3967204	7434	7434	-12881	-13129	1.653	1.552	0.00517	0.00503
40	1044.79	1064.58	-3967204	-3804787	8206	8206	-13129	-13378	1.552	1.454	0.00503	0.00491
41	1064.58	1084.38	-3804787	-3628951	8884	8884	-13378	-13627	1.454	1.358	0.00491	0.00478
42	1084.38	1104.17	-3628951	-3441505	9471	9471	-13627	-13875	1.358	1.264	0.00478	0.00467
43	1104.17	1123.96	-3441505	-3244213	9968	9968	-13875	-14124	1.264	1.173	0.00467	0.00456
44	1123.96	1143.75	-3244213	-3038795	10379	10379	-14124	-14373	1.173	1.084	0.00456	0.00445
45	1143.75	1163.54	-3038795	-2826929	10705	10705	-14373	-14622	1.084	0.997	0.00445	0.00436
46	1163.54	1183.33	-2826929	-2610254	10948	10948	-14622	-14870	0.997	0.911	0.00436	0.00427
47	1183.33	1203.13	-2610254	-2390375	11110	11110	-14870	-15119	0.911	0.828	0.00427	0.00419
48	1203.13	1222.92	-2390375	-2168861	11192	11192	-15119	-15368	0.828	0.746	0.00419	0.00411
49	1222.92	1242.71	-2168861	-1947254	11197	11197	-15368	-15616	0.746	0.665	0.00411	0.00404
50	1242.71	1262.50	-1947254	-1727065	11125	11125	-15616	-15865	0.665	0.585	0.00404	0.00398
51	1262.50	1282.29	-1727065	-1509783	10978	10978	-15865	-16114	0.585	0.507	0.00398	0.00393
52	1282.29	1302.08	-1509783	-1296873	10758	10758	-16114	-16362	0.507	0.430	0.00393	0.00389
53	1302.08	1321.88	-1296873	-1090233	10441	10441	-16362	-16611	0.430	0.353	0.00389	0.00385
54	1321.88	1341.67	-1090233	-892859	9973	9973	-16611	-16860	0.353	0.278	0.00385	0.00381
55	1341.67	1361.46	-892859	-707721	9354	9354	-16860	-17109	0.278	0.202	0.00381	0.00379
56	1361.46	1381.25	-707721	-537763	8587	8587	-17109	-17357	0.202	0.128	0.00379	0.00377
57	1381.25	1401.04	-537763	-385914	7672	7672	-17357	-17606	0.128	0.053	0.00377	0.00375
58	1401.04	1420.83	-385914	-255087	6610	6610	-17606	-17855	0.053	-0.021	0.00375	0.00374



Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio

59	1420.83	1440.63	-255087	-148186	5401	5401	-17855	-18103	-.021	-.095	0.00374	0.00373
60	1440.63	1460.42	-148186	-68109	4046	4046	-18103	-18352	-.095	-.169	0.00373	0.00373
61	1460.42	1480.21	-68109	-17750	2544	2544	-18352	-18601	-.169	-.243	0.00373	0.00373
62	1480.21	1500.00	-17750	0	897	897	-18601	-18850	-.243	-.316	0.00373	0.00373

(M>0 se tendono le fibre a valle; T>0 di tipo orario; s>0 verso valle; rot.>0 se orarie; N>0 se di trazione)



8.1.2 Sbalzo sismica

paratia in calcestruzzo armato

valori espressi in daN, cm.

Altezza totale della paratia: 1500 cm

grado di sismicità 9 coefficiente di protezione sismica 1.00

GEOMETRIA DELLE SEZIONI

n. 1 anulare : Diam est. 80.0, Diam int. 0.0, Copr 5.0

DATI GEOTECNICI GENERALI

ampiezze dei bulbi di pressione: a monte 300.0 , a valle 300.0

coeff. riduttivo delle spinte passive 1.00

coeff. riduttivo per adesione 0.00

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

GEOMETRIA DEI TRONCHI (prof. da sommita' paratia)

n.	prof.iniz.	prof.fin.	sezione n.	larg.	inerzia	area
1	0.00	1500.00	1	100.0	2010619.0	5026.5

STRATI DEL TERRENO A MONTE (prof. da sommita' paratia)

n.	spess.	prof.in.	g.sec	g.sat	D(ø)	F(ø)	B(ø)	c	Et	Ko
1	1500.0	0.0	0.001950	0.002000	20.0	27.0	18.0	0.05000	150.0	0.55000

STRATI DEL TERRENO A VALLE (prof. da sommita' paratia)

n.	spess.	prof.in.	g.sec	g.sat	D(ø)	F(ø)	B(ø)	c	Et	Ko
1	1000.0	500.0	0.001950	0.002000	0.0	27.0	9.0	0.05000	150.0	0.55000

SPINTE DEL TERRENO (prof. da sommita' paratia; spinte positive da monte)

quota	att.monte	pass.monte	att.valle	pass.valle	rip.monte	rip.valle	eff.monte	eff.valle	eff.totale
0.00	0.000000	0.363104	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
38.46	0.000000	1.402825	0.000000	0.000000	0.041250	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
76.92	0.003033	2.442547	0.000000	0.000000	0.082500	0.000000	0.003033	0.000000	0.003033
115.38	0.037701	3.482268	0.000000	0.000000	0.123750	0.000000	0.037701	0.000000	0.037701
153.85	0.072370	4.521989	0.000000	0.000000	0.165000	0.000000	0.072370	0.000000	0.072370
192.31	0.107038	5.561710	0.000000	0.000000	0.206250	0.000000	0.107038	0.000000	0.107038
230.77	0.141706	6.601432	0.000000	0.000000	0.247500	0.000000	0.141706	0.000000	0.141706



Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio

269.23	0.176375	7.641153	0.000000	0.000000	0.288750	0.000000	0.176375	0.000000	0.176375
307.69	0.211043	8.680875	0.000000	0.000000	0.330000	0.000000	0.211043	0.000000	0.211043
346.15	0.245712	9.720595	0.000000	0.000000	0.371250	0.000000	0.245712	0.000000	0.245712
384.62	0.280380	10.760320	0.000000	0.000000	0.412500	0.000000	0.280380	0.000000	0.280380
423.08	0.315048	11.800040	0.000000	0.000000	0.453750	0.000000	0.315048	0.000000	0.315048
461.54	0.349717	12.839760	0.000000	0.000000	0.495000	0.000000	0.349717	0.000000	0.349717
500.00	0.384385	13.879480	0.000000	-0.184397	0.536250	0.000000	0.384385	-0.184397	0.199988
520.00	0.393630	14.156740	0.000000	-0.253249	0.547250	-0.011000	0.393630	-0.253249	0.140381
540.00	0.402875	14.434000	0.000000	-0.322102	0.558250	-0.022000	0.402875	-0.322102	0.080773
560.00	0.412120	14.711260	0.000000	-0.390954	0.569250	-0.033000	0.412120	-0.390954	0.021166
580.00	0.421365	14.988520	0.000000	-0.459806	0.580250	-0.044000	0.421365	-0.459806	-0.038441
600.00	0.430610	15.265780	0.000000	-0.528658	0.591250	-0.055000	0.430610	-0.528658	-0.098049
620.00	0.439855	15.543040	0.000000	-0.597511	0.602250	-0.066000	0.439855	-0.597511	-0.157656
640.00	0.449100	15.820290	0.000000	-0.666363	0.613250	-0.077000	0.449100	-0.666363	-0.217263
660.00	0.458345	16.097550	0.000000	-0.735215	0.624250	-0.088000	0.458345	-0.735215	-0.276871
680.00	0.467589	16.374810	-0.003603	-0.804067	0.635250	-0.099000	0.467589	-0.804067	-0.336478
700.00	0.476834	16.652070	-0.010478	-0.872920	0.646250	-0.110000	0.476834	-0.872920	-0.396085
720.00	0.486079	16.929330	-0.017352	-0.941772	0.657250	-0.121000	0.486079	-0.941772	-0.455693
740.00	0.495324	17.206590	-0.024226	-1.010624	0.668250	-0.132000	0.495324	-1.010624	-0.515300
760.00	0.504569	17.483850	-0.031101	-1.079476	0.679250	-0.143000	0.504569	-1.079476	-0.574908
780.00	0.513814	17.761110	-0.037975	-1.148329	0.690250	-0.154000	0.513814	-1.148329	-0.634515
800.00	0.523059	18.038370	-0.044849	-1.217181	0.701250	-0.165000	0.523059	-1.217181	-0.694122
820.00	0.532304	18.315630	-0.051724	-1.286033	0.712250	-0.176000	0.532304	-1.261268	-0.728964
840.00	0.541549	18.592880	-0.058598	-1.354885	0.723250	-0.187000	0.541549	-1.218786	-0.677237
860.00	0.550794	18.870140	-0.065472	-1.423738	0.734250	-0.198000	0.550794	-1.177868	-0.627075
880.00	0.560038	19.147400	-0.072346	-1.492590	0.745250	-0.209000	0.560038	-1.138513	-0.578475
900.00	0.569283	19.424660	-0.079221	-1.561442	0.756250	-0.220000	0.569283	-1.100710	-0.531426
920.00	0.578528	19.701920	-0.086095	-1.630295	0.767250	-0.231000	0.578528	-1.064439	-0.485911
940.00	0.587773	19.979180	-0.092969	-1.699147	0.778250	-0.242000	0.587773	-1.029675	-0.441902
960.00	0.597018	20.256440	-0.099844	-1.767999	0.789250	-0.253000	0.597018	-0.996386	-0.399368
980.00	0.606263	20.533700	-0.106718	-1.836851	0.800250	-0.264000	0.606263	-0.964534	-0.358271
1000.00	0.615508	20.810960	-0.113592	-1.905704	0.811250	-0.275000	0.615508	-0.934076	-0.318568
1020.00	0.624753	21.088210	-0.120467	-1.974556	0.822250	-0.286000	0.624753	-0.904964	-0.280211
1040.00	0.633998	21.365470	-0.127341	-2.043408	0.833250	-0.297000	0.633998	-0.877144	-0.243147
1060.00	0.643243	21.642730	-0.134215	-2.112260	0.844250	-0.308000	0.643243	-0.850563	-0.207320
1080.00	0.652488	21.919990	-0.141089	-2.181113	0.855250	-0.319000	0.652488	-0.825159	-0.172671
1100.00	0.661732	22.197250	-0.147964	-2.249965	0.866250	-0.330000	0.661732	-0.800872	-0.139139
1120.00	0.670977	22.474510	-0.154838	-2.318817	0.877250	-0.341000	0.670977	-0.777636	-0.106659
1140.00	0.680222	22.751770	-0.161712	-2.387669	0.888250	-0.352000	0.680222	-0.755387	-0.075165
1160.00	0.689467	23.029030	-0.168587	-2.456522	0.899250	-0.363000	0.689467	-0.734056	-0.044588
1180.00	0.698712	23.306290	-0.175461	-2.525374	0.910250	-0.374000	0.698712	-0.713574	-0.014862



Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio

1200.00	0.707957	23.583550	-.182335	-2.594226	0.921250	-.385000	0.707957	-.693874	0.014083
1220.00	0.717202	23.860810	-.189209	-2.663079	0.932250	-.396000	0.717202	-.674885	0.042317
1240.00	0.726447	24.138070	-.196084	-2.731931	0.943250	-.407000	0.726447	-.656538	0.069909
1260.00	0.735692	24.415320	-.202958	-2.800783	0.954250	-.418000	0.735692	-.638765	0.096927
1280.00	0.744937	24.692580	-.209832	-2.869635	0.965250	-.429000	0.744937	-.621498	0.151254
1300.00	0.754182	24.969840	-.216707	-2.938488	0.976250	-.440000	0.811579	-.604671	0.206908
1320.00	0.763426	25.247100	-.223581	-3.007340	0.987250	-.451000	0.850031	-.588219	0.261812
1340.00	0.772671	25.524360	-.230455	-3.076192	0.998250	-.462000	0.888168	-.572082	0.316087
1360.00	0.781916	25.801620	-.237330	-3.145044	1.009250	-.473000	0.926050	-.556200	0.369850
1380.00	0.791161	26.078880	-.244204	-3.213897	1.020250	-.484000	0.963730	-.540520	0.423209
1400.00	0.800406	26.356140	-.251078	-3.282749	1.031250	-.495000	1.001256	-.524994	0.476263
1420.00	0.809651	26.633400	-.257952	-3.351601	1.042250	-.506000	1.038673	-.509577	0.529096
1440.00	0.818896	26.910650	-.264827	-3.420453	1.053250	-.517000	1.076017	-.494233	0.581785
1460.00	0.828141	27.187910	-.271701	-3.489305	1.064250	-.528000	1.113319	-.478931	0.634388
1480.00	0.837386	27.465170	-.278575	-3.558158	1.075250	-.539000	1.150600	-.463650	0.686950
1500.00	0.846631	27.742430	-.285450	-3.627010	1.086250	-.550000	1.187875	-.448375	0.739500

FALDE (altezze da fondo paratia)

altezza falda a monte 1000.00 spinta totale a monte 500.0000 daN/cm

altezza falda a valle 1000.00 spinta totale a valle 500.0000 daN/cm

SOLLECITAZIONI E SPOSTAMENTI DELLA PARATIA (prof. da sommita' paratia)

conco	n°	p.iniz.	p.fin.	Miniz.	Mfin.	Tiniz.	Tfin.	Niniz	Nfin	sp.iniz.	sp.fin.	rot.iniz.	rot.fin.
1	0.00	38.46	0	-6768	-176	-176	0	-483	8.082	7.783	0.00776	0.00776	
2	38.46	76.92	-6768	-26359	-509	-509	-483	-967	7.783	7.485	0.00776	0.00776	
3	76.92	115.38	-26359	-58154	-827	-827	-967	-1450	7.485	7.186	0.00776	0.00776	
4	115.38	153.85	-58154	-106212	-1250	-1250	-1450	-1933	7.186	6.888	0.00776	0.00776	
5	153.85	192.31	-106212	-174593	-1778	-1778	-1933	-2417	6.888	6.590	0.00775	0.00774	
6	192.31	230.77	-174593	-267357	-2412	-2412	-2417	-2900	6.590	6.292	0.00774	0.00773	
7	230.77	269.23	-267357	-388564	-3151	-3151	-2900	-3383	6.292	5.995	0.00773	0.00771	
8	269.23	307.69	-388564	-542274	-3996	-3996	-3383	-3867	5.995	5.699	0.00771	0.00768	
9	307.69	346.15	-542274	-732546	-4947	-4947	-3867	-4350	5.699	5.405	0.00768	0.00764	
10	346.15	384.62	-732546	-963440	-6003	-6003	-4350	-4833	5.405	5.112	0.00764	0.00759	
11	384.62	423.08	-963440	-1239017	-7165	-7165	-4833	-5317	5.112	4.821	0.00759	0.00752	
12	423.08	461.54	-1239017	-1563336	-8432	-8432	-5317	-5800	4.821	4.534	0.00752	0.00743	
13	461.54	500.00	-1563336	-1940456	-9805	-9805	-5800	-6283	4.534	4.250	0.00743	0.00731	
14	500.00	520.00	-1940456	-2154594	-10707	-10707	-6283	-6535	4.250	4.105	0.00731	0.00725	
15	520.00	540.00	-2154594	-2374346	-10988	-10988	-6535	-6786	4.105	3.961	0.00725	0.00717	
16	540.00	560.00	-2374346	-2597330	-11149	-11149	-6786	-7037	3.961	3.818	0.00717	0.00709	
17	560.00	580.00	-2597330	-2821160	-11192	-11192	-7037	-7288	3.818	3.677	0.00709	0.00700	
18	580.00	600.00	-2821160	-3043452	-11115	-11115	-7288	-7540	3.677	3.538	0.00700	0.00690	



Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio

19	600.00	620.00	-3043452	-3261822	-10919	-10919	-7540	-7791	3.538	3.401	0.00690	0.00680
20	620.00	640.00	-3261822	-3473887	-10603	-10603	-7791	-8042	3.401	3.266	0.00680	0.00669
21	640.00	660.00	-3473887	-3677260	-10169	-10169	-8042	-8294	3.266	3.134	0.00669	0.00657
22	660.00	680.00	-3677260	-3869559	-9615	-9615	-8294	-8545	3.134	3.004	0.00657	0.00644
23	680.00	700.00	-3869559	-4048399	-8942	-8942	-8545	-8796	3.004	2.876	0.00644	0.00631
24	700.00	720.00	-4048399	-4211396	-8150	-8150	-8796	-9048	2.876	2.751	0.00631	0.00617
25	720.00	740.00	-4211396	-4356164	-7238	-7238	-9048	-9299	2.751	2.629	0.00617	0.00603
26	740.00	760.00	-4356164	-4480321	-6208	-6208	-9299	-9550	2.629	2.510	0.00603	0.00588
27	760.00	780.00	-4480321	-4581481	-5058	-5058	-9550	-9802	2.510	2.394	0.00588	0.00573
28	780.00	800.00	-4581481	-4657261	-3789	-3789	-9802	-10053	2.394	2.281	0.00573	0.00558
29	800.00	820.00	-4657261	-4705276	-2401	-2401	-10053	-10304	2.281	2.171	0.00558	0.00543
30	820.00	840.00	-4705276	-4724132	-943	-943	-10304	-10556	2.171	2.064	0.00543	0.00527
31	840.00	860.00	-4724132	-4715899	412	412	-10556	-10807	2.064	1.960	0.00527	0.00511
32	860.00	880.00	-4715899	-4682583	1666	1666	-10807	-11058	1.960	1.859	0.00511	0.00496
33	880.00	900.00	-4682583	-4626127	2823	2823	-11058	-11310	1.859	1.761	0.00496	0.00480
34	900.00	920.00	-4626127	-4548415	3886	3886	-11310	-11561	1.761	1.667	0.00480	0.00465
35	920.00	940.00	-4548415	-4451266	4857	4857	-11561	-11812	1.667	1.575	0.00465	0.00450
36	940.00	960.00	-4451266	-4336442	5741	5741	-11812	-12064	1.575	1.487	0.00450	0.00436
37	960.00	980.00	-4336442	-4205642	6540	6540	-12064	-12315	1.487	1.401	0.00436	0.00421
38	980.00	1000.00	-4205642	-4060512	7257	7257	-12315	-12566	1.401	1.318	0.00421	0.00408
39	1000.00	1020.00	-4060512	-3902639	7894	7894	-12566	-12818	1.318	1.238	0.00408	0.00395
40	1020.00	1040.00	-3902639	-3733557	8454	8454	-12818	-13069	1.238	1.160	0.00395	0.00382
41	1040.00	1060.00	-3733557	-3554750	8940	8940	-13069	-13320	1.160	1.085	0.00382	0.00370
42	1060.00	1080.00	-3554750	-3367650	9355	9355	-13320	-13572	1.085	1.012	0.00370	0.00358
43	1080.00	1100.00	-3367650	-3173643	9700	9700	-13572	-13823	1.012	0.942	0.00358	0.00348
44	1100.00	1120.00	-3173643	-2974070	9979	9979	-13823	-14074	0.942	0.873	0.00348	0.00337
45	1120.00	1140.00	-2974070	-2770231	10192	10192	-14074	-14326	0.873	0.807	0.00337	0.00328
46	1140.00	1160.00	-2770231	-2563386	10342	10342	-14326	-14577	0.807	0.742	0.00328	0.00319
47	1160.00	1180.00	-2563386	-2354757	10431	10431	-14577	-14828	0.742	0.679	0.00319	0.00311
48	1180.00	1200.00	-2354757	-2145533	10461	10461	-14828	-15080	0.679	0.618	0.00311	0.00303
49	1200.00	1220.00	-2145533	-1936873	10433	10433	-15080	-15331	0.618	0.558	0.00303	0.00297
50	1220.00	1240.00	-1936873	-1729906	10348	10348	-15331	-15582	0.558	0.499	0.00297	0.00290
51	1240.00	1260.00	-1729906	-1525734	10209	10209	-15582	-15834	0.499	0.442	0.00290	0.00285
52	1260.00	1280.00	-1525734	-1325440	10015	10015	-15834	-16085	0.442	0.385	0.00285	0.00280
53	1280.00	1300.00	-1325440	-1131196	9712	9712	-16085	-16336	0.385	0.329	0.00280	0.00276
54	1300.00	1320.00	-1131196	-945229	9298	9298	-16336	-16588	0.329	0.274	0.00276	0.00273
55	1320.00	1340.00	-945229	-769734	8775	8775	-16588	-16839	0.274	0.220	0.00273	0.00270
56	1340.00	1360.00	-769734	-606882	8143	8143	-16839	-17090	0.220	0.166	0.00270	0.00268
57	1360.00	1380.00	-606882	-458824	7403	7403	-17090	-17342	0.166	0.113	0.00268	0.00266
58	1380.00	1400.00	-458824	-327695	6556	6556	-17342	-17593	0.113	0.060	0.00266	0.00265



Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio

59	1400.00	1420.00	-327695	-215616	5604	5604	-17593	-17844	0.060	0.007	0.00265	0.00264
60	1420.00	1440.00	-215616	-124702	4546	4546	-17844	-18096	0.007	-.046	0.00264	0.00263
61	1440.00	1460.00	-124702	-57058	3382	3382	-18096	-18347	-.046	-.098	0.00263	0.00263
62	1460.00	1480.00	-57058	-14790	2113	2113	-18347	-18598	-.098	-.151	0.00263	0.00263
63	1480.00	1500.00	-14790	0	739	739	-18598	-18850	-.151	-.203	0.00263	0.00263

(M>0 se tendono le fibre a valle; T>0 di tipo orario; s>0 verso valle; rot.>0 se orarie; N>0 se di trazione)



8.1.3 Faveto statica

-
paratia in calcestruzzo armato
valori espressi in daN, cm.

Altezza totale della paratia: 1350 cm

grado di sismicità 9 coefficiente di protezione sismica 1.00

GEOMETRIA DELLE SEZIONI

n. 1 anulare : Diam est. 80.0, Diam int. 0.0, Copr 5.0

DATI GEOTECNICI GENERALI

ampiezze dei bulbi di pressione: a monte 300.0 , a valle 300.0

coeff. riduttivo delle spinte passive 1.00

coeff. riduttivo per adesione 0.00

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

GEOMETRIA DEI TRONCHI (prof. da sommita' paratia)

n.	prof.iniz.	prof.fin.	sezione n.	larg.	inerzia	area
1	0.00	1350.00	1	100.0	2010619.0	5026.5

VINCOLI E CEDIMENTI IMPOSTI (prof. da sommita' paratia)

n.	prof.	spost.	rotaz.(rad)
1	0.00	0.000	LIBERO

STRATI DEL TERRENO A MONTE (prof. da sommita' paratia)

n.	spess.	prof.in.	g.sec	g.sat	D(ø)	F(ø)	B(ø)	c	Et	Ko
1	1150.0	0.0	0.001900	0.001950	20.0	27.0	18.0	0.05000	150.0	0.55000
2	200.0	1150.0	0.001950	0.002000	0.0	25.0	16.0	0.20000	250.0	0.58000

STRATI DEL TERRENO A VALLE (prof. da sommita' paratia)

n.	spess.	prof.in.	g.sec	g.sat	D(ø)	F(ø)	B(ø)	c	Et	Ko
1	550.0	600.0	0.001900	0.001950	0.0	27.0	9.0	0.05000	150.0	0.55000
2	200.0	1150.0	0.001950	0.002000	0.0	25.0	8.0	0.20000	250.0	0.58000

SPINTE DEL TERRENO (prof. da sommita' paratia; spinte positive da monte)

quota	att.monte	pass.monte	att.valle	pass.valle	rip.monte	rip.valle	eff.monte	eff.valle	eff.totale



Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio

0.00	0.000000	0.363104	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
40.00	0.000000	1.416688	0.000000	0.000000	0.041800	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
80.00	0.003957	2.470273	0.000000	0.000000	0.083600	0.000000	0.003957	0.000000	0.003957
120.00	0.039088	3.523857	0.000000	0.000000	0.125400	0.000000	0.039088	0.000000	0.039088
160.00	0.074219	4.577441	0.000000	0.000000	0.167200	0.000000	0.074219	0.000000	0.074219
200.00	0.109349	5.631025	0.000000	0.000000	0.209000	0.000000	0.109349	0.000000	0.109349
240.00	0.144480	6.684609	0.000000	0.000000	0.250800	0.000000	0.144480	0.000000	0.144480
280.00	0.179611	7.738194	0.000000	0.000000	0.292600	0.000000	0.179611	0.000000	0.179611
320.00	0.214741	8.791778	0.000000	0.000000	0.334400	0.000000	0.214741	0.000000	0.214741
360.00	0.249872	9.845363	0.000000	0.000000	0.376200	0.000000	0.249872	0.000000	0.249872
400.00	0.285003	10.898950	0.000000	0.000000	0.418000	0.000000	0.285003	0.000000	0.285003
440.00	0.320133	11.952530	0.000000	0.000000	0.459800	0.000000	0.320133	0.000000	0.320133
480.00	0.355264	13.006110	0.000000	0.000000	0.501600	0.000000	0.355264	0.000000	0.355264
520.00	0.390394	14.059700	0.000000	0.000000	0.543400	0.000000	0.390394	0.000000	0.390394
560.00	0.425525	15.113280	0.000000	0.000000	0.585200	0.000000	0.425525	0.000000	0.425525
600.00	0.460656	16.166870	0.000000	-0.184397	0.627000	0.000000	0.460656	-0.184397	0.276259
619.64	0.469282	16.425560	0.000000	-0.248639	0.637263	-0.010263	0.469282	-0.248639	0.220643
639.29	0.477907	16.684250	0.000000	-0.312880	0.647527	-0.020527	0.477907	-0.312880	0.165027
658.93	0.486533	16.942950	0.000000	-0.377122	0.657790	-0.030790	0.486533	-0.377122	0.109411
678.57	0.495159	17.201640	0.000000	-0.441364	0.668054	-0.041054	0.495159	-0.441364	0.053795
698.21	0.503785	17.460330	0.000000	-0.505605	0.678317	-0.051317	0.503785	-0.505605	-0.001820
717.86	0.512411	17.719020	0.000000	-0.569847	0.688580	-0.061580	0.512411	-0.569847	-0.057436
737.50	0.521037	17.977720	0.000000	-0.634088	0.698844	-0.071844	0.521037	-0.592095	-0.071059
757.14	0.529662	18.236410	0.000000	-0.698330	0.709107	-0.082107	0.529662	-0.598859	-0.069197
776.79	0.538288	18.495100	0.000000	-0.762572	0.719371	-0.092371	0.538288	-0.604903	-0.066615
796.43	0.546914	18.753790	-0.005874	-0.826813	0.729634	-0.102634	0.546914	-0.610260	-0.063346
816.07	0.555540	19.012490	-0.012288	-0.891055	0.739897	-0.112897	0.555540	-0.614964	-0.059424
835.71	0.564166	19.271180	-0.018702	-0.955297	0.750161	-0.123161	0.564166	-0.619048	-0.054882
855.36	0.572792	19.529870	-0.025116	-1.019538	0.760424	-0.133424	0.572792	-0.622542	-0.049751
875.00	0.581417	19.788560	-0.031530	-1.083780	0.770688	-0.143688	0.581417	-0.625479	-0.044062
894.64	0.590043	20.047260	-0.037944	-1.148021	0.780951	-0.153951	0.590043	-0.627888	-0.037845
914.29	0.598669	20.305950	-0.044358	-1.212263	0.791214	-0.164214	0.598669	-0.629800	-0.031131
933.93	0.607295	20.564640	-0.050772	-1.276505	0.801478	-0.174478	0.607295	-0.631244	-0.023949
953.57	0.615921	20.823330	-0.057186	-1.340746	0.811741	-0.184741	0.615921	-0.632249	-0.016328
973.21	0.624547	21.082030	-0.063600	-1.404988	0.822005	-0.195005	0.624547	-0.632844	-0.008297
992.86	0.633172	21.340720	-0.070014	-1.469229	0.832268	-0.205268	0.633172	-0.633057	0.000116
1012.50	0.641798	21.599410	-0.076428	-1.533471	0.842531	-0.215531	0.641798	-0.632916	0.008882
1032.14	0.650424	21.858100	-0.082842	-1.597713	0.852795	-0.225795	0.650424	-0.632451	0.017973
1051.79	0.659050	22.116800	-0.089256	-1.661954	0.863058	-0.236058	0.659050	-0.631690	0.027360
1071.43	0.667676	22.375490	-0.095670	-1.726196	0.873322	-0.246322	0.667676	-0.630661	0.037014



Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio

1091.07	0.676301	22.634180	-.102084	-1.790437	0.883585	-.256585	0.676301	-.629394	0.046907
1110.72	0.684927	22.892870	-.108498	-1.854679	0.893848	-.266848	0.684927	-.627918	0.057009
1130.36	0.693553	23.151570	-.114912	-1.918921	0.904112	-.277112	0.693553	-.626264	0.067289
1150.00	0.346762	7.139664	0.000000	-2.296793	0.964250	-.303050	0.402438	-.864862	-.462424
1170.00	0.353715	7.216319	0.000000	-2.358045	0.975850	-.314650	0.434712	-.855788	-.421076
1190.00	0.360669	7.292973	0.000000	-2.419296	0.987450	-.326250	0.467137	-.846563	-.379426
1210.00	0.367622	7.369627	0.000000	-2.480548	0.999050	-.337850	0.499672	-.837228	-.337556
1230.00	0.374576	7.446281	0.000000	-2.541799	1.010650	-.349450	0.532284	-.827817	-.295533
1250.00	0.381529	7.522936	0.000000	-2.603051	1.022250	-.361050	0.564946	-.818355	-.253409
1270.00	0.388482	7.599590	0.000000	-2.664303	1.033850	-.372650	0.597639	-.808861	-.211223
1290.00	0.395436	7.676245	-.004321	-2.725554	1.045450	-.384250	0.630350	-.799350	-.169001
1310.00	0.402389	7.752899	-.011800	-2.786806	1.057050	-.395850	0.663069	-.789831	-.126762
1330.00	0.409343	7.829553	-.019279	-2.848058	1.068650	-.407450	0.695792	-.780308	-.084516
1350.00	0.416296	7.906208	-.026757	-2.909309	1.080250	-.419050	0.728515	-.770785	-.042270

