

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA
U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

ITINERARIO NAPOLI-BARI.
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO.
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.
3° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO.

Paratia di Sostengo in DX dal km 41+657,36 - 41+757,85

Relazione di calcolo

SCALA:

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.
 I F 0 H 3 2 D 1 1 C L T R 2 4 0 5 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE	M.Piscitelli	Giugno 2017	F.Bavetta	Giugno 2017	F.Cerrone	Giugno 2017	ITALFERR S.p.A. Direzione Tecnica Infrastrutture Centro Dot. Ing. Fabrizio Prigione Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma n. 16362 del 11/12/2017	

File: IF0H32D11CLTR2405001A.doc

n. Elab.:

3L 113

INDICE

1.	GENERALITA'	4
1.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	4
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	7
2.1	ELABORATI DI RIFERIMENTO.....	7
3.	MATERIALI	8
3.1	CLASSI DI ESPOSIZIONE E COPRIFERRI	8
3.2	CALCESTRUZZO MAGRO PER GETTI DI LIVELLAMENTO/SOTTOFONDAZIONI (C12/15).....	9
3.3	CALCESTRUZZO PER DIAFRAMMI E CORDOLI (C 25/30).....	10
3.4	ACCIAIO IN BARRE D'ARMATURA PER C.A. (B450C)	11
4.	CARATTERIZZAZIONE E CRITERI DI PROGETTAZIONE GEOTECNICA	12
4.1	MODELLO GEOTECNICO DI PROGETTO	12
5.	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO	15
5.1	VITA NOMINALE E CLASSE D'USO.....	16
5.2	PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA.....	16
5.3	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CATEGORIA TOPOGRAFICA	17
6.	CRITERI GENERALI DI ANALISI DI PARATIE DI SOSTEGNO.....	18
6.1	METODOLOGIA DI CALCOLO	18
6.2	COEFFICIENTI DI SPINTA	20
6.2.1	<i>Coefficienti ed Incremento di Spinta in Fase Statica</i>	<i>20</i>
6.2.2	<i>Coefficienti ed Incremento di Spinta in Fase Sismica</i>	<i>24</i>
6.2.3	<i>Coefficienti di attrito struttura-terreno</i>	<i>25</i>
6.3	EFFETTI DELL'AZIONE SISMICA SU MASSE E CARICHI.....	25
6.4	EFFETTI DELL'AZIONE SISMICA SULLA FALDA	29
7.	COMBINAZIONI DI CARICO	30
8.	CRITERI GENERALI PER LE VERIFICHE STRUTTURALI.....	33
8.1	VERIFICHE ALLO SLU	33
8.1.1	<i>Pressoflessione</i>	<i>33</i>
8.1.2	<i>Taglio</i>	<i>34</i>

8.2	VERIFICA SLE.....	36
8.2.1	<i>Verifiche alle tensioni.....</i>	36
8.2.2	<i>Verifiche a fessurazione</i>	37
9.	VERIFICHE GEOTECNICHE DI STABILITA' LOCALE.....	38
10.	CONFIGURAZIONE DELLE OPERE E MODELLI DI CALCOLO.....	40
11.	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO	43
12.	SEZIONE 504B : RISULTATI ANALISI E FASI DI CALCOLO	44
12.1	CRITERI DI ANALISI E FASI DI CALCOLO	44
12.2	SOLLECITAZIONI, SFORZI E DEFORMAZIONI.....	47
12.3	SINTESI RISULTATI.....	49
12.4	VERIFICA STRUTTURALE DIAFRAMMI	50
13.	SEZIONE 505 : RISULTATI ANALISI E FASI DI CALCOLO	51
13.1	CRITERI DI ANALISI E FASI DI CALCOLO	51
13.2	SOLLECITAZIONI, SFORZI E DEFORMAZIONI.....	54
13.3	SINTESI RISULTATI.....	56
13.4	VERIFICA STRUTTURALE DIAFRAMMI	57
14.	SEZIONE 506 : RISULTATI ANALISI E FASI DI CALCOLO	58
14.1	CRITERI DI ANALISI E FASI DI CALCOLO	58
14.2	SOLLECITAZIONI, SFORZI E DEFORMAZIONI.....	59
14.3	SINTESI RISULTATI.....	61
14.4	VERIFICA STRUTTURALE DIAFRAMMI	62

1. GENERALITA'

Il presente documento si inserisce nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto definitivo del Raddoppio dell'Itinerario Ferroviario Napoli-Bari nella Tratta Canello-Benevento/ 2° Lotto Funzionale Frasso Telesino – Vitulano.

Le Analisi e Verifiche nel seguito esposte fanno in particolare riferimento alla paratia di sostegno prevista sull'asse principale del tracciato di progetto, tra le pk 41+657,36 e 41+757,85.

1.1 Descrizione dell'opera

Le opere di sostegno sono costituiti da paratie di sostegno libere in corrispondenza del ciglio destro dell'asse principale di progetto. Le paratie sono realizzate mediante setti in c.a. di spessore $s=1,20\text{m}$ sormontati da un cordolo di coronamento in c.a. di dimensioni $1,40\text{ m}$ (base) x $1,0\text{ m}$ (altezza).

Nel seguito della presente relazione è affrontato il dimensionamento strutturale e geotecnico della paratia.

Di seguitosi riportano alcune immagini rappresentative. Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di riferimento:

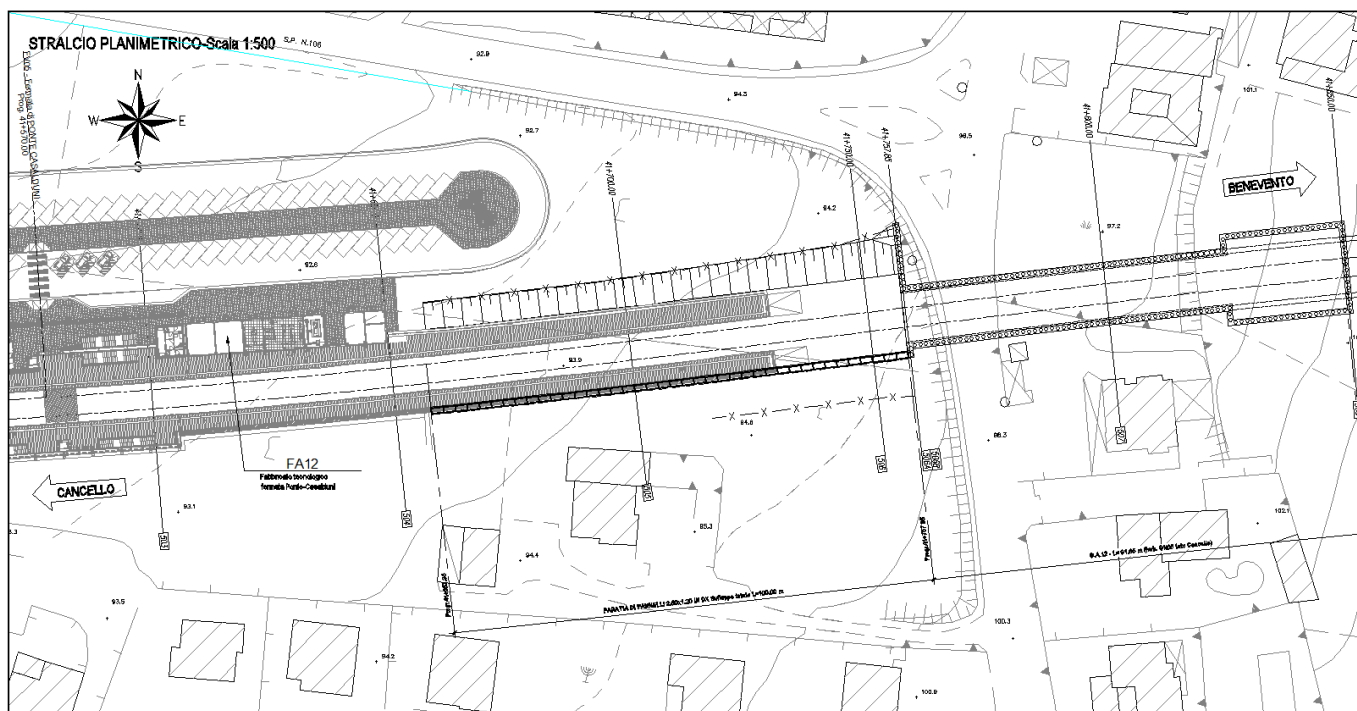


Figura 1 – Inquadramento planimetrico

Nel seguito si adotteranno le seguenti unità di misura:

- per le lunghezze ⇒ m, mm
- per i carichi ⇒ kN, kN/m², kN/m³
- per le azioni di calcolo ⇒ kN, kNm
- per le tensioni ⇒ MPa

2. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Di seguito si riporta l'elenco generale delle Normative Nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento, quale riferimento per la redazione degli elaborati tecnici e/o di calcolo dell'intero progetto nell'ambito della quale si inserisce l'opera oggetto della presente relazione:

- Rif. [1] Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni»
- Rif. [2] Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 2 febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008»
- Rif. [3] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE I / Aspetti Generali (RFI DTC SI MA IFS 001 A)
- Rif. [4] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 1 / Ambiente e Geologia (RFI DTC SI AG MA IFS 001 A – rev 30/12/2016)
- Rif. [5] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 2 / Ponti e Strutture (RFI DTC SI PS MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [6] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 3 / Corpo Stradale (RFI DTC SI CS MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [7] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 4 / Gallerie (RFI DTC SI GA MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [8] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 5 / Prescrizioni per i Marciapiedi e le Pensiline delle Stazioni Ferroviarie a servizio dei Viaggiatori (RFI DTC SI CS MA IFS 002 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [9] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 6 / Sagome e Profilo minimo degli ostacoli (RFI DTC SI CS MA IFS 003 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [10] Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione europea
- Rif. [11] Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)
- Rif. [12] UNI 11104: Calcestruzzo : Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

2.1 **Elaborati di riferimento**

Costituiscono parte integrante di quanto esposto nel presente documento, l'insieme degli elaborati di progetto specifici relativi all'opera in esame e riportati in elenco elaborati.