FALDE (altezze da fondo paratia)

altezza falda a monte 750.00 spinta totale a monte 281.2500 daN/cm

altezza falda a valle 750.00 spinta totale a valle 281.2500 daN/cm

SOLLECITAZIONI E SPOSTAMENTI DELLA PARATIA (prof. da sommita' paratia)

concio n°	p.iniz.	p.fin.	Miniz.	Mfin.	Tiniz.	Tfin.	Niniz	Nfin	sp.iniz.	sp.fin.	rot.iniz.	rot.fin.
1	0.00	40.00	0	428557	10714	10714	0	-503	0.000	0.104	-.00261	-.00260
2	40.00	80.00	428557	840440	10297	10297	-503	-1005	0.104	0.207	-.00260	-.00256
3	80.00	120.00	840440	1236205	9894	9894	-1005	-1508	0.207	0.308	-.00256	-.00249
4	120.00	160.00	1236205	1611425	9380	9380	-1508	-2011	0.308	0.406	-.00249	-.00239
5	160.00	200.00	1611425	1961668	8756	8756	-2011	-2513	0.406	0.500	-.00239	-.00227
6	200.00	240.00	1961668	2282504	8021	8021	-2513	-3016	0.500	0.588	-.00227	-.00213
7	240.00	280.00	2282504	2569505	7175	7175	-3016	-3519	0.588	0.670	-.00213	-.00197
8	280.00	320.00	2569505	2818239	6218	6218	-3519	-4021	0.670	0.745	-.00197	-.00179
9	320.00	360.00	2818239	3024277	5151	5151	-4021	-4524	0.745	0.813	-.00179	-.00160
10	360.00	400.00	3024277	3183190	3973	3973	-4524	-5027	0.813	0.873	-.00160	-.00139
11	400.00	440.00	3183190	3290547	2684	2684	-5027	-5529	0.873	0.925	-.00139	-.00118
12	440.00	480.00	3290547	3341919	1284	1284	-5529	-6032	0.925	0.968	-.00118	-.00096
13	480.00	520.00	3341919	3332875	-226	-226	-6032	-6535	0.968	1.001	-.00096	-.00074
14	520.00	560.00	3332875	3258987	-1847	-1847	-6535	-7037	1.001	1.027	-.00074	-.00052
15	560.00	600.00	3258987	3115823	-3579	-3579	-7037	-7540	1.027	1.043	-.00052	-.00031
16	600.00	619.64	3115823	3022812	-4735	-4735	-7540	-7787	1.043	1.048	-.00031	-.00021
17	619.64	639.29	3022812	2921289	-5168	-5168	-7787	-8034	1.048	1.051	-.00021	-.00011
18	639.29	658.93	2921289	2813398	-5493	-5493	-8034	-8280	1.051	1.053	-.00011	-.00002
19	658.93	678.57	2813398	2701285	-5708	-5708	-8280	-8527	1.053	1.052	-.00002	0.00007
20	678.57	698.21	2701285	2587097	-5813	-5813	-8527	-8774	1.052	1.050	0.00007	0.00016



Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio

21	698.21	717.86	2587097	2472979	-5810	-5810	-8774	-9021	1.050	1.046	0.00016	0.00024
22	717.86	737.50	2472979	2361077	-5697	-5697	-9021	-9268	1.046	1.041	0.00024	0.00032
23	737.50	757.14	2361077	2251917	-5557	-5557	-9268	-9515	1.041	1.034	0.00032	0.00039
24	757.14	776.79	2251917	2145427	-5421	-5421	-9515	-9761	1.034	1.025	0.00039	0.00047
25	776.79	796.43	2145427	2041507	-5290	-5290	-9761	-10008	1.025	1.015	0.00047	0.00053
26	796.43	816.07	2041507	1940031	-5166	-5166	-10008	-10255	1.015	1.004	0.00053	0.00060
27	816.07	835.71	1940031	1840848	-5049	-5049	-10255	-10502	1.004	0.992	0.00060	0.00066
28	835.71	855.36	1840848	1743783	-4942	-4942	-10502	-10749	0.992	0.978	0.00066	0.00072
29	855.36	875.00	1743783	1648637	-4844	-4844	-10749	-10996	0.978	0.964	0.00072	0.00077
30	875.00	894.64	1648637	1555191	-4757	-4757	-10996	-11242	0.964	0.948	0.00077	0.00083
31	894.64	914.29	1555191	1463206	-4683	-4683	-11242	-11489	0.948	0.931	0.00083	0.00087
32	914.29	933.93	1463206	1372421	-4622	-4622	-11489	-11736	0.931	0.914	0.00087	0.00092
33	933.93	953.57	1372421	1282561	-4575	-4575	-11736	-11983	0.914	0.895	0.00092	0.00096
34	953.57	973.21	1282561	1193331	-4543	-4543	-11983	-12230	0.895	0.876	0.00096	0.00100
35	973.21	992.86	1193331	1104421	-4526	-4526	-12230	-12477	0.876	0.856	0.00100	0.00104
36	992.86	1012.50	1104421	1015506	-4527	-4527	-12477	-12723	0.856	0.835	0.00104	0.00108
37	1012.50	1032.14	1015506	926249	-4544	-4544	-12723	-12970	0.835	0.813	0.00108	0.00111
38	1032.14	1051.79	926249	836298	-4579	-4579	-12970	-13217	0.813	0.791	0.00111	0.00114
39	1051.79	1071.43	836298	745292	-4633	-4633	-13217	-13464	0.791	0.769	0.00114	0.00116
40	1071.43	1091.07	745292	652857	-4706	-4706	-13464	-13711	0.769	0.746	0.00116	0.00119
41	1091.07	1110.72	652857	558613	-4798	-4798	-13711	-13958	0.746	0.722	0.00119	0.00120
42	1110.72	1130.36	558613	462169	-4910	-4910	-13958	-14204	0.722	0.698	0.00120	0.00122
43	1130.36	1150.00	462169	363128	-5042	-5042	-14204	-14451	0.698	0.674	0.00122	0.00123
44	1150.00	1170.00	363128	271143	-4599	-4599	-14451	-14703	0.674	0.649	0.00123	0.00125
45	1170.00	1190.00	271143	196000	-3757	-3757	-14703	-14954	0.649	0.624	0.00125	0.00125
46	1190.00	1210.00	196000	136035	-2998	-2998	-14954	-15205	0.624	0.599	0.00125	0.00126
47	1210.00	1230.00	136035	89572	-2323	-2323	-15205	-15457	0.599	0.574	0.00126	0.00126
48	1230.00	1250.00	89572	54930	-1732	-1732	-15457	-15708	0.574	0.549	0.00126	0.00126
49	1250.00	1270.00	54930	30425	-1225	-1225	-15708	-15959	0.549	0.523	0.00126	0.00127
50	1270.00	1290.00	30425	14368	-803	-803	-15959	-16211	0.523	0.498	0.00127	0.00127
51	1290.00	1310.00	14368	5071	-465	-465	-16211	-16462	0.498	0.473	0.00127	0.00127
52	1310.00	1330.00	5071	845	-211	-211	-16462	-16713	0.473	0.447	0.00127	0.00127
53	1330.00	1350.00	845	0	-42	-42	-16713	-16965	0.447	0.422	0.00127	0.00127

(M>0 se tendono le fibre a valle; T>0 di tipo orario; s>0 verso valle; rot.>0 se orarie; N>0 se di trazione)



8.1.4 Faveto sismica

paratia in calcestruzzo armato

valori espressi in daN, cm.

Altezza totale della paratia: 1350 cm

grado di sismicità 9 coefficiente di protezione sismica 1.00

GEOMETRIA DELLE SEZIONI

n. 1 anulare : Diam est. 80.0, Diam int. 0.0, Copr 5.0

DATI GEOTECNICI GENERALI

ampiezze dei bulbi di pressione: a monte 300.0 , a valle 300.0

coeff. riduttivo delle spinte passive 1.00

coeff. riduttivo per adesione 0.00

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

GEOMETRIA DEI TRONCHI (prof. da sommita' paratia)

n.	prof.iniz.	prof.fin.	sezione n.	larg.	inerzia	area
1	0.00	1350.00	1	100.0	2010619.0	5026.5

CARICHI DISTRIBUITI

sovraccarico a monte 1.0000 sovraccarico a valle 0.0000

VINCOLI E CEDIMENTI IMPOSTI (prof. da sommita' paratia)

n.	prof.	spost.	rotaz.(rad)
1	0.00	0.000	LIBERO

STRATI DEL TERRENO A MONTE (prof. da sommita' paratia)

n.	spess.	prof.in.	g.sec	g.sat	D(ø)	F(ø)	B(ø)	c	Et	Ko
1	1150.0	0.0	0.001900	0.001950	15.0	27.0	18.0	0.05000	150.0	0.55000
2	200.0	1150.0	0.001950	0.002000	20.0	25.0	16.0	0.20000	250.0	0.58000

STRATI DEL TERRENO A VALLE (prof. da sommita' paratia)

n.	spess.	prof.in.	g.sec	g.sat	D(ø)	F(ø)	B(ø)	c	Et	Ko
1	650.0	500.0	0.001900	0.001950	0.0	27.0	9.0	0.05000	150.0	0.55000
2	200.0	1150.0	0.001950	0.002000	0.0	25.0	8.0	0.20000	250.0	0.58000



Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio

SPINTE DEL TERRENO (prof. da sommita' paratia; spinte positive da monte)

quota	att.monte	pass.monte	att.valle	pass.valle	rip.monte	rip.valle	eff.monte	eff.valle	eff.totale
0.00	0.342958	10.267280	0.000000	0.000000	0.550000	0.000000	0.550000	0.000000	0.550000
38.46	0.372556	10.995090	0.000000	0.000000	0.590192	0.000000	0.498404	0.000000	0.498404
76.92	0.402153	11.722900	0.000000	0.000000	0.630385	0.000000	0.448025	0.000000	0.448025
115.38	0.431751	12.450710	0.000000	0.000000	0.670577	0.000000	0.431751	0.000000	0.431751
153.85	0.461349	13.178520	0.000000	0.000000	0.710769	0.000000	0.461349	0.000000	0.461349
192.31	0.490947	13.906330	0.000000	0.000000	0.750962	0.000000	0.490947	0.000000	0.490947
230.77	0.520545	14.634140	0.000000	0.000000	0.791154	0.000000	0.520545	0.000000	0.520545
269.23	0.550142	15.361950	0.000000	0.000000	0.831346	0.000000	0.550142	0.000000	0.550142
307.69	0.579740	16.089760	0.000000	0.000000	0.871539	0.000000	0.579740	0.000000	0.579740
346.15	0.609338	16.817570	0.000000	0.000000	0.911731	0.000000	0.609338	0.000000	0.609338
384.62	0.638936	17.545390	0.000000	0.000000	0.951923	0.000000	0.638936	0.000000	0.638936
423.08	0.668533	18.273200	0.000000	0.000000	0.992115	0.000000	0.668533	0.000000	0.668533
461.54	0.698131	19.001010	0.000000	0.000000	1.032308	0.000000	0.698131	0.000000	0.698131
500.00	0.727729	19.728820	0.000000	-0.184397	1.072500	0.000000	0.727729	-0.184397	0.543332
520.31	0.735545	19.921000	0.000000	-0.250829	1.083113	-0.010613	0.735545	-0.250829	0.484716
540.63	0.743360	20.113190	0.000000	-0.317260	1.093727	-0.021227	0.743360	-0.317260	0.426100
560.94	0.751176	20.305380	0.000000	-0.383692	1.104340	-0.031840	0.751176	-0.383692	0.367484
581.25	0.758992	20.497570	0.000000	-0.450124	1.114953	-0.042453	0.758992	-0.450124	0.308868
601.56	0.766807	20.689750	0.000000	-0.516555	1.125566	-0.053066	0.766807	-0.516555	0.250252
621.88	0.774623	20.881940	0.000000	-0.582987	1.136180	-0.063680	0.774623	-0.582987	0.191636
642.19	0.782439	21.074130	0.000000	-0.649419	1.146793	-0.074293	0.782439	-0.649419	0.133020
662.50	0.790254	21.266320	0.000000	-0.715851	1.157406	-0.084906	0.790254	-0.715851	0.074404
682.81	0.798070	21.458500	-0.001428	-0.782282	1.168020	-0.095520	0.798070	-0.782282	0.015788
703.13	0.805886	21.650690	-0.008061	-0.848714	1.178633	-0.106133	0.805886	-0.848714	-0.042828
723.44	0.813701	21.842880	-0.014694	-0.915146	1.189246	-0.116746	0.813701	-0.915146	-0.101444
743.75	0.821517	22.035070	-0.021326	-0.981577	1.199859	-0.127359	0.821517	-0.981577	-0.160060
764.06	0.829333	22.227250	-0.027959	-1.048009	1.210473	-0.137973	0.829333	-1.035524	-0.206191
784.38	0.837148	22.419440	-0.034592	-1.114441	1.221086	-0.148586	0.837148	-1.039423	-0.202275
804.69	0.844964	22.611630	-0.041224	-1.180872	1.231699	-0.159199	0.844964	-1.042335	-0.197371
825.00	0.852780	22.803820	-0.047857	-1.247304	1.242313	-0.169813	0.852780	-1.044323	-0.191543
845.31	0.860595	22.996000	-0.054489	-1.313735	1.252926	-0.180426	0.860595	-1.045450	-0.184855
865.63	0.868411	23.188190	-0.061122	-1.380167	1.263539	-0.191039	0.868411	-1.045776	-0.177365
885.94	0.876227	23.380380	-0.067755	-1.446599	1.274152	-0.201652	0.876227	-1.045358	-0.169132
906.25	0.884042	23.572570	-0.074387	-1.513031	1.284766	-0.212266	0.884042	-1.044251	-0.160209
926.56	0.891858	23.764750	-0.081020	-1.579462	1.295379	-0.222879	0.891858	-1.042507	-0.150649
946.88	0.899674	23.956940	-0.087652	-1.645894	1.305992	-0.233492	0.899674	-1.040175	-0.140501
967.19	0.907489	24.149130	-0.094285	-1.712326	1.316605	-0.244106	0.907489	-1.037303	-0.129814



Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio

987.50	0.915305	24.341320	-1.100918	-1.778757	1.327219	-0.254719	0.915305	-1.033939	-1.118634
1007.81	0.923121	24.533500	-1.107550	-1.845189	1.337832	-0.265332	0.923121	-1.030124	-1.107004
1028.13	0.930936	24.725690	-1.114183	-1.911621	1.348445	-0.275945	0.930936	-1.025902	-1.094966
1048.44	0.938752	24.917880	-1.120816	-1.978052	1.359059	-0.286559	0.938752	-1.021314	-1.082562
1068.75	0.946568	25.110070	-1.127448	-2.044484	1.369672	-0.297172	0.946568	-1.016399	-1.069832
1089.06	0.954383	25.302250	-1.134081	-2.110916	1.380285	-0.307785	0.954383	-1.011196	-1.056813
1109.38	0.962199	25.494440	-1.140713	-2.177347	1.390898	-0.318398	0.962199	-1.005741	-1.043542
1129.69	0.970015	25.686630	-1.147346	-2.243779	1.401512	-0.329012	0.970015	-1.000072	-1.030057
1150.00	1.062289	27.519540	0.000000	-2.587738	1.489150	-0.358150	1.062289	-1.449148	-1.386859
1170.00	1.072776	27.724140	0.000000	-2.648990	1.500750	-0.369750	1.072776	-1.433500	-1.360724
1190.00	1.083263	27.928730	-0.002452	-2.710241	1.512350	-0.381350	1.083263	-1.417672	-1.334409
1210.00	1.093750	28.133330	-0.009930	-2.771493	1.523950	-0.392950	1.093750	-1.401707	-1.307957
1230.00	1.104237	28.337930	-0.017409	-2.832745	1.535550	-0.404550	1.104237	-1.385642	-1.281405
1250.00	1.114724	28.542530	-0.024887	-2.893996	1.547150	-0.416150	1.114724	-1.369507	-1.254783
1270.00	1.125211	28.747120	-0.032366	-2.955248	1.558750	-0.427750	1.125211	-1.353326	-1.228115
1290.00	1.135698	28.951720	-0.039844	-3.016499	1.570350	-0.439350	1.135698	-1.337117	-1.201419
1310.00	1.146185	29.156320	-0.047323	-3.077751	1.581950	-0.450950	1.146185	-1.320892	-1.174707
1330.00	1.156672	29.360920	-0.054802	-3.139003	1.593550	-0.462550	1.156672	-1.304662	-1.147989
1350.00	1.167159	29.565510	-0.062280	-3.200254	1.605150	-0.474150	1.167159	-1.288429	-1.121269

FALDE (altezze da fondo paratia)

altezza falda a monte 850.00 spinta totale a monte 361.2500 daN/cm

altezza falda a valle 850.00 spinta totale a valle 361.2500 daN/cm

SOLLECITAZIONI E SPOSTAMENTI DELLA PARATIA (prof. da sommita' paratia)

concio n°	p.iniz.	p.fin.	Miniz.	Mfin.	Tiniz.	Tfin.	Niniz	Nfin	sp.iniz.	sp.fin.	rot.iniz.	rot.fin.
1	0.00	38.46	0	1010146	26264	26264	0	-483	0.000	0.184	-0.00478	-0.00475
2	38.46	76.92	1010146	1915635	23543	23543	-483	-967	0.184	0.365	-0.00475	-0.00466
3	76.92	115.38	1915635	2726498	21082	21082	-967	-1450	0.365	0.541	-0.00466	-0.00451
4	115.38	153.85	2726498	3447720	18752	18752	-1450	-1933	0.541	0.711	-0.00451	-0.00431
5	153.85	192.31	3447720	4077499	16374	16374	-1933	-2417	0.711	0.872	-0.00431	-0.00407
6	192.31	230.77	4077499	4614034	13950	13950	-2417	-2900	0.872	1.024	-0.00407	-0.00380
7	230.77	269.23	4614034	5055524	11479	11479	-2900	-3383	1.024	1.164	-0.00380	-0.00349
8	269.23	307.69	5055524	5400169	8961	8961	-3383	-3867	1.164	1.292	-0.00349	-0.00315
9	307.69	346.15	5400169	5646166	6396	6396	-3867	-4350	1.292	1.407	-0.00315	-0.00280
10	346.15	384.62	5646166	5791716	3784	3784	-4350	-4833	1.407	1.507	-0.00280	-0.00244
11	384.62	423.08	5791716	5835016	1126	1126	-4833	-5317	1.507	1.594	-0.00244	-0.00207
12	423.08	461.54	5835016	5774267	-1579	-1579	-5317	-5800	1.594	1.666	-0.00207	-0.00170
13	461.54	500.00	5774267	5607666	-4332	-4332	-5800	-6283	1.666	1.725	-0.00170	-0.00133
14	500.00	520.31	5607666	5480606	-6255	-6255	-6283	-6538	1.725	1.750	-0.00133	-0.00115
15	520.31	540.63	5480606	5333546	-7240	-7240	-6538	-6794	1.750	1.771	-0.00115	-0.00097



Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio

16	540.63	560.94	5333546	5168906	-8105	-8105	-6794	-7049	1.771	1.789	-0.00097	-0.00079
17	560.94	581.25	5168906	4989104	-8852	-8852	-7049	-7304	1.789	1.803	-0.00079	-0.00062
18	581.25	601.56	4989104	4796557	-9479	-9479	-7304	-7559	1.803	1.814	-0.00062	-0.00045
19	601.56	621.88	4796557	4593686	-9988	-9988	-7559	-7815	1.814	1.822	-0.00045	-0.00029
20	621.88	642.19	4593686	4382907	-10377	-10377	-7815	-8070	1.822	1.826	-0.00029	-0.00014
21	642.19	662.50	4382907	4166640	-10647	-10647	-8070	-8325	1.826	1.828	-0.00014	0.00000
22	662.50	682.81	4166640	3947303	-10798	-10798	-8325	-8580	1.828	1.826	0.00000	0.00014
23	682.81	703.13	3947303	3727315	-10830	-10830	-8580	-8836	1.826	1.822	0.00014	0.00027
24	703.13	723.44	3727315	3509094	-10743	-10743	-8836	-9091	1.822	1.815	0.00027	0.00039
25	723.44	743.75	3509094	3295058	-10537	-10537	-9091	-9346	1.815	1.806	0.00039	0.00050
26	743.75	764.06	3295058	3087627	-10212	-10212	-9346	-9601	1.806	1.795	0.00050	0.00061
27	764.06	784.38	3087627	2888703	-9793	-9793	-9601	-9857	1.795	1.782	0.00061	0.00071
28	784.38	804.69	2888703	2698124	-9382	-9382	-9857	-10112	1.782	1.766	0.00071	0.00080
29	804.69	825.00	2698124	2515690	-8981	-8981	-10112	-10367	1.766	1.749	0.00080	0.00089
30	825.00	845.31	2515690	2341158	-8592	-8592	-10367	-10623	1.749	1.730	0.00089	0.00097
31	845.31	865.63	2341158	2174253	-8217	-8217	-10623	-10878	1.730	1.709	0.00097	0.00105
32	865.63	885.94	2174253	2014666	-7857	-7857	-10878	-11133	1.709	1.687	0.00105	0.00112
33	885.94	906.25	2014666	1862058	-7513	-7513	-11133	-11388	1.687	1.664	0.00112	0.00119
34	906.25	926.56	1862058	1716060	-7188	-7188	-11388	-11644	1.664	1.639	0.00119	0.00125
35	926.56	946.88	1716060	1576278	-6882	-6882	-11644	-11899	1.639	1.613	0.00125	0.00130
36	946.88	967.19	1576278	1442292	-6596	-6596	-11899	-12154	1.613	1.586	0.00130	0.00135
37	967.19	987.50	1442292	1313663	-6333	-6333	-12154	-12409	1.586	1.558	0.00135	0.00140
38	987.50	1007.81	1313663	1189929	-6092	-6092	-12409	-12665	1.558	1.530	0.00140	0.00144
39	1007.81	1028.13	1189929	1070609	-5874	-5874	-12665	-12920	1.530	1.500	0.00144	0.00148
40	1028.13	1048.44	1070609	955208	-5681	-5681	-12920	-13175	1.500	1.470	0.00148	0.00151
41	1048.44	1068.75	955208	843213	-5514	-5514	-13175	-13430	1.470	1.438	0.00151	0.00154
42	1068.75	1089.06	843213	734100	-5372	-5372	-13430	-13686	1.438	1.407	0.00154	0.00157
43	1089.06	1109.38	734100	627330	-5256	-5256	-13686	-13941	1.407	1.375	0.00157	0.00159
44	1109.38	1129.69	627330	522357	-5168	-5168	-13941	-14196	1.375	1.342	0.00159	0.00161
45	1129.69	1150.00	522357	418625	-5107	-5107	-14196	-14451	1.342	1.309	0.00161	0.00163
46	1150.00	1170.00	418625	324546	-4704	-4704	-14451	-14703	1.309	1.277	0.00163	0.00164
47	1170.00	1190.00	324546	244897	-3982	-3982	-14703	-14954	1.277	1.244	0.00164	0.00165
48	1190.00	1210.00	244897	178624	-3314	-3314	-14954	-15205	1.244	1.211	0.00165	0.00166
49	1210.00	1230.00	178624	124670	-2698	-2698	-15205	-15457	1.211	1.177	0.00166	0.00166
50	1230.00	1250.00	124670	81971	-2135	-2135	-15457	-15708	1.177	1.144	0.00166	0.00167
51	1250.00	1270.00	81971	49464	-1625	-1625	-15708	-15959	1.144	1.111	0.00167	0.00167
52	1270.00	1290.00	49464	26081	-1169	-1169	-15959	-16211	1.111	1.077	0.00167	0.00167
53	1290.00	1310.00	26081	10756	-766	-766	-16211	-16462	1.077	1.044	0.00167	0.00167
54	1310.00	1330.00	10756	2418	-417	-417	-16462	-16713	1.044	1.011	0.00167	0.00167
55	1330.00	1350.00	2418	0	-121	-121	-16713	-16965	1.011	0.977	0.00167	0.00167



*Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio*

($M > 0$ se tendono le fibre a valle; $T > 0$ di tipo orario; $s > 0$ verso valle; $rot. > 0$ se orarie; $N > 0$ se di trazione)



8.1.5 Montefalcone statica

paratia in calcestruzzo armato

valori espressi in daN, cm.

Altezza totale della paratia: 1350 cm

GEOMETRIA DELLE SEZIONI

n. 1 anulare : Diam est. 80.0, Diam int. 0.0, Copr 5.0

DATI GEOTECNICI GENERALI

ampiezze dei bulbi di pressione: a monte 300.0 , a valle 300.0

coeff. riduttivo delle spinte passive 1.00

coeff. riduttivo per adesione 0.00

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

GEOMETRIA DEI TRONCHI (prof. da sommita' paratia)

n.	prof.iniz.	prof.fin.	sezione n.	larg.	inerzia	area
1	0.00	1350.00	1	100.0	2010619.0	5026.5

VINCOLI E CEDIMENTI IMPOSTI (prof. da sommita' paratia)

n.	prof.	spost.	rotaz.(rad)
1	0.00	0.000	LIBERO

STRATI DEL TERRENO A MONTE (prof. da sommita' paratia)

n.	spess.	prof.in.	g.sec	g.sat	D(ø)	F(ø)	B(ø)	c	Et	Ko
1	400.0	0.0	0.001900	0.000000	35.0	40.0	22.0	0.000000	300.0	1.00000
2	950.0	400.0	0.001950	0.002000	20.0	25.0	16.0	0.200000	250.0	1.00000

STRATI DEL TERRENO A VALLE (prof. da sommita' paratia)

n.	spess.	prof.in.	g.sec	g.sat	D(ø)	F(ø)	B(ø)	c	Et	Ko
1	750.0	600.0	0.001950	0.002000	0.0	25.0	8.0	0.200000	250.0	1.00000

SPINTE DEL TERRENO (prof. da sommita' paratia; spinte positive da monte)

quota	att.monte	pass.monte	att.valle	pass.valle	rip.monte	rip.valle	eff.monte	eff.valle	eff.totale
0.00	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
40.00	0.025662	12.522310	0.000000	0.000000	0.076000	0.000000	0.025662	0.000000	0.025662
80.00	0.051324	25.044610	0.000000	0.000000	0.152000	0.000000	0.051324	0.000000	0.051324



Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio

120.00	0.076985	37.566920	0.000000	0.000000	0.228000	0.000000	0.076985	0.000000	0.076985
160.00	0.102647	50.089230	0.000000	0.000000	0.304000	0.000000	0.102647	0.000000	0.102647
200.00	0.128309	62.611530	0.000000	0.000000	0.380000	0.000000	0.128309	0.000000	0.128309
240.00	0.153971	75.133830	0.000000	0.000000	0.456000	0.000000	0.153971	0.000000	0.153971
280.00	0.179632	87.656140	0.000000	0.000000	0.532000	0.000000	0.179632	0.000000	0.179632
320.00	0.205294	100.178500	0.000000	0.000000	0.608000	0.000000	0.205294	0.000000	0.205294
360.00	0.230956	112.700800	0.000000	0.000000	0.684000	0.000000	0.230956	0.000000	0.230956
400.00	0.114524	9.029045	0.000000	0.000000	0.760000	0.000000	0.258207	0.000000	0.258207
440.00	0.155424	9.826975	0.000000	0.000000	0.838000	0.000000	0.304946	0.000000	0.304946
480.00	0.196323	10.624910	0.000000	0.000000	0.916000	0.000000	0.356187	0.000000	0.356187
520.00	0.237222	11.422840	0.000000	0.000000	0.994000	0.000000	0.411928	0.000000	0.411928
560.00	0.278122	12.220770	0.000000	0.000000	1.072000	0.000000	0.472040	0.000000	0.472040
600.00	0.319021	13.018700	0.000000	-0.696595	1.150000	0.000000	0.536248	-0.613752	-0.077504
619.74	0.329370	13.220600	0.000000	-0.757040	1.169737	-0.019737	0.550564	-0.638910	-0.088346
639.47	0.339719	13.422510	0.000000	-0.817486	1.189474	-0.039474	0.565715	-0.663232	-0.097517
659.21	0.350068	13.624410	0.000000	-0.877932	1.209211	-0.059211	0.581641	-0.686780	-0.105139
678.95	0.360417	13.826320	0.000000	-0.938377	1.228947	-0.078947	0.598283	-0.709612	-0.111329
698.68	0.370766	14.028220	0.000000	-0.998823	1.248684	-0.098684	0.615584	-0.731784	-0.116200
718.42	0.381115	14.230130	0.000000	-1.059269	1.268421	-0.118421	0.633491	-0.753352	-0.119861
738.16	0.391464	14.432030	0.000000	-1.119714	1.288158	-0.138158	0.651951	-0.774365	-0.122415
757.89	0.401813	14.633940	0.000000	-1.180160	1.307895	-0.157895	0.670915	-0.794874	-0.123959
777.63	0.412163	14.835840	0.000000	-1.240606	1.327632	-0.177632	0.690337	-0.814926	-0.124589
797.37	0.422512	15.037750	0.000000	-1.301051	1.347368	-0.197368	0.710173	-0.834564	-0.124391
817.11	0.432861	15.239650	0.000000	-1.361497	1.367105	-0.217105	0.730381	-0.853830	-0.123449
836.84	0.443210	15.441560	0.000000	-1.421943	1.386842	-0.236842	0.750922	-0.872763	-0.121841
856.58	0.453559	15.643470	0.000000	-1.482388	1.406579	-0.256579	0.771760	-0.891398	-0.119638
876.32	0.463908	15.845370	0.000000	-1.542834	1.426316	-0.276316	0.792861	-0.909770	-0.116909
896.05	0.474257	16.047280	0.000000	-1.603280	1.446053	-0.296053	0.814195	-0.927910	-0.113715
915.79	0.484606	16.249180	0.000000	-1.663725	1.465789	-0.315790	0.835732	-0.945847	-0.110115
935.53	0.494955	16.451090	0.000000	-1.724171	1.485526	-0.335526	0.857446	-0.963606	-0.106160
955.26	0.505304	16.652990	0.000000	-1.784617	1.505263	-0.355263	0.879313	-0.981213	-0.101900
975.00	0.515653	16.854900	0.000000	-1.845062	1.525000	-0.375000	0.901311	-0.998689	-0.097377
994.74	0.526002	17.056800	0.000000	-1.905508	1.544737	-0.394737	0.923421	-1.016053	-0.092632
1014.47	0.536351	17.258710	0.000000	-1.965954	1.564474	-0.414474	0.945624	-1.033323	-0.087699
1034.21	0.546700	17.460610	0.000000	-2.026399	1.584211	-0.434211	0.967906	-1.050516	-0.082610
1053.95	0.557049	17.662520	0.000000	-2.086845	1.603947	-0.453947	0.990251	-1.067644	-0.077393
1073.68	0.567398	17.864420	0.000000	-2.147291	1.623684	-0.473684	1.012648	-1.084720	-0.072072
1093.42	0.577747	18.066330	0.000000	-2.207736	1.643421	-0.493421	1.035087	-1.101755	-0.066668
1113.16	0.588096	18.268240	0.000000	-2.268182	1.663158	-0.513158	1.057559	-1.118757	-0.061199
1132.90	0.598445	18.470140	0.000000	-2.328628	1.682895	-0.532895	1.080055	-1.135735	-0.055680
1152.63	0.608794	18.672050	0.000000	-2.389073	1.702632	-0.552632	1.102569	-1.152694	-0.050125



Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio

1172.37	0.619143	18.873950	0.000000	-2.449519	1.722368	-0.572368	1.125097	-1.169640	-0.044543
1192.11	0.629492	19.075860	0.000000	-2.509965	1.742105	-0.592105	1.147634	-1.186576	-0.038942
1211.84	0.639841	19.277760	0.000000	-2.570410	1.761842	-0.611842	1.170177	-1.203507	-0.033330
1231.58	0.650190	19.479670	0.000000	-2.630856	1.781579	-0.631579	1.192724	-1.220434	-0.027710
1251.32	0.660539	19.681570	-0.000139	-2.691302	1.801316	-0.651316	1.215273	-1.237359	-0.022087
1271.05	0.670888	19.883480	-0.007519	-2.751747	1.821053	-0.671053	1.237822	-1.254283	-0.016461
1290.79	0.681238	20.085380	-0.014900	-2.812193	1.840789	-0.690790	1.260372	-1.271207	-0.010836
1310.53	0.691587	20.287290	-0.022280	-2.872639	1.860526	-0.710526	1.282921	-1.288131	-0.005210
1330.26	0.701936	20.489190	-0.029660	-2.933084	1.880263	-0.730263	1.305471	-1.305055	0.000416
1350.00	0.712285	20.691100	-0.037040	-2.993530	1.900000	-0.750000	1.328020	-1.321980	0.006041

FALDE (altezze da fondo paratia)

altezza falda a monte 750.00 spinta totale a monte 281.2500 daN/cm

altezza falda a valle 750.00 spinta totale a valle 281.2500 daN/cm

SOLLECITAZIONI E SPOSTAMENTI DELLA PARATIA (prof. da sommita' paratia)

concio n°	p.iniz.	p.fin.	Miniz.	Mfin.	Tiniz.	Tfin.	Niniz	Nfin	sp.iniz.	sp.fin.	rot.iniz.	rot.fin.
1	0.00	40.00	0	267294	6682	6682	0	-503	0.000	0.071	-0.00178	-0.00177
2	40.00	80.00	267294	530482	6580	6580	-503	-1005	0.071	0.141	-0.00177	-0.00174
3	80.00	120.00	530482	785459	6374	6374	-1005	-1508	0.141	0.210	-0.00174	-0.00170
4	120.00	160.00	785459	1028118	6066	6066	-1508	-2011	0.210	0.277	-0.00170	-0.00164
5	160.00	200.00	1028118	1254353	5656	5656	-2011	-2513	0.277	0.341	-0.00164	-0.00156
6	200.00	240.00	1254353	1460059	5143	5143	-2513	-3016	0.341	0.402	-0.00156	-0.00147
7	240.00	280.00	1460059	1641129	4527	4527	-3016	-3519	0.402	0.459	-0.00147	-0.00137
8	280.00	320.00	1641129	1793459	3808	3808	-3519	-4021	0.459	0.512	-0.00137	-0.00126
9	320.00	360.00	1793459	1912941	2987	2987	-4021	-4524	0.512	0.559	-0.00126	-0.00113
10	360.00	400.00	1912941	1995471	2063	2063	-4524	-5027	0.559	0.602	-0.00113	-0.00100
11	400.00	440.00	1995471	2044662	1230	1230	-5027	-5529	0.602	0.640	-0.00100	-0.00087
12	440.00	480.00	2044662	2045062	10	10	-5529	-6032	0.640	0.672	-0.00087	-0.00073
13	480.00	520.00	2045062	1988473	-1415	-1415	-6032	-6535	0.672	0.698	-0.00073	-0.00060
14	520.00	560.00	1988473	1865975	-3062	-3062	-6535	-7037	0.698	0.720	-0.00060	-0.00047
15	560.00	600.00	1865975	1667950	-4951	-4951	-7037	-7540	0.720	0.737	-0.00047	-0.00036
16	600.00	619.74	1667950	1551609	-5895	-5895	-7540	-7788	0.737	0.743	-0.00036	-0.00030
17	619.74	639.47	1551609	1438709	-5720	-5720	-7788	-8036	0.743	0.749	-0.00030	-0.00025
18	639.47	659.21	1438709	1329608	-5528	-5528	-8036	-8284	0.749	0.753	-0.00025	-0.00021
19	659.21	678.95	1329608	1224602	-5320	-5320	-8284	-8532	0.753	0.757	-0.00021	-0.00017
20	678.95	698.68	1224602	1123934	-5101	-5101	-8532	-8780	0.757	0.760	-0.00017	-0.00013
21	698.68	718.42	1123934	1027791	-4871	-4871	-8780	-9028	0.760	0.762	-0.00013	-0.00009
22	718.42	738.16	1027791	936318	-4635	-4635	-9028	-9276	0.762	0.763	-0.00009	-0.00006
23	738.16	757.89	936318	849614	-4393	-4393	-9276	-9524	0.763	0.764	-0.00006	-0.00003
24	757.89	777.63	849614	767738	-4148	-4148	-9524	-9772	0.764	0.765	-0.00003	-0.00001



Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio

25	777.63	797.37	767738	690715	-3902	-3902	-9772	-10020	0.765	0.765	-0.00001	0.00002
26	797.37	817.11	690715	618538	-3657	-3657	-10020	-10268	0.765	0.764	0.00002	0.00004
27	817.11	836.84	618538	551170	-3413	-3413	-10268	-10516	0.764	0.763	0.00004	0.00006
28	836.84	856.58	551170	488548	-3173	-3173	-10516	-10764	0.763	0.762	0.00006	0.00008
29	856.58	876.32	488548	430587	-2937	-2937	-10764	-11012	0.762	0.760	0.00008	0.00009
30	876.32	896.05	430587	377179	-2706	-2706	-11012	-11260	0.760	0.758	0.00009	0.00010
31	896.05	915.79	377179	328202	-2482	-2482	-11260	-11508	0.758	0.756	0.00010	0.00012
32	915.79	935.53	328202	283513	-2264	-2264	-11508	-11756	0.756	0.754	0.00012	0.00013
33	935.53	955.26	283513	242961	-2055	-2055	-11756	-12004	0.754	0.751	0.00013	0.00013
34	955.26	975.00	242961	206377	-1854	-1854	-12004	-12252	0.751	0.748	0.00013	0.00014
35	975.00	994.74	206377	173587	-1661	-1661	-12252	-12500	0.748	0.746	0.00014	0.00015
36	994.74	1014.47	173587	144405	-1479	-1479	-12500	-12748	0.746	0.743	0.00015	0.00015
37	1014.47	1034.21	144405	118640	-1305	-1305	-12748	-12996	0.743	0.740	0.00015	0.00016
38	1034.21	1053.95	118640	96092	-1142	-1142	-12996	-13244	0.740	0.736	0.00016	0.00016
39	1053.95	1073.68	96092	76560	-990	-990	-13244	-13492	0.736	0.733	0.00016	0.00016
40	1073.68	1093.42	76560	59835	-847	-847	-13492	-13740	0.733	0.730	0.00016	0.00017
41	1093.42	1113.16	59835	45706	-716	-716	-13740	-13988	0.730	0.727	0.00017	0.00017
42	1113.16	1132.90	45706	33962	-595	-595	-13988	-14236	0.727	0.723	0.00017	0.00017
43	1132.90	1152.63	33962	24387	-485	-485	-14236	-14484	0.723	0.720	0.00017	0.00017
44	1152.63	1172.37	24387	16764	-386	-386	-14484	-14732	0.720	0.717	0.00017	0.00017
45	1172.37	1192.11	16764	10877	-298	-298	-14732	-14980	0.717	0.713	0.00017	0.00017
46	1192.11	1211.84	10877	6506	-221	-221	-14980	-15228	0.713	0.710	0.00017	0.00017
47	1211.84	1231.58	6506	3434	-156	-156	-15228	-15476	0.710	0.707	0.00017	0.00017
48	1231.58	1251.32	3434	1441	-101	-101	-15476	-15725	0.707	0.703	0.00017	0.00017
49	1251.32	1271.05	1441	309	-57	-57	-15725	-15973	0.703	0.700	0.00017	0.00017
50	1271.05	1290.79	309	-182	-25	-25	-15973	-16221	0.700	0.697	0.00017	0.00017
51	1290.79	1310.53	-182	-251	-4	-4	-16221	-16469	0.697	0.693	0.00017	0.00017
52	1310.53	1330.26	-251	-118	7	7	-16469	-16717	0.693	0.690	0.00017	0.00017
53	1330.26	1350.00	-118	0	6	6	-16717	-16965	0.690	0.686	0.00017	0.00017

(M>0 se tendono le fibre a valle; T>0 di tipo orario; s>0 verso valle; rot.>0 se orarie; N>0 se di trazione)



8.1.6 Montefalcone sismica

paratia in calcestruzzo armato

valori espressi in daN, cm.

Altezza totale della paratia: 1350 cm

grado di sismicità 9 coefficiente di protezione sismica 1.00

GEOMETRIA DELLE SEZIONI

n. 1 anulare : Diam est. 80.0, Diam int. 0.0, Copr 5.0

DATI GEOTECNICI GENERALI

ampiezze dei bulbi di pressione: a monte 300.0 , a valle 300.0

coeff. riduttivo delle spinte passive 1.00

coeff. riduttivo per adesione 0.00

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

GEOMETRIA DEI TRONCHI (prof. da sommita' paratia)

n.	prof.iniz.	prof.fin.	sezione n.	larg.	inerzia	area
1	0.00	1350.00	1	100.0	2010619.0	5026.5

CARICHI DISTRIBUITI

sovraccarico a monte 1.0000 sovraccarico a valle 0.0000

VINCOLI E CEDIMENTI IMPOSTI (prof. da sommita' paratia)

n.	prof.	spost.	rotaz.(rad)
1	0.00	0.000	LIBERO

STRATI DEL TERRENO A MONTE (prof. da sommita' paratia)

n.	spess.	prof.in.	g.sec	g.sat	D(ø)	F(ø)	B(ø)	c	Et	Ko
1	400.0	0.0	0.001900	0.000000	15.0	40.0	26.0	0.000000	300.0	1.00000
2	950.0	400.0	0.001950	0.002000	20.0	25.0	16.0	0.200000	250.0	1.00000

STRATI DEL TERRENO A VALLE (prof. da sommita' paratia)

n.	spess.	prof.in.	g.sec	g.sat	D(ø)	F(ø)	B(ø)	c	Et	Ko
1	850.0	500.0	0.001950	0.002000	0.0	25.0	8.0	0.200000	250.0	1.00000



Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio

SPINTE DEL TERRENO (prof. da sommita' paratia; spinte positive da monte)

quota	att.monte	pass.monte	att.valle	pass.valle	rip.monte	rip.valle	eff.monte	eff.valle	eff.totale
0.00	0.211207	114.537400	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	1.000000	0.000000	1.000000
40.00	0.227258	123.242200	0.000000	0.000000	1.076000	0.000000	0.922841	0.000000	0.922841
80.00	0.243310	131.947000	0.000000	0.000000	1.152000	0.000000	0.848574	0.000000	0.848574
120.00	0.259362	140.651900	0.000000	0.000000	1.228000	0.000000	0.779701	0.000000	0.779701
160.00	0.275414	149.356700	0.000000	0.000000	1.304000	0.000000	0.718292	0.000000	0.718292
200.00	0.291465	158.061500	0.000000	0.000000	1.380000	0.000000	0.666015	0.000000	0.666015
240.00	0.307517	166.766400	0.000000	0.000000	1.456000	0.000000	0.624174	0.000000	0.624174
280.00	0.323569	175.471200	0.000000	0.000000	1.532000	0.000000	0.593738	0.000000	0.593738
320.00	0.339620	184.176100	0.000000	0.000000	1.608000	0.000000	0.575360	0.000000	0.575360
360.00	0.355672	192.880900	0.000000	0.000000	1.684000	0.000000	0.569406	0.000000	0.569406
400.00	0.638875	19.258920	0.000000	0.000000	1.760000	0.000000	0.773301	0.000000	0.773301
433.33	0.672958	19.923860	0.000000	0.000000	1.825000	0.000000	0.797937	0.000000	0.797937
466.67	0.707041	20.588800	0.000000	0.000000	1.890000	0.000000	0.829489	0.000000	0.829489
500.00	0.741124	21.253740	0.000000	-0.696595	1.955000	0.000000	0.867597	-0.696595	0.171003
520.24	0.751736	21.460780	0.000000	-0.758575	1.975238	-0.020238	0.874502	-0.758575	0.115926
540.48	0.762348	21.667810	0.000000	-0.820556	1.995476	-0.040476	0.883515	-0.820556	0.062958
560.71	0.772960	21.874840	0.000000	-0.882537	2.015714	-0.060714	0.894502	-0.882537	0.011965
580.95	0.783571	22.081870	0.000000	-0.944518	2.035952	-0.080952	0.907330	-0.944518	-0.037188
601.19	0.794183	22.288910	0.000000	-1.006499	2.056190	-0.101191	0.921863	-1.006499	-0.084636
621.43	0.804795	22.495940	0.000000	-1.068479	2.076429	-0.121429	0.937966	-1.068479	-0.130513
641.67	0.815407	22.702970	0.000000	-1.130460	2.096667	-0.141667	0.955507	-1.130460	-0.174953
661.90	0.826019	22.910010	0.000000	-1.192441	2.116905	-0.161905	0.974358	-1.192441	-0.218083
682.14	0.836631	23.117040	0.000000	-1.254422	2.137143	-0.182143	0.994392	-1.254422	-0.260030
702.38	0.847243	23.324070	0.000000	-1.316403	2.157381	-0.202381	1.015489	-1.316403	-0.300914
722.62	0.857855	23.531110	0.000000	-1.378383	2.177619	-0.222619	1.037535	-1.362703	-0.325168
742.86	0.868466	23.738140	0.000000	-1.440364	2.197857	-0.242857	1.060424	-1.380291	-0.319867
763.10	0.879078	23.945170	0.000000	-1.502345	2.218095	-0.263095	1.084054	-1.397137	-0.313083
783.33	0.889690	24.152210	0.000000	-1.564326	2.238333	-0.283333	1.108334	-1.413333	-0.304999
803.57	0.900302	24.359240	0.000000	-1.626307	2.258571	-0.303571	1.133178	-1.428965	-0.295787
823.81	0.910914	24.566270	0.000000	-1.688287	2.278810	-0.323810	1.158508	-1.444111	-0.285603
844.05	0.921526	24.773310	0.000000	-1.750268	2.299048	-0.344048	1.184254	-1.458842	-0.274588
864.29	0.932138	24.980340	0.000000	-1.812249	2.319286	-0.364286	1.210349	-1.473222	-0.262874
884.52	0.942749	25.187370	0.000000	-1.874230	2.339524	-0.384524	1.236736	-1.487311	-0.250575
904.76	0.953361	25.394410	0.000000	-1.936211	2.359762	-0.404762	1.263363	-1.501161	-0.237797
925.00	0.963973	25.601440	0.000000	-1.998191	2.380000	-0.425000	1.290183	-1.514817	-0.224633
945.24	0.974585	25.808470	0.000000	-2.060172	2.400238	-0.445238	1.317156	-1.528320	-0.211165
965.48	0.985197	26.015500	0.000000	-2.122153	2.420476	-0.465476	1.344245	-1.541707	-0.197462
985.71	0.995809	26.222540	0.000000	-2.184134	2.440714	-0.485714	1.371420	-1.555009	-0.183589



Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio

1005.95	1.006421	26.429570	0.000000	-2.246114	2.460952	-.505952	1.398654	-1.568251	-.169597
1026.19	1.017033	26.636600	0.000000	-2.308095	2.481190	-.526191	1.425926	-1.581455	-.155529
1046.43	1.027644	26.843640	0.000000	-2.370076	2.501429	-.546429	1.453217	-1.594640	-.141422
1066.67	1.038256	27.050670	0.000000	-2.432057	2.521667	-.566667	1.480514	-1.607819	-.127306
1086.91	1.048868	27.257700	0.000000	-2.494038	2.541905	-.586905	1.507804	-1.621005	-.113201
1107.14	1.059480	27.464740	0.000000	-2.556019	2.562143	-.607143	1.535080	-1.634206	-.099126
1127.38	1.070092	27.671770	0.000000	-2.617999	2.582381	-.627381	1.562336	-1.647426	-.085090
1147.62	1.080704	27.878800	0.000000	-2.679980	2.602619	-.647619	1.589569	-1.660669	-.071101
1167.86	1.091316	28.085840	-.006325	-2.741961	2.622857	-.667857	1.616777	-1.673938	-.057161
1188.10	1.101928	28.292870	-.013892	-2.803942	2.643095	-.688095	1.643961	-1.687230	-.043269
1208.33	1.112539	28.499900	-.021460	-2.865922	2.663333	-.708333	1.671122	-1.700545	-.029423
1228.57	1.123151	28.706940	-.029027	-2.927903	2.683571	-.728571	1.698263	-1.713880	-.015617
1248.81	1.133763	28.913970	-.036595	-2.989884	2.703809	-.748810	1.725387	-1.727232	-.001844
1269.05	1.144375	29.121000	-.044162	-3.051865	2.724048	-.769048	1.752499	-1.740596	0.011902
1289.29	1.154987	29.328040	-.051730	-3.113846	2.744286	-.789286	1.779601	-1.753970	0.025631
1309.52	1.165599	29.535070	-.059298	-3.175827	2.764524	-.809524	1.806698	-1.767350	0.039348
1329.76	1.176211	29.742100	-.066865	-3.237807	2.784762	-.829762	1.833791	-1.780733	0.053058
1350.00	1.186822	29.949130	-.074433	-3.299788	2.805000	-.850000	1.860884	-1.794116	0.066767

FALDE (altezze da fondo paratia)

altezza falda a monte 850.00 spinta totale a monte 361.2500 daN/cm

altezza falda a valle 850.00 spinta totale a valle 361.2500 daN/cm

SOLLECITAZIONI E SPOSTAMENTI DELLA PARATIA (prof. da sommita' paratia)

conco	n°	p.iniz.	p.fin.	Miniz.	Mfin.	Tiniz.	Tfin.	Niniz	Nfin	sp.iniz.	sp.fin.	rot.iniz.	rot.fin.
1	0.00	40.00	0	1119709	27993	27993	0	-503	0.000	0.153	-.00384	-.00380	
2	40.00	80.00	1119709	2061031	23533	23533	-503	-1005	0.153	0.303	-.00380	-.00370	
3	80.00	120.00	2061031	2838521	19437	19437	-1005	-1508	0.303	0.448	-.00370	-.00354	
4	120.00	160.00	2838521	3465872	15684	15684	-1508	-2011	0.448	0.586	-.00354	-.00333	
5	160.00	200.00	3465872	3955580	12243	12243	-2011	-2513	0.586	0.714	-.00333	-.00308	
6	200.00	240.00	3955580	4318684	9078	9078	-2513	-3016	0.714	0.832	-.00308	-.00281	
7	240.00	280.00	4318684	4564549	6147	6147	-3016	-3519	0.832	0.938	-.00281	-.00251	
8	280.00	320.00	4564549	4700718	3404	3404	-3519	-4021	0.938	1.033	-.00251	-.00221	
9	320.00	360.00	4700718	4732804	802	802	-4021	-4524	1.033	1.115	-.00221	-.00189	
10	360.00	400.00	4732804	4664431	-1709	-1709	-4524	-5027	1.115	1.184	-.00189	-.00158	
11	400.00	433.33	4664431	4521364	-4292	-4292	-5027	-5445	1.184	1.232	-.00158	-.00133	
12	433.33	466.67	4521364	4286543	-7045	-7045	-5445	-5864	1.232	1.273	-.00133	-.00108	
13	466.67	500.00	4286543	3958011	-9856	-9856	-5864	-6283	1.273	1.305	-.00108	-.00086	
14	500.00	520.24	3958011	3726638	-11433	-11433	-6283	-6538	1.305	1.321	-.00086	-.00073	
15	520.24	540.48	3726638	3490518	-11667	-11667	-6538	-6792	1.321	1.334	-.00073	-.00061	
16	540.48	560.71	3490518	3251818	-11795	-11795	-6792	-7046	1.334	1.345	-.00061	-.00049	



Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio

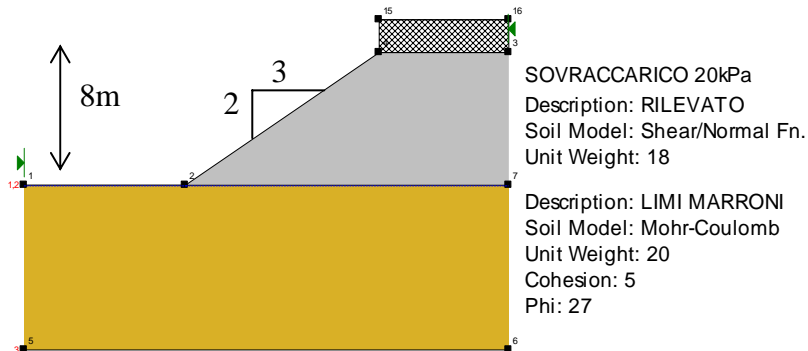
17	560.71	580.95	3251818	3012628	-11819	-11819	-7046	-7300	1.345	1.354	-0.00049	-0.00039
18	580.95	601.19	3012628	2774962	-11744	-11744	-7300	-7555	1.354	1.361	-0.00039	-0.00029
19	601.19	621.43	2774962	2540762	-11572	-11572	-7555	-7809	1.361	1.366	-0.00029	-0.00020
20	621.43	641.67	2540762	2311907	-11308	-11308	-7809	-8063	1.366	1.369	-0.00020	-0.00012
21	641.67	661.90	2311907	2090219	-10954	-10954	-8063	-8318	1.369	1.371	-0.00012	-0.00005
22	661.90	682.14	2090219	1877462	-10513	-10513	-8318	-8572	1.371	1.371	-0.00005	0.00002
23	682.14	702.38	1877462	1675356	-9986	-9986	-8572	-8826	1.371	1.370	0.00002	0.00008
24	702.38	722.62	1675356	1485575	-9377	-9377	-8826	-9081	1.370	1.368	0.00008	0.00013
25	722.62	742.86	1485575	1309112	-8719	-8719	-9081	-9335	1.368	1.365	0.00013	0.00018
26	742.86	763.10	1309112	1145750	-8072	-8072	-9335	-9589	1.365	1.361	0.00018	0.00022
27	763.10	783.33	1145750	995211	-7438	-7438	-9589	-9844	1.361	1.356	0.00022	0.00026
28	783.33	803.57	995211	857165	-6821	-6821	-9844	-10098	1.356	1.350	0.00026	0.00029
29	803.57	823.81	857165	731233	-6223	-6223	-10098	-10352	1.350	1.344	0.00029	0.00031
30	823.81	844.05	731233	616999	-5644	-5644	-10352	-10607	1.344	1.338	0.00031	0.00034
31	844.05	864.29	616999	514012	-5089	-5089	-10607	-10861	1.338	1.331	0.00034	0.00036
32	864.29	884.52	514012	421791	-4557	-4557	-10861	-11115	1.331	1.323	0.00036	0.00037
33	884.52	904.76	421791	339834	-4050	-4050	-11115	-11370	1.323	1.316	0.00037	0.00038
34	904.76	925.00	339834	267616	-3568	-3568	-11370	-11624	1.316	1.308	0.00038	0.00040
35	925.00	945.24	267616	204599	-3114	-3114	-11624	-11878	1.308	1.300	0.00040	0.00040
36	945.24	965.48	204599	150231	-2686	-2686	-11878	-12133	1.300	1.291	0.00040	0.00041
37	965.48	985.71	150231	103950	-2287	-2287	-12133	-12387	1.291	1.283	0.00041	0.00041
38	985.71	1005.95	103950	65189	-1915	-1915	-12387	-12641	1.283	1.275	0.00041	0.00042
39	1005.95	1026.19	65189	33374	-1572	-1572	-12641	-12895	1.275	1.266	0.00042	0.00042
40	1026.19	1046.43	33374	7929	-1257	-1257	-12895	-13150	1.266	1.258	0.00042	0.00042
41	1046.43	1066.67	7929	-11723	-971	-971	-13150	-13404	1.258	1.249	0.00042	0.00042
42	1066.67	1086.91	-11723	-26161	-713	-713	-13404	-13658	1.249	1.241	0.00042	0.00042
43	1086.91	1107.14	-26161	-35963	-484	-484	-13658	-13913	1.241	1.232	0.00042	0.00042
44	1107.14	1127.38	-35963	-41704	-284	-284	-13913	-14167	1.232	1.224	0.00042	0.00042
45	1127.38	1147.62	-41704	-43961	-111	-111	-14167	-14421	1.224	1.216	0.00042	0.00041
46	1147.62	1167.86	-43961	-43305	32	32	-14421	-14676	1.216	1.207	0.00041	0.00041
47	1167.86	1188.10	-43305	-40308	148	148	-14676	-14930	1.207	1.199	0.00041	0.00041
48	1188.10	1208.33	-40308	-35539	236	236	-14930	-15184	1.199	1.191	0.00041	0.00041
49	1208.33	1228.57	-35539	-29565	295	295	-15184	-15439	1.191	1.182	0.00041	0.00041
50	1228.57	1248.81	-29565	-22951	327	327	-15439	-15693	1.182	1.174	0.00041	0.00041
51	1248.81	1269.05	-22951	-16262	331	331	-15693	-15947	1.174	1.166	0.00041	0.00041
52	1269.05	1289.29	-16262	-10060	306	306	-15947	-16202	1.166	1.158	0.00041	0.00041
53	1289.29	1309.52	-10060	-4908	255	255	-16202	-16456	1.158	1.149	0.00041	0.00041
54	1309.52	1329.76	-4908	-1367	175	175	-16456	-16710	1.149	1.141	0.00041	0.00041
55	1329.76	1350.00	-1367	0	68	68	-16710	-16965	1.141	1.133	0.00041	0.00041

(M>0 se tendono le fibre a valle; T>0 di tipo orario; s>0 verso valle; rot.>0 se orarie; N>0 se di trazione)

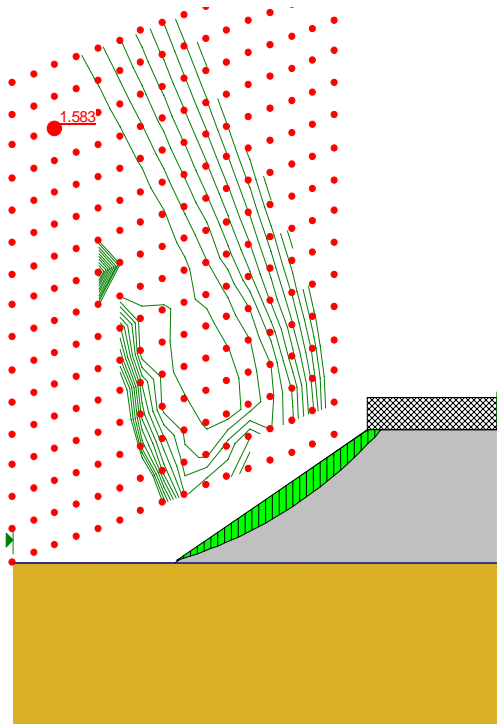


8.2 ALLEGATO VERIFICHE DI STABILITA'

8.2.1 Rilevato - Sezione 156 - STATICA



a) caso statico $FS = 1.583 > 1.3$



Parameter

Method Spencer

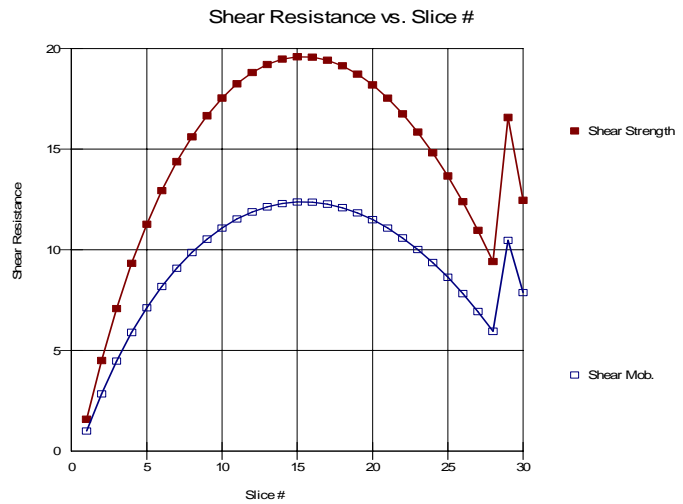
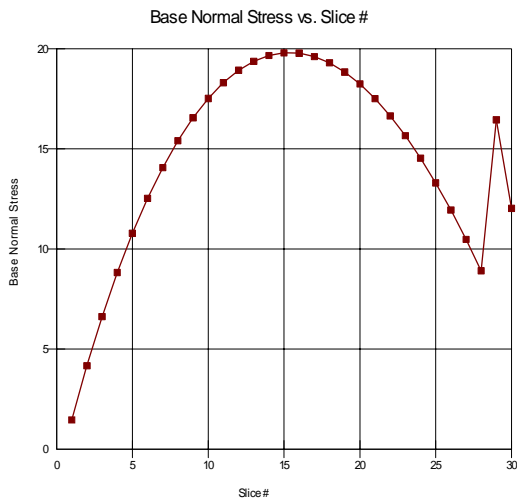
Factor of Safety 1.583

Total Volume 13.538

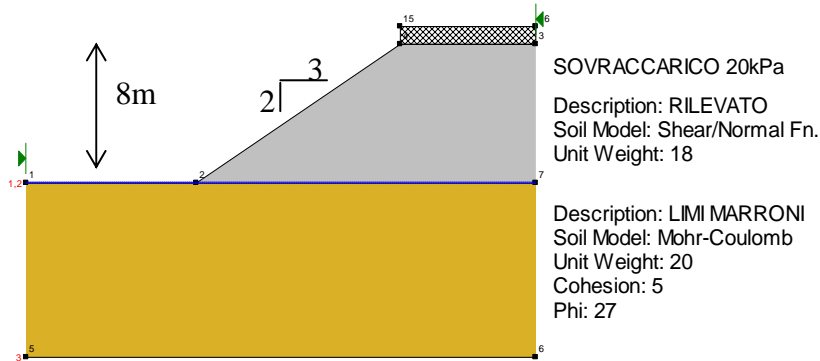


Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio

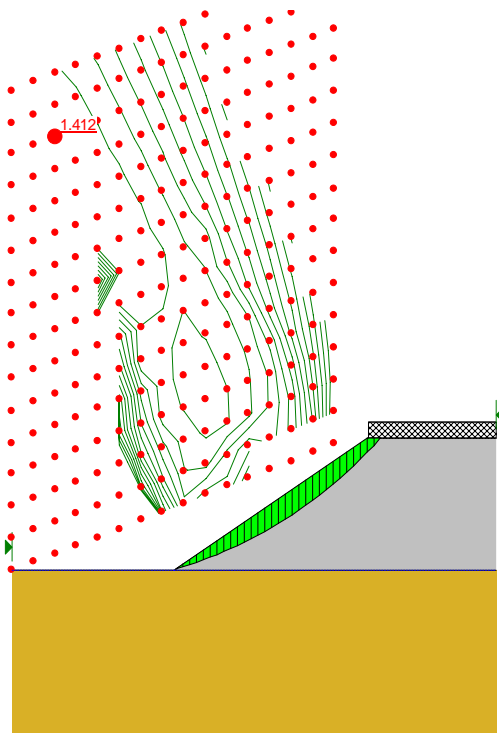
Total Mass 243.69
 Total Resisting Moment 6046.9
 Total Activating Moment 3819.9
 Total Resisting Force 185.82
 Total Activating Force 117.7