3. MATERIALI

Di seguito si riportano le caratteristiche dei materiali previsti per la realizzazione delle strutture oggetto di calcolo nell'ambito del presente documento:

3.1 CLASSI DI ESPOSIZIONE E COPRIFERRI

Con riferimento alle specifiche di cui alla norma UNI 11104, si definiscono di seguito le classi di esposizione del calcestruzzo delle diverse parti della struttura oggetto dei dimensionamenti di cui al presente documento:

- Diaframmi, cordoli e rivestimenti: XC2;

Classe esposizione norma UNI 9958	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco						
1	X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.	-	C 12/15	
2 Corrosione indotta da carbonatazione						
Nota - Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nell'opera o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettono quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera tra il calcestruzzo e il suo ambiente.						
2 a	XC1	Asciutto o permanentemente bagnato.	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.	0,60	C 25/30	
2 a	XC2	Bagnato, raramente asciutto.	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	0,60	C 25/30	
5 a	XC3	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici in contatto con l'acqua non comprese nella classe XC2.	0,50	C 32/40	
3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare						
5 a	XD1	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XD2	Bagnato, raramente asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (Piscine).	0,50	C 32/40	
5 c	XD3	Ciclicamente bagnato e asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.	0,45	C 35/45	

Classe esposizione norma UNI 9958	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare						
4 a 5 b	XS1	Esposto alla salssedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.	0,50	C 32/40	
	XS2	Permanentemente sommerso.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua.	0,45	C 35/45	
	XS3	Zone esposte agli spruzzi o alle maree.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alle battigie o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare.	0,45	C 35/45	
5 Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti *						
2 b	XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo.	0,50	C 32/40	
3	XF2	Moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante.	Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua.	0,50	C 25/30	3,0
2 b	XF3	Elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.	0,50	C 25/30	3,0
3	XF4	Elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare.	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare.	0,45	C 28/35	3,0
6 Attacco chimico**						
5 a	XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acque reflue.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.	0,50	C 32/40	
5 c	XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. Contenitori di foraggi, mangimi e liquame provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi di gas di scarico industriali.	0,45	C 35/45	
*) Il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione: - moderato: occasionalmente gelato in condizione di saturazione; - elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione. **) Da parte di acque del terreno e acque fluenti.						

Classi di esposizione secondo norma UNI - EN 206-2006

La determinazione delle classi di resistenza dei conglomerati dei conglomerati, di cui ai successivi paragrafi, sono state inoltre determinate tenendo conto delle classi minime stabilite dalla stessa norma UNI-EN 11104, di cui alla successiva tabella:

prospetto 4 Valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

	Classi di esposizione																			
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotta da cloruri						Attacco da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico				
		Acqua di mare						Cloruri provenienti da altre fonti												
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	
Massimo rapporto <i>a/lc</i>	-	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45		
Minima classe di resistenza ¹⁾	C12/15	C25/30	C28/35	C32/40	C32/40	C35/45	C28/35	C32/40	C35/45	32/40	25/30	28/35	28,35	32/40	35/45					
Minimo contenuto in cemento (kg/m ³)	-	300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360					
Contenuto minimo in aria (%)													3,0 ³⁾							
Altri requisiti													Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo				È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati ⁴⁾			
¹⁾ Nel prospetto 7 della UNI EN 206-1 viene riportata la classe C8/10 che corrisponde a specifici calcestruzzi destinati a sottofondazioni e ricoprimenti. Per tale classe dovrebbero essere definite le prescrizioni di durabilità nei riguardi di acque o terreni aggressivi. ^{a)} Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI 7067, per la relativa classe di esposizione. ^{b)} Qualora la presenza di solfati comporti le classi di esposizione XA2 e XA3 è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati secondo UNI 9156.																				

Classi di resistenza minima del calcestruzzo secondo UNI – 11104

I copriferri di progetto adottati per le barre di armatura, tengono infine conto inoltre delle prescrizioni di cui alla Tabella C4.1.IV della Circolare n617 del 02-02-09; si è in particolare previsto di adottare i seguenti Copriferri minimi espressi in mm

- Diaframmi, cordoli e rivestimenti: 60 mm

3.2 Calcestruzzo magro per Getti di livellamento/sottofondazioni (C12/15)

Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica a 28 gg:

$$R_{ck} = 15 \text{ MPa}$$

Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:

$$f_{ck} = 12.5 \text{ MPa} \quad (0,83 \cdot R_{ck})$$

Resistenza a compressione cilindrica media:

$$f_{cm} = 20.5 \text{ MPa} \quad (f_{ck} + 8)$$

Si omettono resistenze e/o tensioni di calcolo, essendo tale conglomerato previsto per parti d'opera senza funzioni strutturali.

3.3 Calcestruzzo per Diaframmi e Cordoli (C 25/30)

Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica a 28 gg:

$$R_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:

$$f_{ck} = 24.9 \text{ MPa} \quad (0,83 \cdot R_{ck})$$

Resistenza a compressione cilindrica media:

$$f_{cm} = 32.9 \text{ MPa} \quad (f_{ck} + 8)$$

Resistenza a trazione assiale:

$$f_{ctm} = 2.56 \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$$

$$f_{ctk,0.05} = 1.79 \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$$

Resistenza a trazione per flessione:

$$f_{ctm} = 3.1 \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$$

$$f_{ctk,0.05} = 2.1 \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$$

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

$$\gamma_c = 1.5$$

Per situazioni di carico eccezionali, tale valore va considerato pari ad 1.0

Resistenza di calcolo a compressione allo SLU:

$$f_{cd} = 14.1 \text{ MPa} \quad (0,85 \cdot f_{ck} / \gamma_s)$$

Resistenza di calcolo a trazione diretta allo SLU:

$$f_{ctd} = 1.19 \text{ MPa} \quad (f_{ctk,0.05} / \gamma_s)$$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione SLU:

$$f_{ctd f} = 1.43 \text{ MPa} \quad 1,2 \cdot f_{ctd}$$

Per spessori minori di 50mm e calcestruzzi ordinari, tale valore va ridotto del 20%

Modulo di elasticità normale :

$$E_{cm} = 31447 \text{ MPa}$$

Modulo di elasticità tangenziale:

$$G_{cm} = 13103 \text{ MPa}$$

Modulo di Poisson:

$$\nu = 0.2$$

□

Coefficiente di dilatazione lineare

$$\alpha = 0.00001 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Tensione di aderenza di calcolo acciaio-calcestruzzo

$$\eta = 1.00$$

$$f_{bd} = 2.69 \text{ MPa} \quad (2,25 \cdot f_{ctk} \cdot \eta / \gamma_s)$$

Nel caso di armature molto addensate, o ancoraggi in zona tesa tale valore va diviso per 1.5

Tensioni massime per la verifica agli SLE (Prescrizioni Manuale RFI Parte 2-Sezione 2)

$$\sigma_{\text{cmax QP}} = (0,40 f_{\text{ck}}) = \boxed{9.96} \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Quasi Permanente})$$

$$\sigma_{\text{cmax R}} = (0,55 f_{\text{ck}}) = \boxed{13.70} \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica - Rara})$$

Per spessori minori di 50mm e calcestruzzi ordinari, tale valori vanno ridotti del 20%

3.4 Acciaio in barre d'armatura per c.a. (B450C)

Tensione caratteristica di rottura:

$$f_{\text{tk}} = \boxed{540} \text{ MPa} \quad (\text{frattile al 5\%})$$

Tensione caratteristica allo snervamento:

$$f_{\text{yk}} = \boxed{450} \text{ MPa} \quad (\text{frattile al 5\%})$$

Fattore di sovraresistenza (nel caso di impiego di legame costitutivo tipo bilineare con incrudimento)

$$k = f_{\text{tk}} / f_{\text{yk}} = \boxed{1.20} \text{ MPa}$$

Allungamento a rottura (nel caso di impiego di legame costitutivo tipo bilineare con incrudimento)

$$(A_{\text{gt}})_k = \varepsilon_{\text{uk}} = \boxed{7.5} \%$$

$$\varepsilon_{\text{ud}} = 0,9 \varepsilon_{\text{uk}} = \boxed{6.75} \%$$

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

$$\gamma_{\text{c}} = \boxed{1.15}$$

Per situazioni di carico eccezionali, tale valore va considerato pari ad 1,0

Resistenza di calcolo allo SLU:

$$f_{\text{yd}} = \boxed{391.3} \text{ MPa} \quad (f_{\text{yk}} / \gamma_{\text{s}})$$

Modulo di elasticità :

$$E_{\text{f}} = \boxed{210000} \text{ MPa}$$

Tensione massima per la verifica agli SLE (Prescrizioni Manuale RFI Parte 2-Sezione 2)

$$\sigma_{\text{s max}} = (0,75 f_{\text{yk}}) = \boxed{360} \text{ MPa} \quad \text{Combinazione di Carico Caratteristica(Rara)}$$

4. CARATTERIZZAZIONE E CRITERI DI PROGETTAZIONE GEOTECNICA

La galleria ricade alle chilometriche 41+657,36 - 41+657,37 del tracciato di progetto dell'Asse Principale, nell'ambito del 3° Lotto Funzionale San Lorenzo - Vitulano.