8.2.2 Rilevato - Sezione 156 - SISMICA



b) caso sismico FS= 1.412 > 1.3

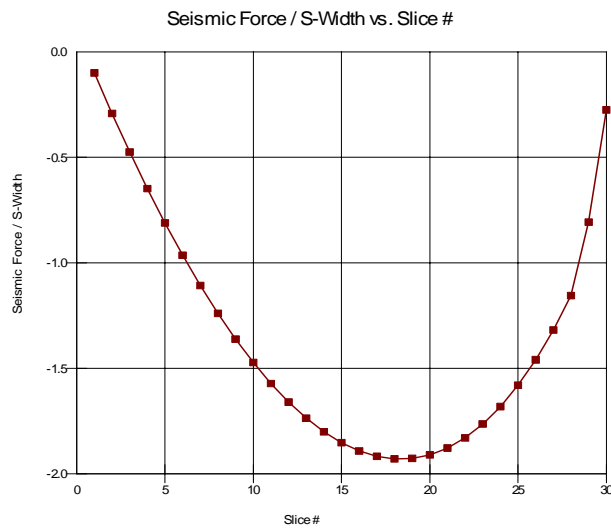
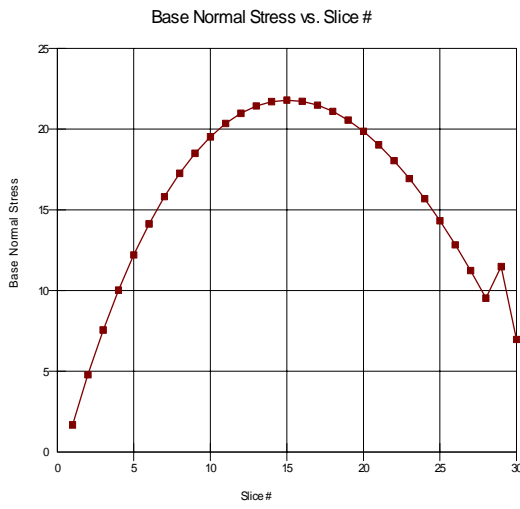


Parameter	
Method	Spencer
Factor of Safety	1.412
Total Volume	13.538



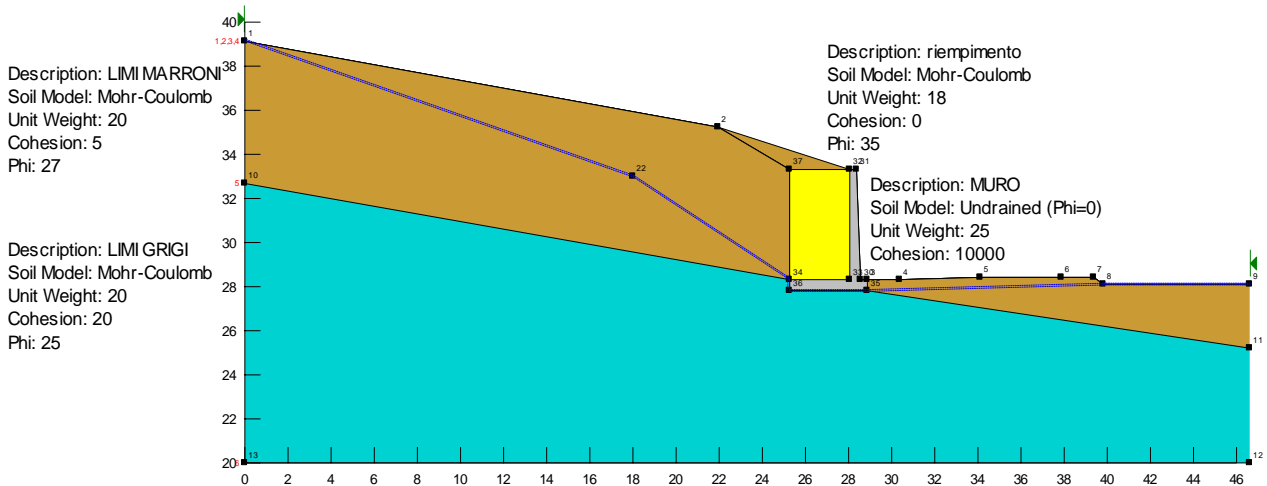
*Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio*

Total Mass 243.69
Total Resisting Moment 6401.7
Total Activating Moment 4534.2
Total Resisting Force 197.98
Total Activating Force 140.66



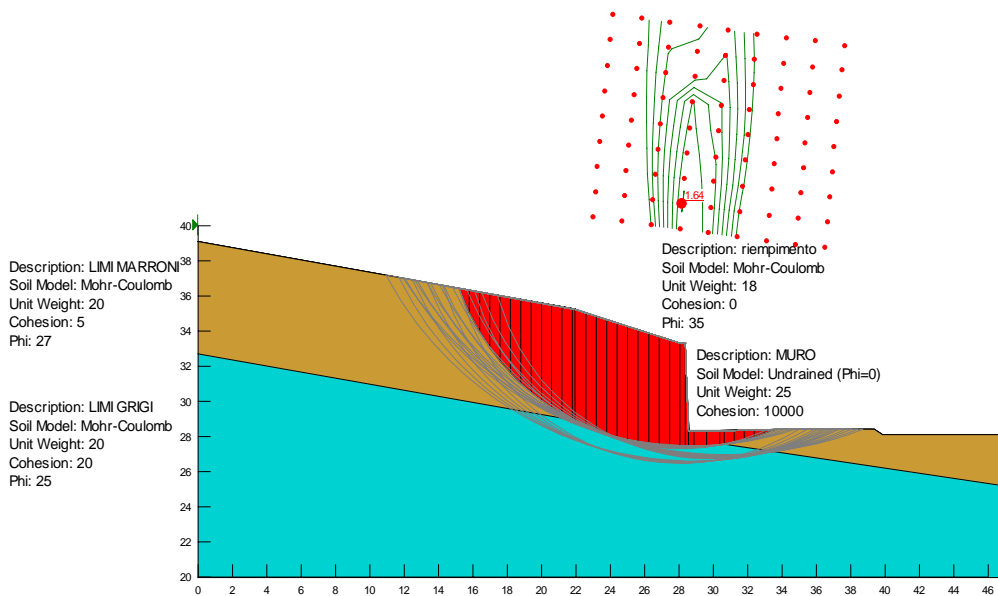


8.2.3 Muro di sostegno - Sezione 94 - STATICA



a) caso statico

$FS = 1.64 > 1.3$



Parameter

Method Morgenstern-Price

Factor of Safety 1.64

Total Volume 73.188

Total Mass 1452.9

Total Resisting Moment 12096



*Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio*

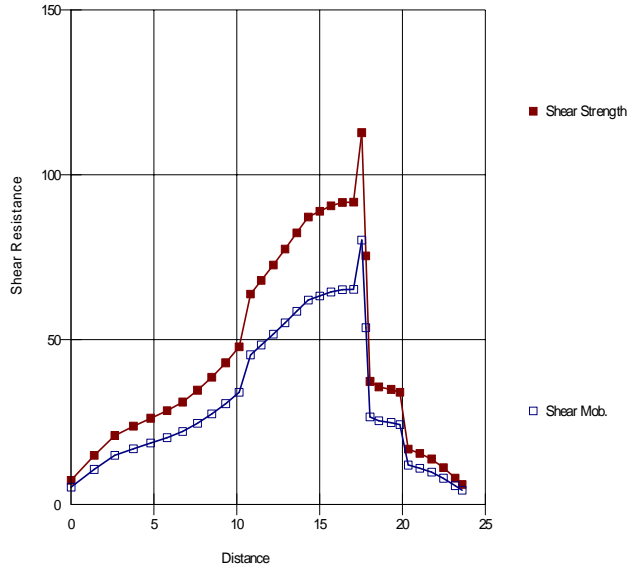
Total Activating Moment 7377.5

Total Resisting Force 781.21

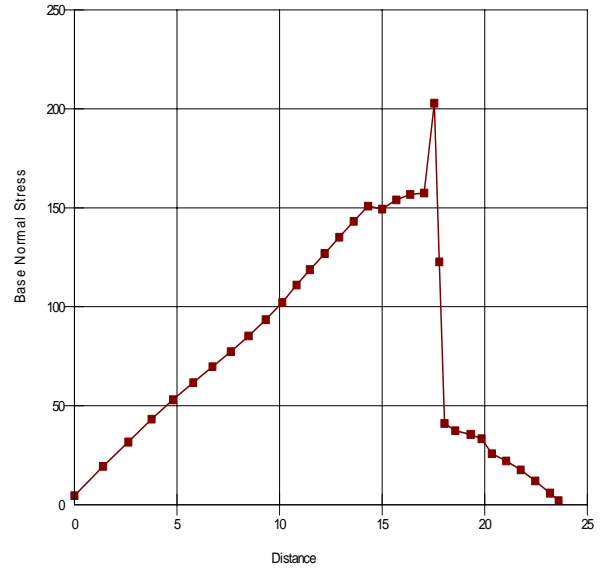
Total Activating Force 474.67



Shear Resistance vs. Distance

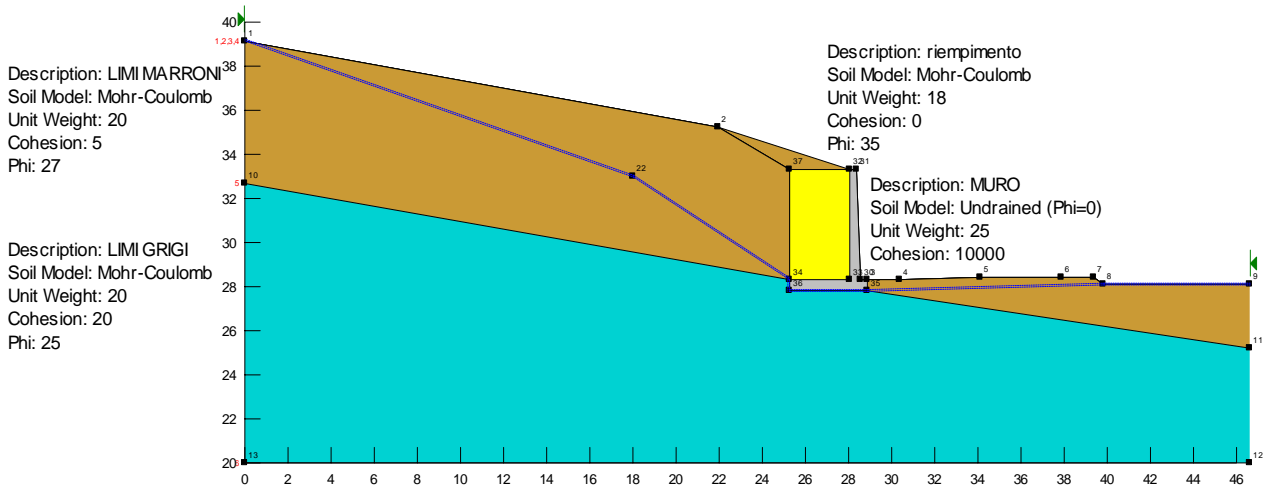


Base Normal Stress vs. Distance



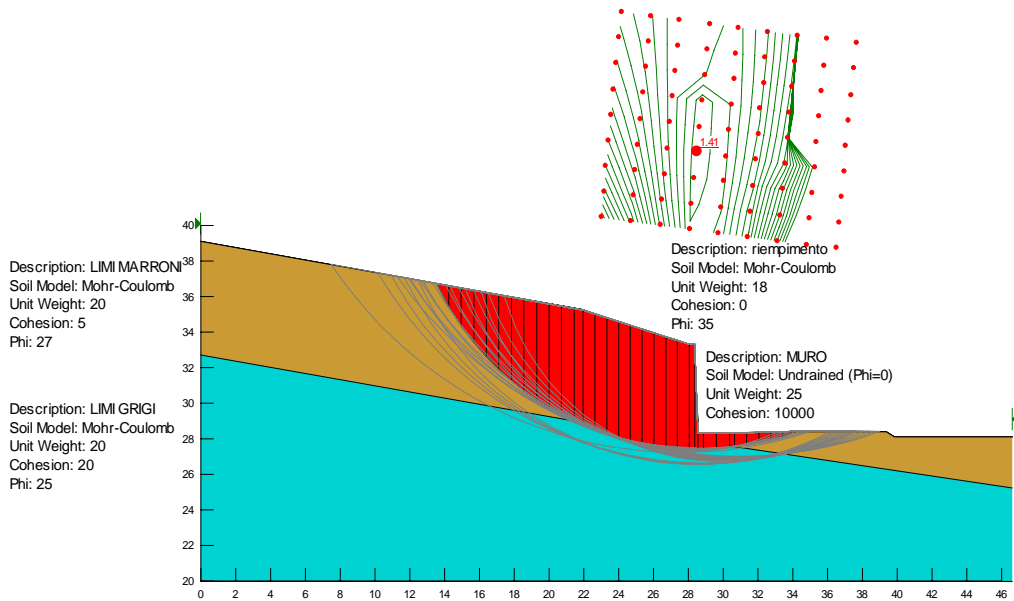


8.2.4 Muro di sostegno - Sezione 94 - SISMICA



b) caso sismico

$FS = 1.41 > 1.3$



Parameter

Method Morgenstern-Price

Factor of Safety 1.41

Total Volume 80.398

Total Mass 1599.6

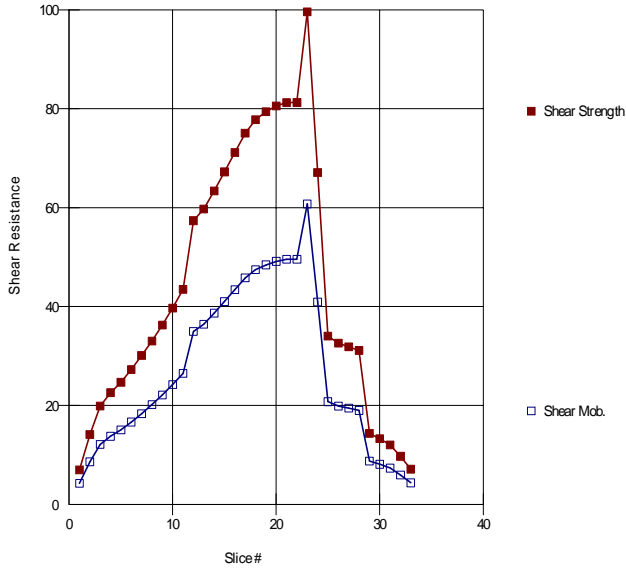


*Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio*

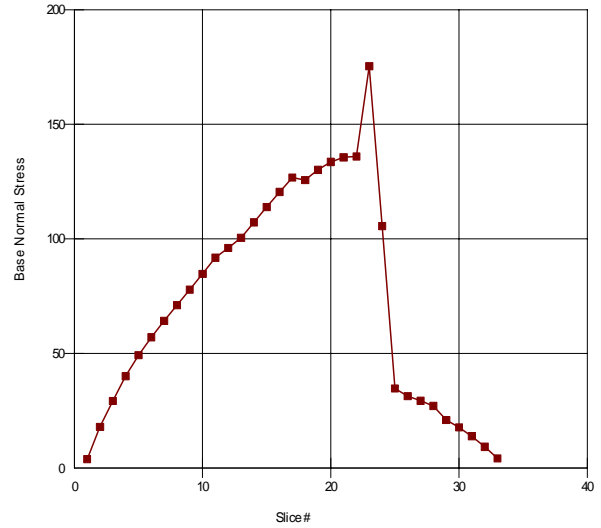
Total Resisting Moment	17176
Total Activating Moment	12215
Total Resisting Force	938.19
Total Activating Force	662.8



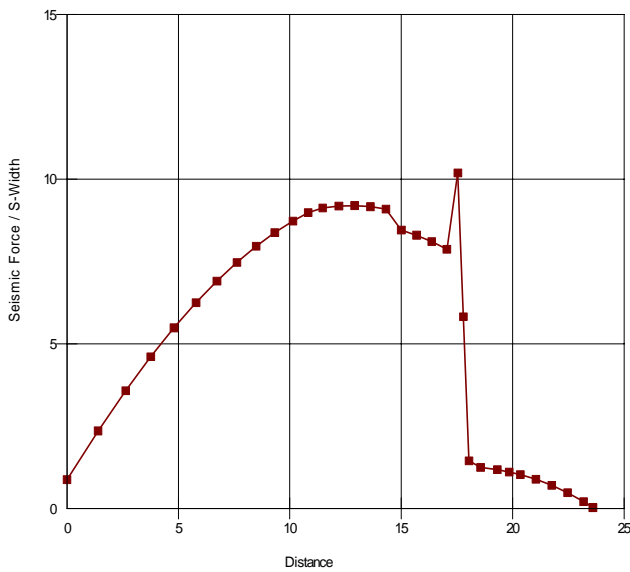
Shear Resistance vs. Slice #



Base Normal Stress vs. Slice #

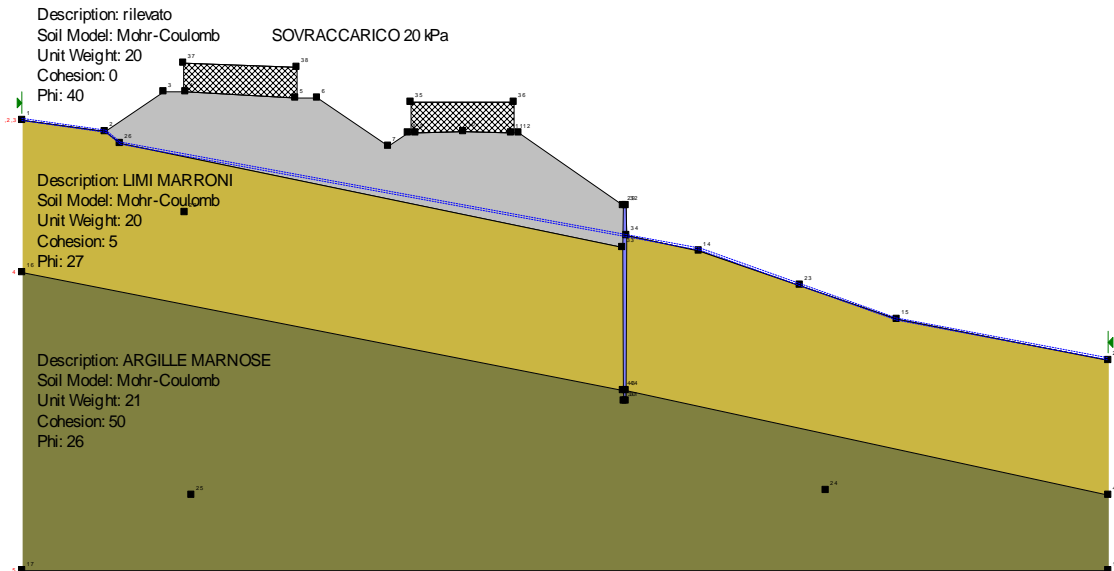


Seismic Force / S-Width vs. Distance



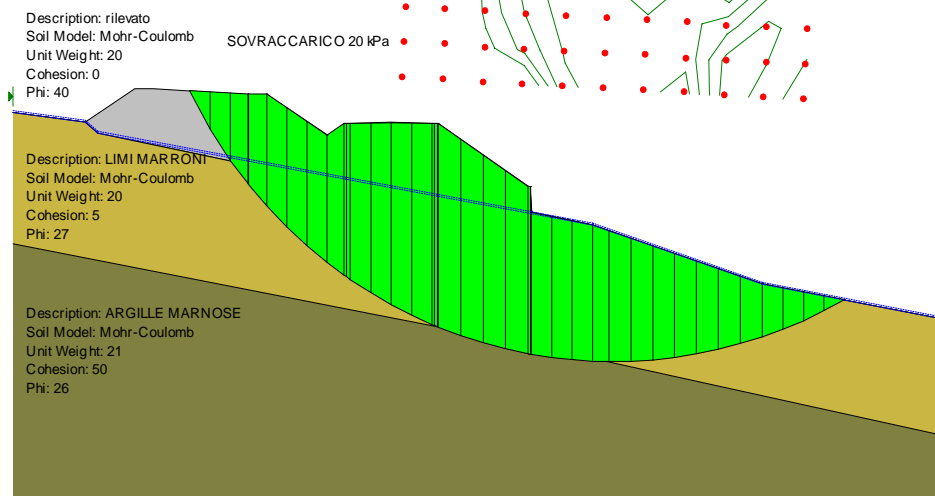
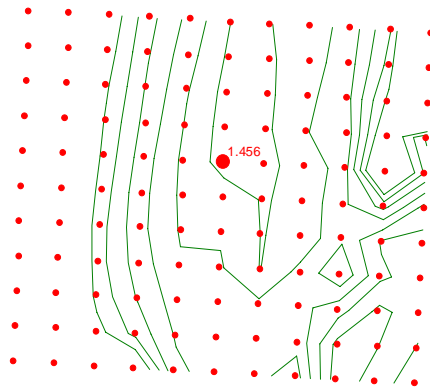


8.2.5 Muro di sostegno - Sezione 123 - STATICA



a) caso statico

$FS = 1.456 > 1.3$





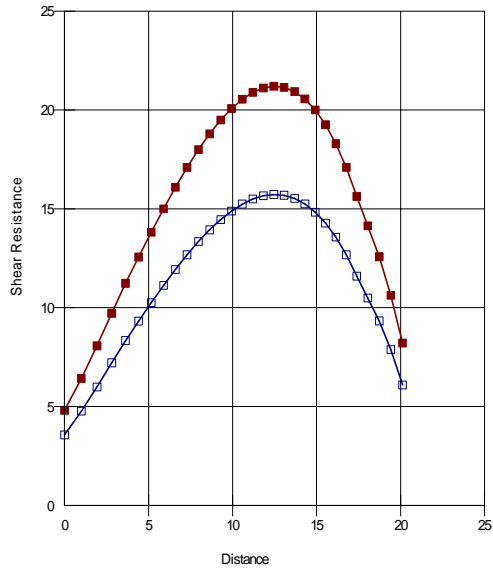
Dipartimento di Fisica e Ingegneria
dei Materiali e del Territorio

Parameter

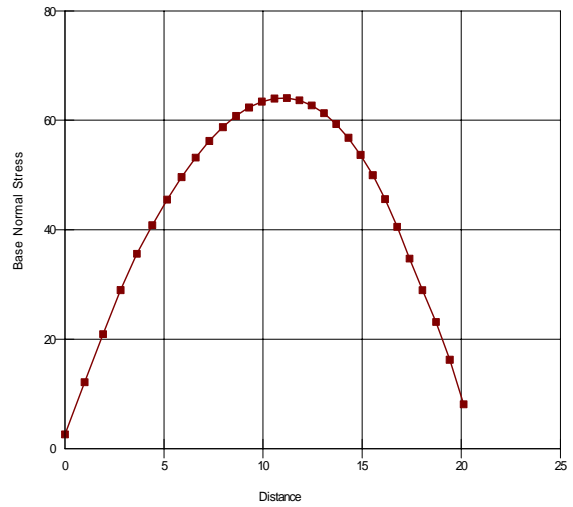
Method Spencer

Factor of Safety 1.456

Shear Resistance vs. Distance

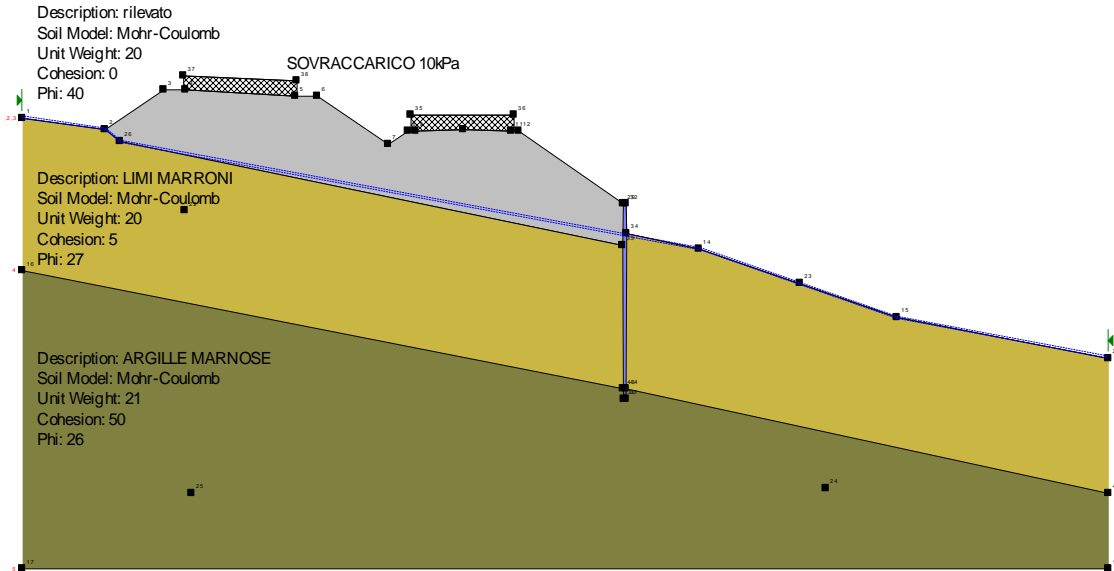


Base Normal Stress vs. Distance



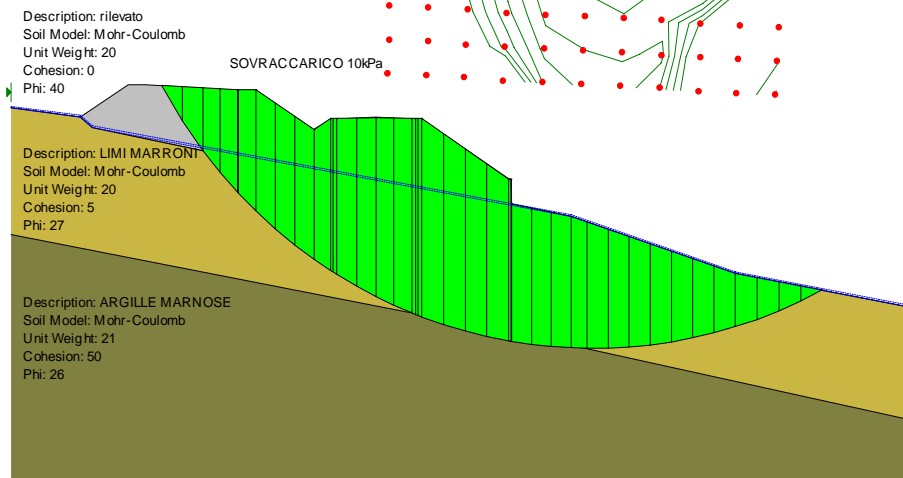
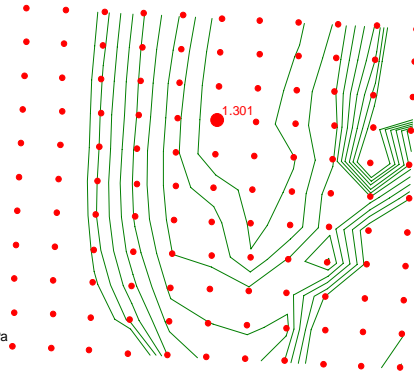


8.2.6 Muro di sostegno - Sezione 123 - SISMICA



b) caso sismico

$FS = 1.301 > 1.3$



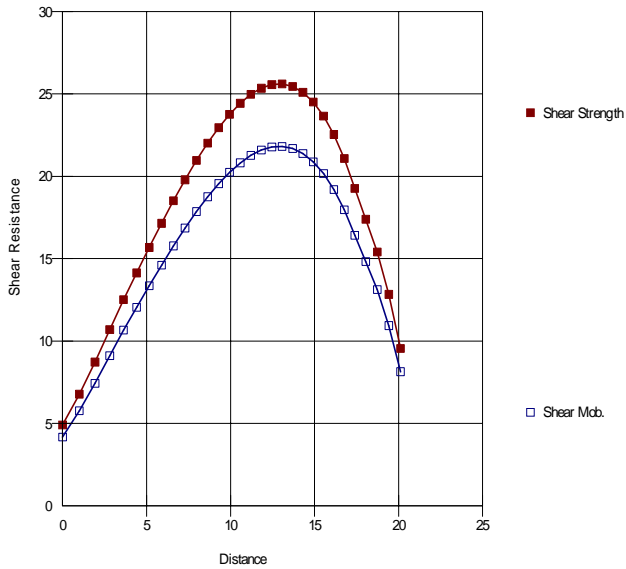
Parameter

Method Spencer

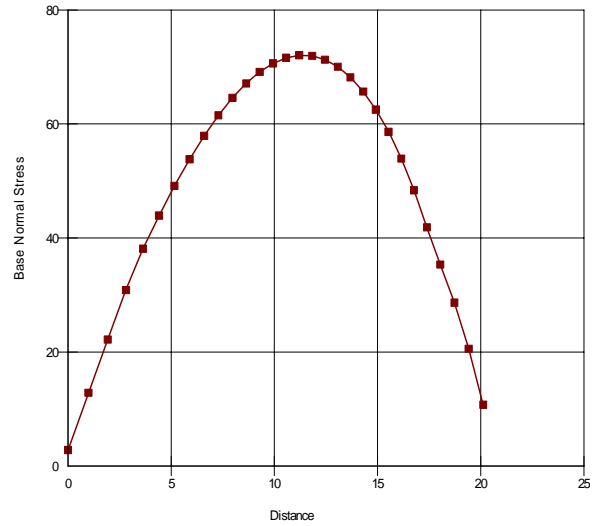


Factor of Safety 1.321

Shear Resistance vs. Distance



Base Normal Stress vs. Distance



Seismic Force / S-Width vs. Distance