La definizione del modello geotecnico di sottosuolo di riferimento per il dimensionamento delle strutture di fondazione dell'opera, è trattata diffusamente nella specifica sezione dedicata all'opera in esame nell'ambito del seguente documento di progetto:

Relazione generale di linea delle opere all'aperto - Sub lotto 3	I	F	0	H	0	2	D	1	1	R	B	G	E	0	0	0	1	0	0	3	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

4.1 modello geotecnico di progetto

Le caratteristiche geotecniche del volume di terreno che interagisce con l'opera sono state desunte tenendo conto di quanto risultante nel Profilo Geotecnico dell'opera e della Caratterizzazione dei Litotipi riportata nella Relazione e geotecnica Generale.

Dall'esame di quanto riportato nella relazione geotecnica di riferimento e in relazione alle progressive in esame, emerge la seguente stratigrafia:

Stratigrafia		
Unità geotecnica	Profondità [m] da p.c.	Descrizione
bc2	0.0÷9.0	Sabbia, sabbia limosa (Alluvioni antiche)
bn1	> 9.0	Ghiaia sabbiosa (Alluvioni terrazzate)

Falda: La quota di falda è situata a circa 20m dal p.c. locale

Il volume di terreno direttamente interagente con l'opera ha le seguenti proprietà:

Unità bc2 – Sabbia, sabbia limosa (Alluvioni antiche)

$\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 30 \div 35^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$N_{spt} = 5 \div 30$	numero di colpi da prova SPT
$D_r = 20 \div 60\%$	densità relativa
$V_s = 150 \div 300 \text{ m/s}$	velocità delle onde di taglio
$G_o = 45 \div 180 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale (a piccole deformazioni)
$E_o = 120 \div 450 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale (a piccole deformazioni)

Unità bn1 – Ghiaia sabbiosa (Alluvioni terrazzate)

$\gamma = 20.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 35 \div 40^\circ$ prove dei 3 lotti)	angolo di resistenza al taglio (valore minimo assunto pari al valore medio di tutte le
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$N_{spt} = R$	numero di colpi da prova SPT
$D_r = 70\%$	densità relativa
$V_s = 200 \div 380 \text{ m/s}$	velocità delle onde di taglio
$G_o = 80 \div 290 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale (a piccole deformazioni)
$E_o = 200 \div 750 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale (a piccole deformazioni)

Pertanto il modello geotecnico assunto in fase di analisi è il seguente:

MODELLO GEOTECNICO

Quota 0 coincidente con estradosso Cordolo paratia posto a **0** m da P.C.

	Litotipo	Potenza m	γ KN/m ³	c' KPa	ϕ'	E_0 MPa	E_{vc} MPa	E_{ur} MPa
0	Unità bc2 Sabbia, sabbia limosa (Alluvioni antiche)	9	19.5	0	33	250	50	80
-9	Unità bn1 Ghiaia sabbiosa (Alluvioni terrazzate)		20	0	38	400	80	128
FALDA -20								

Figura 4 – Modello Geotecnico

Nota: E_{vc} è il modulo di deformabilità operativo di primo carico adottato per il calcolo delle deformazioni/cedimenti delle opere di sostegno e delle fondazioni assunto pari ad 1/4-1/5 di quello iniziale E_0 . Mentre E_{ur} è il modulo di ricarico valutato come 1,6 E_{vc} .

5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 14 gennaio 2008 e relativa circolare applicativa.

L'opera in questione rientra in particolare nell'ambito del Progetto di Raddoppio della tratta Ferroviaria Frasso Telesino – Vitulano, che si sviluppa per circa 30Km, da ovest verso est, attraversando il territorio di diverse località tra cui Dugenta/Frasso (BN), Amorosi (BN), Telese(BN), Solopaca(BN), San Lorenzo Maggiore(BN), Ponte(BN), Torrecuso(BN), Vitulano (BN) , Benevento – Località Roseto (BN).

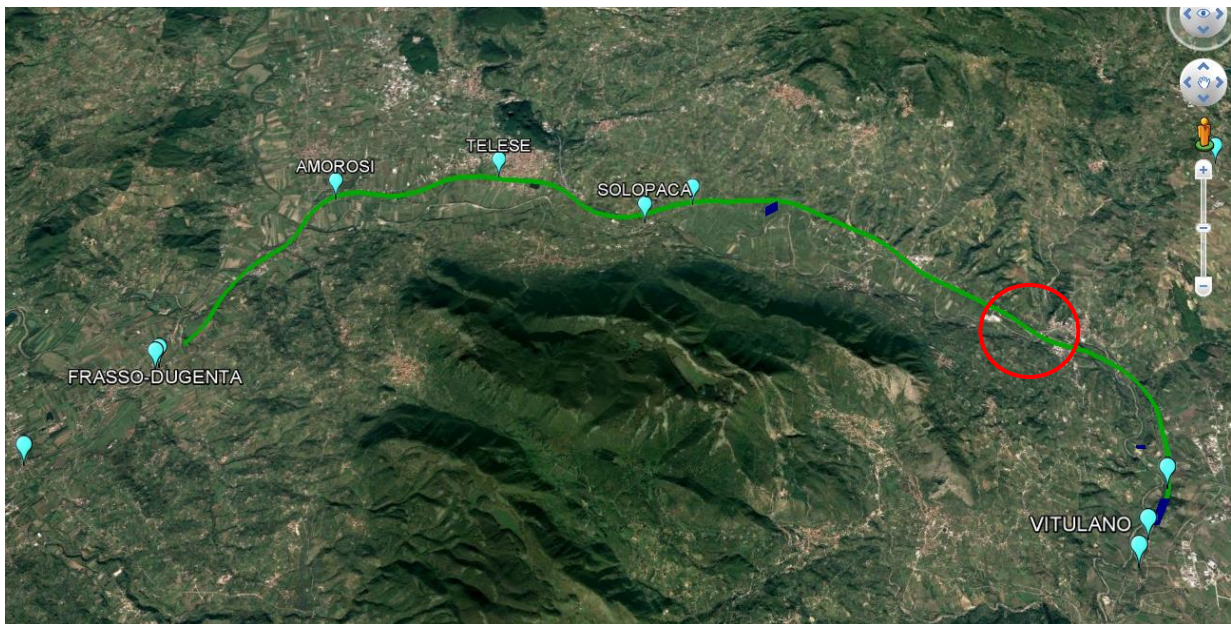


Figura 5 – Configurazione planimetrica tracciato

Nella fattispecie, l'opera di sviluppo circa 3Km, interessa il territorio dei Comuni di Solopaca e Vitulano; nei riguardi della valutazione delle azioni sismiche di progetto, si è fatto riferimento ai parametri di pericolosità sismica del Comune di Ponte (BN) come esposto nei paragrafi seguenti.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO. 3° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO.												
Paratia di Sostengo in DX dal km 41+657,36 - 41+757,85 - Relazione di calcolo Imbocchi	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF0H</td> <td>32 D 11</td> <td>CL</td> <td>TR240 5001</td> <td>A</td> <td>16 di 90</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF0H	32 D 11	CL	TR240 5001	A	16 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF0H	32 D 11	CL	TR240 5001	A	16 di 90								

5.1 Vita nominale e classe d'uso

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale (VN), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso (CU)

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale: VN = 75 anni (categoria 2: "Altre opere nuove a velocità V<250 Km/h"). Riguardo invece la Classe d'Uso, all' opera in oggetto corrisponde una Classe III a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II): C_u = 1.5.

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale V_n per il coefficiente d'uso C_u, ovvero:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a **V_R = 75x1.5 = 112.5 anni**

5.2 Parametri di pericolosità sismica

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, che ai sensi del D.M. 14-01-2008, costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali) dipendono, come già in parte anticipato in precedenza, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (Periodo di riferimento per valutazione azione sismica / VR) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

In accordo a quanto riportato in Allegato A delle Norme Tecniche per le costruzioni DM 14.01.08, si ottiene per il sito in esame:



SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	68	0.097	2.343	0.310
SLD	113	0.127	2.332	0.326
SLV	1068	0.367	2.346	0.395
SLC	2193	0.473	2.445	0.427

Tabella di riepilogo Parametri di pericolosità sismica

5.3 Categoria di sottosuolo e categoria topografica

Le Categoria di Sottosuolo e le Condizioni Topografiche sono valutate come descritte al punto 3.2.2 del DM 14.01.08. Per il caso in esame, come riportato all'interno della relazione geotecnica e di calcolo del lotto in esame, risulta una categoria di sottosuolo di tipo C e una classe Topografica T1.

6. CRITERI GENERALI DI ANALISI DI PARATIE DI SOSTEGNO

6.1 Metodologia di calcolo

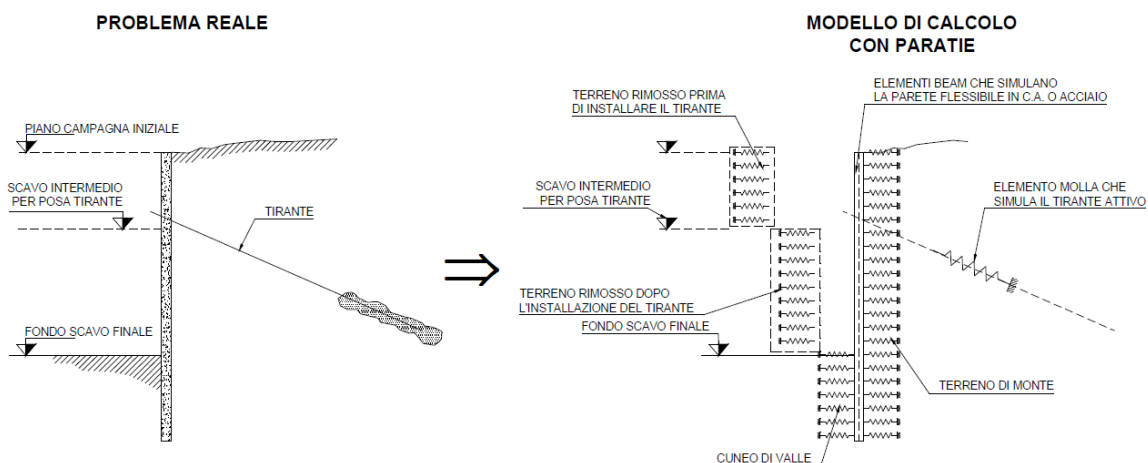
Le analisi finalizzate al dimensionamento delle strutture sono state condotte con il programma di calcolo "Paratie Plus" della HarpaCeas s.r.l. di Milano.

Lo studio del comportamento di un elemento di paratia inserito nel terreno viene effettuato tenendo conto della deformabilità dell'elemento stesso, considerato in regime elastico, e soggetto alle azioni derivanti dalla spinta dei terreni, dalle eventuali differenze di pressione idrostatiche, dalle spinte dovute ai sovraccarichi esterni e dalla presenza degli elementi di contrasto.

La paratia viene discretizzata con elementi finiti monodimensionali a due gradi di libertà per nodo (spostamento orizzontale e rotazione).

Il terreno viene schematizzato con delle molle secondo un modello elasto-plastico; esso reagisce elasticamente sino a valori limite dello spostamento, raggiunti i quali la reazione corrisponde, a seconda del segno dello stesso spostamento, ai valori limite della pressione attiva o passiva.

Gli spostamenti vengono computati a partire dalla situazione di spinta "a riposo".



Al fine di ottenere informazioni attendibili sull'entità delle sollecitazioni e delle deformazioni nelle paratie è necessario poterne seguire il comportamento durante le principali fasi esecutive.

A tal riguardo, l'interazione fra la paratia e il terreno, è simulata modellando la prima con elementi finiti caratterizzati da una rigidità flessionale ed il secondo con molle elasto-plastiche connesse ai nodi

della paratia di rigidezza proporzionale al modulo di rigidezza del terreno. Inoltre, è possibile modellare eventuali elementi di sostegno della paratia (tiranti, puntoni) con molle dotate di opportuna rigidezza.

In particolare, la paratia è schematizzata attraverso un diaframma di spessore equivalente ricavato attraverso la seguente espressione:

$$s_{eq} = \sqrt[3]{\frac{12E_m J_p}{i}}$$

dove:

E_m modulo elastico del calcestruzzo costituente i pali

J_p inerzia della sezione del palo

i interasse dei pali

Il terreno si comporta come un mezzo elastico sino a che il rapporto tra la tensione orizzontale efficace ($\sigma'h$) e la tensione verticale efficace ($\sigma'v$) risulta compreso tra il coefficiente di spinta attivo (k_a) e passivo (k_p), mentre quando il rapporto è pari a k_a o a k_p il terreno si comporta come un mezzo elasto-plastico.

Questo modello, nella sua semplicità concettuale, derivato direttamente dal modello di Winkler, consente una simulazione del comportamento del terreno adeguata agli scopi progettuali. In particolare, vengono superate le limitazioni dei più tradizionali metodi dell'equilibrio limite, non idonei a seguire il comportamento della struttura al variare delle fasi esecutive.

I parametri di deformabilità del terreno compaiono nella definizione della rigidezza delle molle. Per un letto di molle distribuite la rigidezza di ciascuna di esse, k , è data da:

$$k = E / L$$

ove E è un modulo di rigidezza del terreno mentre L è una grandezza geometrica caratteristica. Poiché nel programma PARATIE le molle sono posizionate a distanze finite Δ , la rigidezza di ogni molla è:

$$K = \frac{E\Delta}{L}$$

Il valore di Δ è fornito dalla schematizzazione ad elementi finiti. Il valore di L è fissato automaticamente dal programma. Esso rappresenta una grandezza caratteristica che è diversa a valle e a monte della

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO. 3° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO.					
	Paratia di Sostengo in DX dal km 41+657,36 - 41+757,85 - Relazione di calcolo Imbocchi	COMMESSA IF0H	LOTTO 32 D 11	CODIFICA CL	DOCUMENTO TR240 5001	REV. A

paratia perché diversa è la zona di terreno coinvolta dal movimento in zona attiva e passiva. Si è scelto, in zona attiva (uphill):

$$L_A = \frac{2}{3} \ell_A \tan(45^\circ - \phi'/2)$$

e in zona passiva (downhill):

$$L_p = \frac{2}{3} \ell_p \tan(45^\circ + \phi'/2)$$

dove ℓ_A ed ℓ_p sono rispettivamente:

$$\ell_A = \min\{l, 2H\};$$

$$\ell_p = \min\{l - H, H\}$$

e dove l = altezza totale della paratia e H = altezza corrente dello scavo. La logica di questa scelta è illustrata nella pubblicazione di Becci e Nova (1987). Si assume in ogni caso un valore di H non minore di 1/10 dell'altezza totale della parete.

6.2 Coefficienti di Spinta

6.2.1 Coefficienti ed Incremento di Spinta in Fase Statica

Il metodo di calcolo richiede ovviamente la definizione di parametri, valutati in funzione delle caratteristiche geotecniche e fisiche dei terreni, delle caratteristiche geometriche e strutturali dell'opera.

In particolare la pressione fondamentale dell'analisi è la $\sigma'h$ che lo scheletro solido del terreno esercita sulla struttura di sostegno che dipende dagli spostamenti che essa subisce per effetto di $\sigma'h$ stessa ovvero dipende dall'interazione fra la struttura ed il terreno a tergo dell'opera.

Nel caso in cui la struttura subisca uno spostamento verso valle, la $\sigma'h$ sul paramento di monte può essere calcolata come:

$$\sigma'h = K_a \cdot \sigma'v - 2 \cdot c' \cdot (K_a)^{0.5} \quad \text{pressione attiva}$$

dove:

K_a = coefficiente di spinta attiva;

$\sigma'v$ = tensione verticale efficace alla generica profondità

c' = coesione efficace.

In condizioni statiche, K_a è funzione dell'angolo di attrito efficace dello scheletro solido φ' , dell'angolo di attrito fra struttura e terreno δ dell'inclinazione β del paramento di monte della struttura di sostegno e dell'inclinazione i del terrapieno a tergo dell'opera .

Nel caso in cui la struttura subisca uno spostamento verso monte, la $\sigma'h$ sul paramento di monte può essere calcolata come:

$$\sigma'h = K_p \cdot \sigma'v + 2 \cdot c' \cdot (K_p)^{0.5} \text{ pressione passiva}$$

dove:

K_p = coefficiente di spinta passiva;

$\sigma'v$ = tensione verticale efficace alla generica profondità;

c' = coesione efficace.

Fra le varie formulazioni proposte per il calcolo di K_a e k_p , di seguito, si farà riferimento a quelle di [Coulomb, 1773] assumendo cautelativamente $\delta=0$.

$$k_a = \frac{\cos^2(\varphi' - \beta)}{\cos^2(\beta) \cos(\delta + \beta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi') \sin(\varphi' - i)}{\cos(\delta + \beta) \cos(i - \beta)}} \right]^2}$$

$$k_p = \frac{\cos^2(\varphi' + \beta)}{\cos^2(\beta) \cos(\delta - \beta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi') \sin(\varphi' + i)}{\cos(\delta - \beta) \cos(i - \beta)}} \right]^2}$$

dove:

- β è l'inclinazione del paramento del muro rispetto alla verticale;
- δ è l'angolo di attrito tra muro e terreno;
- i è l'inclinazione del piano campagna rispetto all'orizzontale;
- φ' è l'angolo d'attrito del terreno.

Pertanto, nel caso di strutture di sostegno flessibili, eventualmente contrastate da elementi strutturali attivi o passivi messi in opera in fasi successive, sul paramento di monte agirà la pressione attiva e su quello di valle la pressione passiva.

Nel caso di strutture molto rigide, incapaci di subire spostamenti sufficienti a mobilitare la pressione attiva o quella passiva, la pressione σ'_h esercitata dallo scheletro solido sull'opera di sostegno sarà prossima alla pressione geostatica iniziale:

$$\sigma'_h = K_0 \cdot \sigma'_v \quad \text{pressione a riposo}$$

dove:

K_0 = coefficiente di spinta a riposo;

σ'_v = tensione verticale efficace.

Secondo la relazione di [Kulhawy et al., 1989] k_0 dipende dalla resistenza del terreno e dal rapporto di sovraconsolidazione del terreno O.C.R.:

$$k_0 = k_0^{nc} (OCR)^m$$

dove:

k_0^{nc} è il coefficiente di spinta a riposo per terreni normal-consolidati che secondo [Jaky, 1936] può essere posto pari a $(1 - \tan \varphi')$;

m è un parametro empirico, di solito compreso tra 0.4 e 0.7.

Il software di calcolo utilizzato è in grado, in funzione del campo di spostamento risultante nei vari step di analisi, di risalire automaticamente all'entità della spinta in ogni fase a partire dal valore iniziale di spinta a riposo.

La rigidità delle molle schematizzanti il terreno sono proporzionali al modulo elastico del terreno. Il modulo di scarico-ricarico (Eur) può essere 1.5÷3 volte quello di primo carico (Evc).

Per strutture di sostegno alla pressione esercitata dallo scheletro solido deve essere sommata la pressione esercitata dall'acqua assumendo schemi di filtrazione idonei in funzione delle condizioni stratigrafiche ed al contorno.

In presenza di Falda, va ovviamente aggiunta la pressione idrostatica che alla generica profondità, può essere valutata come di seguito:

$$u = \gamma_w z$$

In definitiva, l'espressione generale per il calcolo della pressione verticale efficace alla generica profondità z, in caso di eventuale presenza di sovraccarichi sul piano limite e falda è la seguente:

$$\sigma'_v = \gamma (z-hw) + \gamma' hw + q$$

essendo:

γ : peso di volume naturale del terreno

γ' : peso di volume del terreno immerso

hw : altezza di falda rispetto al piano orizzontale posto a quota z

q : intensità del sovraccarico presente su piano limite

6.2.2 Coefficienti ed Incremento di Spinta in Fase Sismica

Nell'analisi per la valutazione della spinta attiva si è utilizzato il Metodo di Mononobe – Okabe (M – O) assumendo $\delta=0$; Il metodo è un'estensione della teoria statica di Coulomb.

Le sovrappressioni sismiche alla M-O sono date dagli sforzi verticali moltiplicati per il seguente coefficiente di spinta:

$$k_{ae} = \frac{\cos^2(\varphi' - \beta - \theta)}{\cos(\theta) \cos^2(\beta) \cos(\delta + \beta + \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi') \sin(\varphi' - i - \theta)}{\cos(\delta + \beta + \theta) \cos(i - \beta)}} \right]^2}$$

dove:

- β è l'inclinazione del paramento del muro rispetto alla verticale;
- δ è l'angolo di attrito tra muro e terreno;
- i è l'inclinazione del piano campagna rispetto all'orizzontale;
- φ' è l'angolo d'attrito del terreno.
- θ tiene conto della presenza del sisma. Può assumere i valori ottenuti dalle Eqz. 28, 29 e 30 rispettivamente per terreno secco, impermeabile e permeabile.

$$\arctan\left(\frac{a_x}{1 - a_y}\right) \quad (28)$$

$$\arctan\left(\frac{\gamma_{dry}}{\gamma_{tot} - \gamma_w} \frac{a_x}{1 - a_y}\right) \quad (29)$$

$$\arctan\left(\frac{\gamma_{dry}}{\gamma_{dry} - \gamma_w} \frac{a_x}{1 - a_y}\right) \quad (30)$$

dove:

$\alpha_x = K_h$ (coefficiente sismico orizzontale)

$\alpha_y = K_v$ (coefficiente sismico verticale)

In definitiva, alla paratia si applica in fase sismica una sovraspinta data complessivamente dalla seguente espressione:

$$F_{eq} = \int (1 - a_v) \cos(\delta) \sigma'_v k_{ae} dH - \int \sigma'_v k_{a,Coulomb} dH$$

Per il coefficiente di spinta passiva in fase sismica "Kpe", la formulazione di M-O può sovrastimare la spinta passiva qualora venga considerato un angolo di scabrezza terreno-paratia $\delta > 0$.

Nel caso in esame, anche se $\delta=0$, per la valutazione di Kpe si farà riferimento alla formulazione di Lancellotta (2007) in grado di tener conto della non planarità della superficie di scorrimento ricavata applicando il teorema del limite inferiore dell'analisi limite:

$$K_{phe} = \cos \delta \cdot \frac{(\cos \delta + \sqrt{\sin^2 \varphi - \sin^2 \delta})}{\cos(\varepsilon - \theta) - \sqrt{\sin^2 \varphi - \sin^2(\varepsilon - \theta)}} \cdot e^{2 \cdot \psi \cdot \tan \varphi}$$

$$2 \cdot \psi = \arcsin\left(\frac{\sin \delta}{\sin \varphi}\right) + \arcsin\left[\frac{\sin(\varepsilon - \theta)}{\sin \varphi}\right] + \delta + (\varepsilon - \theta) + 2 \cdot \theta$$

$$\sigma'_{pe} = K_{phe} \cdot \cos \varepsilon \cdot \gamma \cdot \frac{(1 \pm k_v)}{\cos \theta} \cdot z = \lambda_{phe} \cdot \frac{(1 \pm k_v)}{\cos \theta} \cdot \gamma \cdot z$$

6.2.3 Coefficienti di attrito struttura-terreno

Il software di calcolo utilizzato non consente di differenziare il valore del coefficiente di attrito nelle varie fasi di calcolo. Pertanto è stato utilizzato, per la valutazione dei coefficienti di spinta, cautelativamente $\delta=0$ sia in fase statica che in fase sismica.

6.3 Effetti dell'Azione sismica su masse e carichi

Per la simulazione degli effetti dell'azione sismica si fa riferimento al metodo pseudostatico secondo quanto previsto dalla normativa vigente, applicando cioè alle masse ed ai carichi fissi e variabili eventualmente presenti, due azioni statiche equivalenti proporzionali al peso, ovvero all'intensità del carico secondo quanto di seguito indicato

$$F_h = k_h \times W \quad (\text{azione sismica orizzontale})$$

$$F_v = k_v \times W \quad (\text{azione sismica verticale})$$

con:

W : Peso della massa coinvolta / intensità del carico permanente o variabile

kh : coefficiente sismico orizzontale

kv : coefficiente sismico verticale

Per le opere di sostegno, i coefficienti sismici Kh e Kh sono in particolare definiti al punto 7.11.6.3.1 del Dm 14.01.08, risultando in particolare:

$$k_h \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{\max}$$

$$k_v = \pm 0,5 \times k_h$$

dove:

- g è l'accelerazione di gravità;
- $a_{\max} = S_s S_T a_g$ è l'accelerazione di picco attesa nel volume di terreno significativo per l'opera;
- a_g è l'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido;
- S_s e S_T coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica, ricavabili dalle specifiche tabelle di normativa che si seguito si riportano per chiarezza espositiva:

$$T=1.0$$

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

– β è un coefficiente funzione della capacità dell'opera di subire spostamenti (u_s) senza cadute di resistenza.

– α è un coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera, ricavabile dall' abaco riportato di seguito, in funzione dell'altezza complessiva dell'opera H e del tipo di sottosuolo.

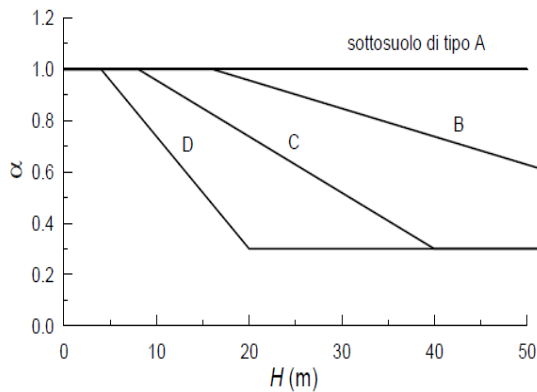


Figura 7.11.2 – Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità α

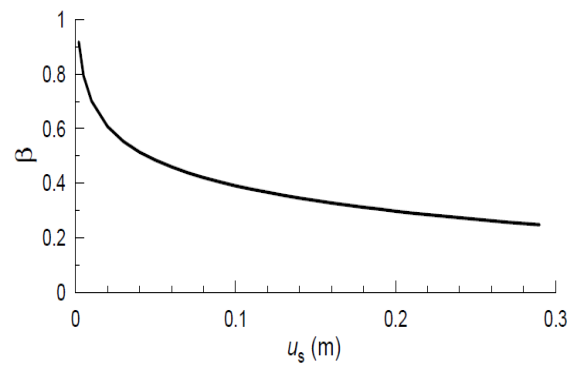


Figura 7.11.3 – Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento β .

Per il caso di calcolo in esame si è assunto:

PARAMETRI DI PERICOLOSITA' SISMICA					
Stato Limite di Riferimento : SLV		PONTE - BENEVENTO			
Pvr	0.10			Cat Suolo	C
VN	75.0			S _S =	1.184
cu	1.50			Cat Topogr.	T1
VR	112.5			S _T =	1.00
TR	1067.8				
a _g [m/s ²]	3.600	Accelerazione di Progetto SLV			
a _g / g	0.367				
Fo =	2.346				
Tc =	0.395			a _{max} [m/s ²] =	4.263
β	0.60	HP: Us=0.03 (m)			
SEZIONE	504b	505	506		
Hparatia [m]	18	20	24		
α	0.8	0.75	0.65		
In definitiva si ha:					
SEZIONE	504b	505	506		
Kh [--]	0.209	0.196	0.169	Kh : Coefficiente sismico orizzontale	
Kv [--]	0.104	0.098	0.085	Kv : Coefficiente sismico verticale	

Le sezioni di calcolo 504b, 505 e 506 sono definite al paragrafo 10.

6.4 Effetti dell'Azione sismica sulla falda

Normalmente gli effetti idrodinamici considerati per il calcolo delle paratie sono calcolati con il metodo di Westergaard (Westergaard, 1931) e sono applicate sempre come pressioni esterne. La pressione idrodinamica viene calcolata come in particolare come segue:

$$p_w = \frac{7}{8} a_x \gamma_w \sqrt{z_w H}$$

H è l'altezza del livello di falda rispetto a fondo scavo

z_w è la profondità del punto considerato dalla superficie libera della falda

Se l'acqua si trova al di sopra della superficie del terreno, le pressioni esterne idrodinamiche sono contenute all'interno dell'equazione sopra riportata. Nel caso si abbia una quota di falda al di sopra della quota di scavo le pressioni idrodinamiche sono incluse nel lato scavo, nella direzione dell'accelerazione orizzontale.

Dipendendo dalla permeabilità del terreno, l'acqua contenuta nel terreno stesso può muoversi indipendentemente o insieme allo scheletro solido; nello specifico si fa l'ipotesi di terreno impervio, condizione che corrisponde alla impossibilità dell'acqua di muoversi in maniera indipendente, per cui gli effetti idrodinamici sono trascurabili ed il cuneo di spinta viene valutato con un peso dato dal γ_{saturo} .

7. COMBINAZIONI DI CARICO

Ai fini della determinazione delle sollecitazioni di verifica, le azioni elementari descritte al precedente paragrafo, vanno combinate nei vari stati limite di verifica previsti (Esercizio, Stati limite Ultimo statico e Sismico) in accordo a quanto previsto al punto 2.5.3 delle NTC08, tenendo conto dell'approccio di Verifica Scelto; a tal fine, si riportano per maggiore chiarezza le espressioni generali dei criteri di combinazione delle azioni definiti al 2.5.3 delle DM 14.01.08 :

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

Ai fini della scelta dei coefficienti parziali da applicare alle azioni (γ), la norma definisce inoltre, per il caso specifiche delle paratie di sostegno (Prg 6.5.3.1.2), due possibili approcci progettuali ovvero:

Approccio 1:

Fase Statica: A1+M1+R1 (STR – Combinazione per le verifiche strutturali)

A2+M2+R1 (GEO – Combinazione per le verifiche geotecniche)

Fase Sismica: 1+M1+R1 (EQK-STR – Combinazione per le verifiche strutturali in fase sismica)

1+M2+R1 (EQK-GEO – Combinazione per le verifiche geotecniche in fase sismica)

Approccio 2:

Fase Statica: A1+M1+R3 (STR / GEO – Combinazione per le verifiche strutturali e geotecniche)

Fase Sismica: 1+M1+R3 (EQK- STR/GEO – Combinazione per le verifiche strutturali e geotecniche in fase sismica)

essendo:

A1/A2 : coefficienti amplificativi delle azioni

M1/M2 : coefficienti parziali sulle resistenze dei materiali e del terreno

R1/R2/R3 : Coefficienti di sicurezza minimo nei riguardi del generico Stato limite di Verifica.

Per il caso specifico delle **Paratie**, tali coefficienti sono definite nelle apposite tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.II che nel seguito si riportano per completezza espositiva:

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Q3}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Nella Tab. 2.6.I il significato dei simboli è il seguente:

- γ_{G1} coefficiente parziale del peso proprio della struttura, nonché del peso proprio del terreno e dell'acqua, quando pertinenti;
 γ_{G2} coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;
 γ_{Q1} coefficiente parziale delle azioni variabili.

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_{γ}	1,0	1,0

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO. 3° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO.					
	Paratia di Sostengo in DX dal km 41+657,36 - 41+757,85 - Relazione di calcolo Imbocchi	COMMESSA IF0H	LOTTO 32 D 11	CODIFICA CL	DOCUMENTO TR240 5001	REV. A

Tabella 6.5.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$

Nell'ambito delle Analisi di seguito esposte, si è fatto riferimento nella fattispecie all'**APPROCCIO 1**, andando ad esaminare tutti gli stati limite ritenuti significativi per il caso delle opere in progetto, secondo quanto specificato al già citato prg "6.5.3.1.2 Paratie" del DM 14.01.08, ovvero:

- SLU di tipo geotecnico (GEO) e di tipo idraulico (UPL e HYD)

- Stabilità Locale : collasso per rotazione intorno a un punto dell'opera;
- sfilamento di uno o più ancoraggi, con i criteri di cui al successivo paragrafo 8.2.

- SLU di tipo strutturale (STR)

- raggiungimento della resistenza in uno o più ancoraggi;
- raggiungimento della resistenza strutturale della paratia,

Nell'ambito degli stati limite Ultimi di tipo geotecnico, si è inoltre proceduto ad una verifica di stabilità globale dell'insieme terreno-opera; secondo i criteri di cui al successivo paragrafo 15.

Si è infine proceduto con una verifica nei riguardi degli Stati Limite di Esercizio (SLE), andando a controllare il tasso d lavoro dei materiali/fessurazione per le strutture in calcestruzzo, nonché ad una stima delle deformazioni dell'opera e dei cedimenti del piano limite a tergo.

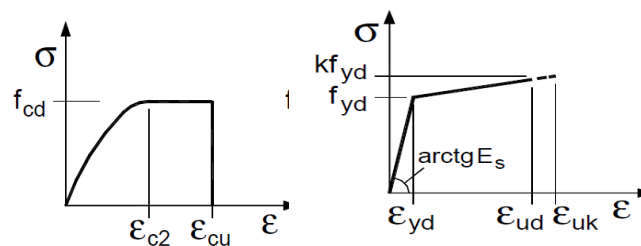
8. CRITERI GENERALI PER LE VERIFICHE STRUTTURALI

I criteri generali di verifica utilizzati per la valutazione delle capacità resistenti delle sezioni, per la condizione SLU, e per le massime tensioni nei materiali nonché per il controllo della fessurazione, relativamente agli SLE, sono quelli definiti al p.to 4.1.2 del DM 14.01.08.

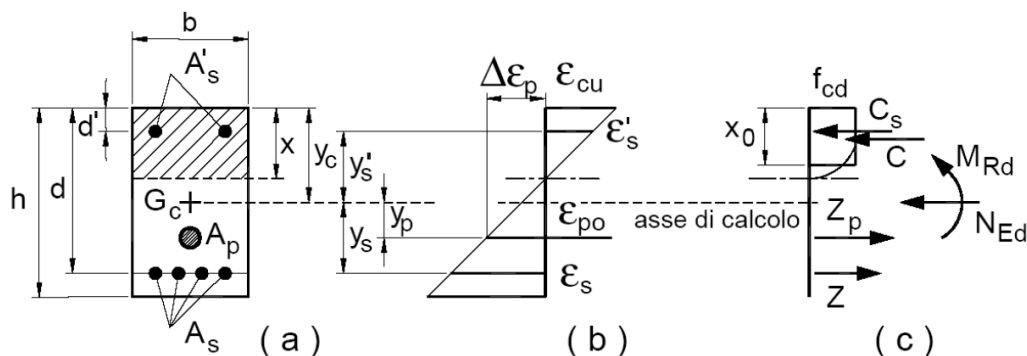
8.1 VERIFICHE ALLO SLU

8.1.1 Pressoflessione

La determinazione della capacità resistente a flessione/pressoflessione della generica sezione, viene effettuata con i criteri di cui al punto 4.1.2.1.2.4 delle NTC08, secondo quanto riportato schematicamente nelle figure seguito, tenendo conto dei valori delle resistenze e deformazioni di calcolo riportate al paragrafo dedicato alle caratteristiche dei materiali:



Legami costitutivi Calcestruzzo ed Acciaio -



Schema di riferimento per la valutazione della capacità resistente a pressoflessione generica sezione -

La verifica consisterà nel controllare il soddisfacimento della seguente condizione:

$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

dove

M_{Rd} è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a N_{Ed} ;

N_{Ed} è il valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale) dell'azione;

M_{Ed} è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione.

8.1.2 Taglio

La resistenza a taglio V_{Rd} della membratura priva di armatura specifica risulta pari a:

$$V_{Rd} = \left\{ 0.18 \cdot k \cdot \frac{(100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \cdot b_w d$$

Dove:

- $v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$;
- $k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$;
- $\rho_1 = A_{sw}/(b_w \cdot d)$
- d = altezza utile per piedritti soletta superiore ed inferiore;
- b_w = 1000 mm larghezza utile della sezione ai fini del taglio.

In presenza di armatura, invece, la resistenza a taglio V_{Rd} è il minimo tra la resistenza a taglio trazione V_{Rsd} e la resistenza a taglio compressione V_{Rcd}

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{(\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta)}{(1 + \text{ctg}^2 \theta)}$$

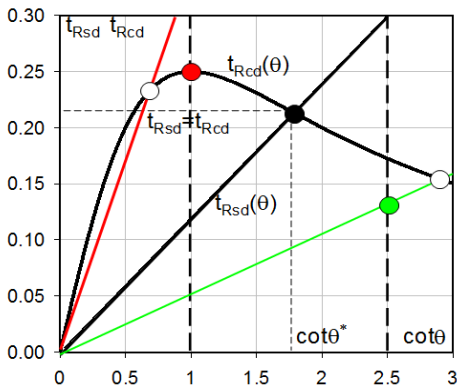
Essendo:

$$1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2,5$$

Per quanto riguarda in particolare le verifiche a taglio per elementi armati a taglio, si è fatto riferimento al metodo del traliccio ad inclinazione variabile, in accordo a quanto prescritto al punto 4.1.2.1.3 delle

NTC08, considerando ai fini delle verifiche, un angolo θ di inclinazione delle bielle compresse del traliccio resistente tale da rispettare la condizione.

$$1 \leq \cot \theta \leq 2,5 \quad 45^\circ \geq \theta \geq 21.8^\circ$$



- Se la $\cot \theta^*$ è compresa nell'intervallo (1,0-2,5) è possibile valutare il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rcd}=V_{Rsd})$
- Se la $\cot \theta^*$ è maggiore di 2,5 la crisi è da attribuirsi all'armatura trasversale e il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rsd})$ coincide con il massimo taglio sopportato dalle armature trasversali valutabile per una $\cot \theta = 2,5$.
- Se la $\cot \theta^*$ è minore di 1,0 la crisi è da attribuirsi alle bielle compresse e il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rcd})$ coincide con il massimo taglio sopportato dalle bielle di calcestruzzo valutabile per una $\cot \theta = 1,0$.

L'angolo effettivo di inclinazione

delle bielle (θ) assunto nelle verifiche è stato in particolare valutato, nell'ambito di un problema di verifica, tenendo conto di quanto di seguito indicato :

$$\cot \theta^* = \sqrt{\frac{v \cdot \alpha_c}{\omega_{sw}} - 1}$$

(θ^* angolo di inclinazione delle bielle cui corrisponde la crisi contemporanea di bielle compresse ed armature)

dove

$$v = f'_{cd} / f_{cd} = 0.5$$

f'_{cd} = resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

f_{cd} = resistenza a compressione di calcolo del calcestruzzo d'anima

α_c	coefficiente maggiorativo pari a	1	per membrature non compresse
		$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$
		1,25	per $0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$
		$2,5(1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$	per $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

ω_{sw} : Percentuale meccanica di armatura trasversale.

$$\omega_{sw} = \frac{A_{sw} f_{yd}}{b s f_{cd}}$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO. 3° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO.												
Paratia di Sostengo in DX dal km 41+657,36 - 41+757,85 - Relazione di calcolo Imbocchi	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF0H</td> <td>32 D 11</td> <td>CL</td> <td>TR240 5001</td> <td>A</td> <td>36 di 90</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF0H	32 D 11	CL	TR240 5001	A	36 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF0H	32 D 11	CL	TR240 5001	A	36 di 90								

8.2 VERIFICA SLE

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attesa, secondo quanto di seguito specificato

8.2.1 Verifiche alle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente" adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento " Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario RFI DTC INC PO SP IFS 001 A del 30-12-16 ", ovvero:

Strutture in c.a.

Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- per combinazione di carico caratteristica (rara): $0,55 f_{ck}$;
- per combinazioni di carico quasi permanente: $0,40 f_{ck}$;
- per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare $0,75 f_{yk}$.

	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO. 3° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO.					
	Paratia di Sostengo in DX dal km 41+657,36 - 41+757,85 - Relazione di calcolo Imbocchi	COMMESSA IF0H	LOTTO 32 D 11	CODIFICA CL	DOCUMENTO TR240 5001	REV. A

8.2.2 Verifiche a fessurazione

La verifica a fessurazione consiste nel controllo dell'ampiezza massima delle fessure per le combinazioni di carico di esercizio i cui valori limite sono stabiliti, nell'ambito del progetto di opere ferroviarie, nel documento RFI DTC SICS MA IFS 001 A – 2.5.1.8.3.2.4 (*Manuale di progettazione delle opere civili del 30/12/2016*).

In particolare l'apertura convenzionale delle fessure δ_f dovrà rispettare i seguenti limiti:

- $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$ per tutte le strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive (così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008 – Tab 4.1.III), per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
- $\delta_f \leq w_2 = 0.3 \text{ mm}$ per strutture in condizioni ambientali ordinarie.

Tabella 4.1.III – *Descrizione delle condizioni ambientali*

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Tabella 4.1.III – DM 14.01.2008

In definitiva, nel caso in esame, con riferimento alle indicazioni della tabella di cui in precedenza, si adotta il limite **w1=0,20 mm** sia per le parti in elevazione che per quelle in fondazione, in quanto in entrambi i casi trattasi di strutture a permanente contatto col terreno.

9. VERIFICHE GEOTECNICHE DI STABILITA' LOCALE

Con riferimento alle verifiche geotecniche di Stabilità locale delle opere di sostegno in progetto, il coefficiente di sicurezza nei riguardi di un'eventuale moto rigido dell'opera viene espresso nelle analisi effettuate, in termini di "lunghezza di infissione" della paratia, secondo quanto di seguito esposto:

FS Infissione (Equilibrio Limite): Coefficiente di Sicurezza desunto dall'analisi all'equilibrio limite

$$FS = \frac{\text{Lunghezza di infissione della paratia}}{\text{Max. lunghezza di infissione richiesta}} \quad (11)$$

dove per massima infissione richiesta si intende la lunghezza maggiore calcolata imponendo $FS = 1$ nelle 2 equazioni seguenti:

1) FS alla traslazione:

$$FS = \frac{\text{Risultante delle forze resistenti}}{\text{Risultante delle forze instabilizzanti}}$$

2) FS alla rotazione:

$$FS = \frac{\text{Momento della risultante delle forze resistenti}}{\text{Momento della risultante delle forze instabilizzanti}}$$

Ulteriori indicatori di riferimento per le verifiche SLU GEO, rappresentativi dell'impegno delle resistenza del terreno nei riguardi della stabilità locale, sono i seguenti:

Passiva/Vera: Rapporto tra la spinta passiva disponibile e quella effettivamente mobilitata a valle.

Vera/Attiva: Rapporto tra la Spinta di monte e la Spinta Attiva; un valore unitario di tale coefficiente, è rappresentativo del fatto che la paratia ha subito deformazioni tali che la spinta di monte si è ridotta fino al valore di spinta attiva, mentre valori superiori all'unità indicano una condizione di spinta a monte intermedia tra le condizioni a riposo e quelle di stato limite attivo

I risultati ottenuti sono riportati in dettaglio nei paragrafi specifici dedicati ai vari casi di calcolo esaminanti, oltre che nei tabulati relativi di calcolo.

10. CONFIGURAZIONE DELLE OPERE E MODELLI DI CALCOLO

Nel seguito del presente paragrafo, si riporta una descrizione dei modelli di calcolo analizzati al fine di tener conto delle diverse situazioni geometriche previste lungo l'intero sviluppo della paratia.

In particolare, sono state analizzate 3 sezioni di calcolo aventi le caratteristiche riportate nel seguito:

DATI DI PROGETTO PARATIE				
1) Cordolo di testa				
B(m)	H(m)	CLS		
1.4	1	C25/30		
2) Diaframma				
Sezione di calcolo	L [m]	s [m]	H_{scavo max} [m]	H_{finale} [m]
504b	17	1.2	6.8	5.3
505	19	1.2	7.3	5.8
506	23	1.2	8.5	7.5
H_{scavo max} : Altezza di scavo provvisoria				
H_{finale} : Altezza di scavo finale (dopo la sistemazione del fondo scavo)				
L : Lunghezza di perforazione (lunghezza setto da intradosso cordolo)				
s : spessore setto				
Nota: Le altezze di scavo sono valutate da testa cordolo				

Figura 6 – Dati Geometrici Sezioni di calcolo

L'altezza finale di scavo, utilizzata per condurre l'analisi sismica, tiene conto della sistemazione definitiva del fondo scavo.

In particolare, per la sezione 506 è stato assunto uno spessore della sistemazione convenzionale pari ad 1,0m. Mentre per le sezioni 504b e 505 si è tenuto conto della presenza dei marciapiedi della

stazione assumendo cautelativamente una quota di rialzo rispetto allo scavo massimo di circa 1,50m corrispondente all'incirca alla distanza tra la quota di fondo scavo provvisoria e il piano ferro.

Figura 7 – Sezione di calcolo 504b

SEZIONE N. : 505

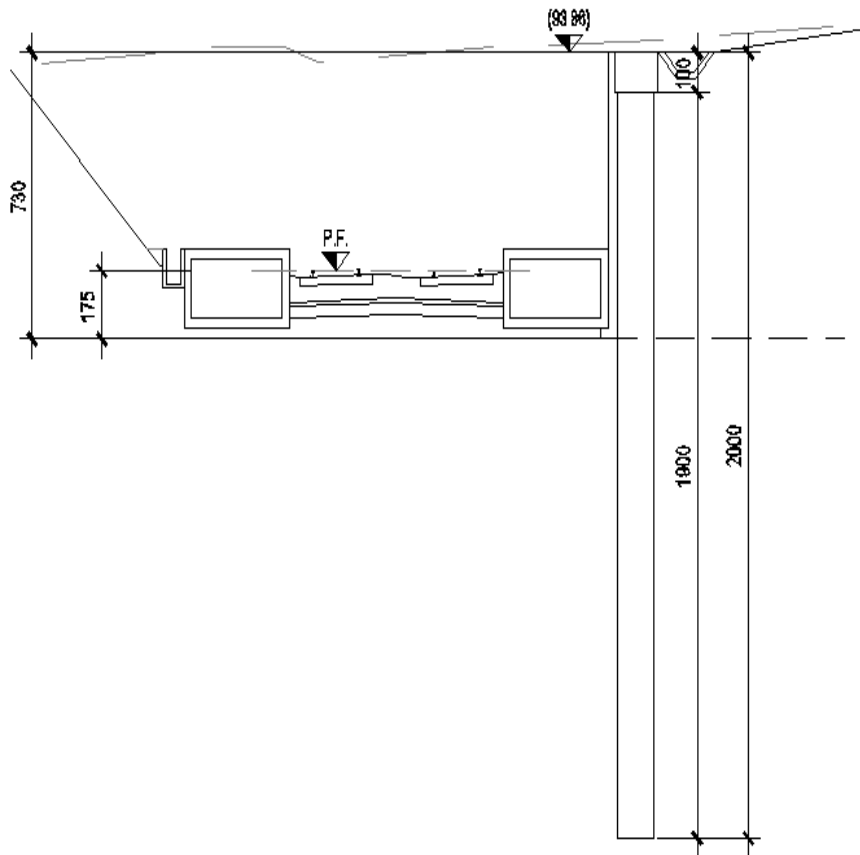


Figura 8 – Sezione di calcolo 505

SEZIONE N. : 506

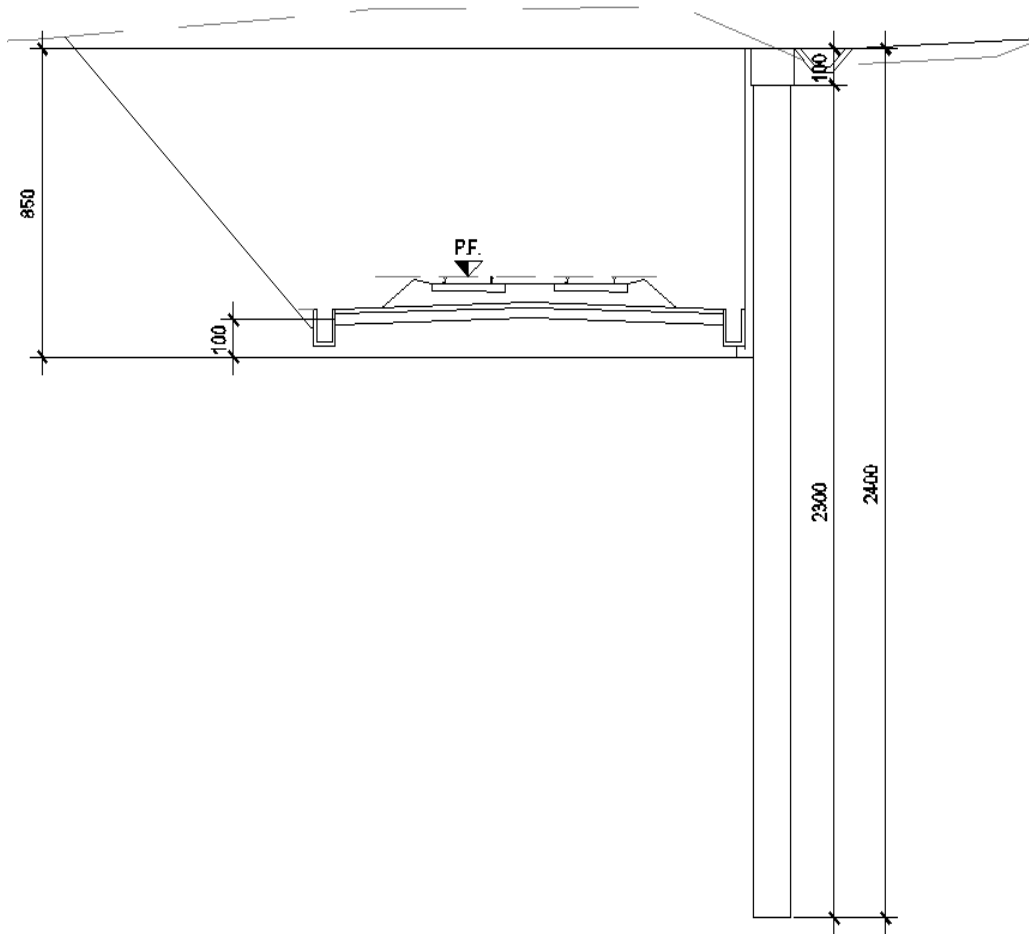


Figura 9 – Sezione di calcolo 506

Nei paragrafi successivi si riportano tutti i dettagli delle Analisi e Verifiche effettuate, per ciascuno dei casi di calcolo di cui in precedenza, mediante ausilio di software di calcolo specifici di cui al successivo paragrafo sono riportati gli estremi.

11. ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

Nella redazione del presente documento sono stati utilizzati i seguenti programmi di calcolo:

- “PARATIE Plus ” (analisi sollecitazioni e deformazioni di paratie in condizioni piane metodo elasto-plastico) – prodotta della HarpaCeas s.r.l. di Milano, n° Licenza 1402 intestata a PROGIN SPA - CENTRO DIREZIONALE DI NAPOLI ISOLA F4 - 80143 NAPOLI.)
- “PresFle+ ver 5.15” (Verifiche di sezioni in cemento armato, prodotto e distribuito dalla Concrete srl, identificato nello specifico licenza n° 4552054 intestata a PROGIN SPA - CENTRO DIREZIONALE DI NAPOLI ISOLA F4 - 80143 NAPOLI.)

	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO. 3° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO.					
Paratia di Sostengo in DX dal km 41+657,36 - 41+757,85 - Relazione di calcolo Imbocchi	COMMESSA IF0H	LOTTO 32 D 11	CODIFICA CL	DOCUMENTO TR240 5001	REV. A	FOGLIO 44 di 90

12. SEZIONE 504B : RISULTATI ANALISI E FASI DI CALCOLO

Nel seguito del presente paragrafo, si espone una sintesi dei risultati delle Analisi con riferimento alle sezioni di calcolo definite ai paragrafi precedenti.

12.1 Criteri di Analisi e Fasi di Calcolo

Le analisi eseguite sono di tipo sequenziale, riproducendo in successione tutte le principali fasi operative previste per la realizzazione dell'opera. Quindi, il termine di ciascuna analisi rappresenta la condizione iniziale per la fase successiva.

Di seguito si riportano le fasi di calcolo che sono state analizzate in successione, nell'ambito delle analisi effettuate:

La quota di zero è posta a estradosso cordolo paratia (coincidente all'incirca al P.C. locale).

- Step 0.** Esecuzione diaframma $s=1200$ mm ed inizializzazione geostatica.
- Step 1.** Esecuzione scavo fino a quota H_{max} ed applicazione carico variabile uniforme di 10kPa a monte della paratia.
- Step 2.** Sistemazione finale.
- Step 3.** Attivazione sisma.

Per ciò che concerne tutti i dati di input, risultati in termini di stabilità e sollecitazioni di calcolo, si rimanda a quanto riportato in dettaglio nelle specifiche sezioni dell'allegato A del presente documento.

Di seguito si riportano le immagini relative alle fasi di calcolo:

Paratia di Sostegno in DX dal km 41+657,36 -
41+757,85 - Relazione di calcolo Imbocchi

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	32 D 11	CL	TR240 5001	A	45 di 90

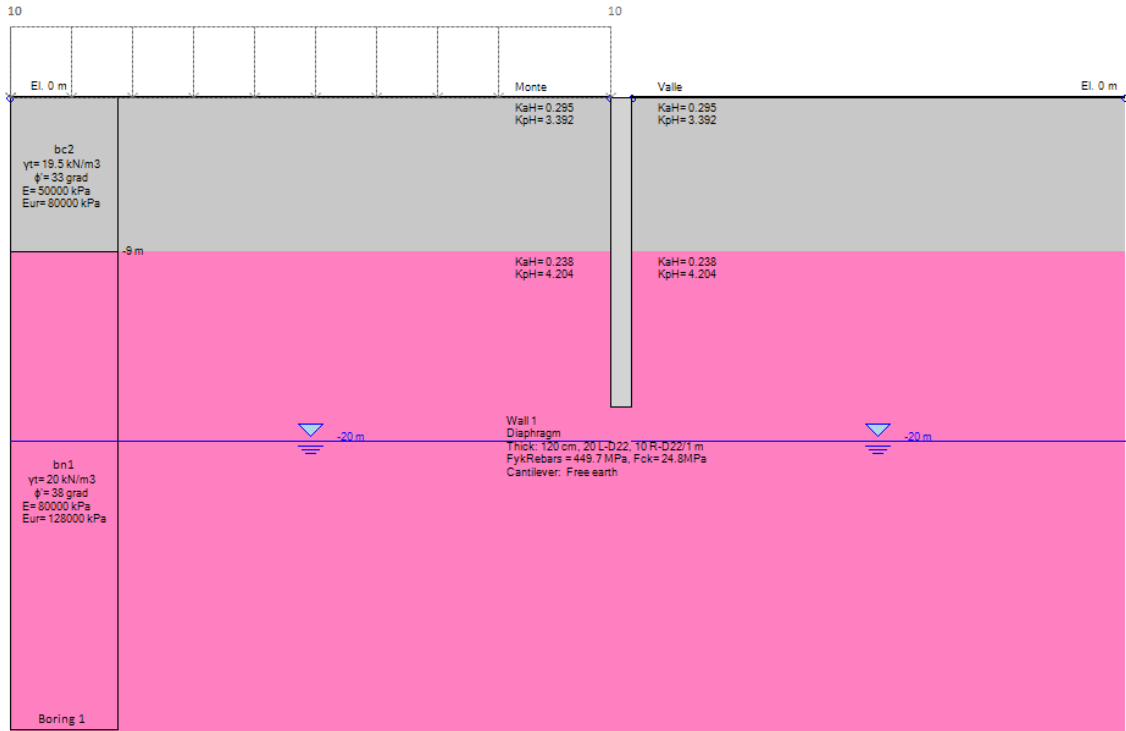


Figura 10 – Esecuzione diaframma $s=1200 \text{ mm}$ ed inizializzazione geostatica (step 0)

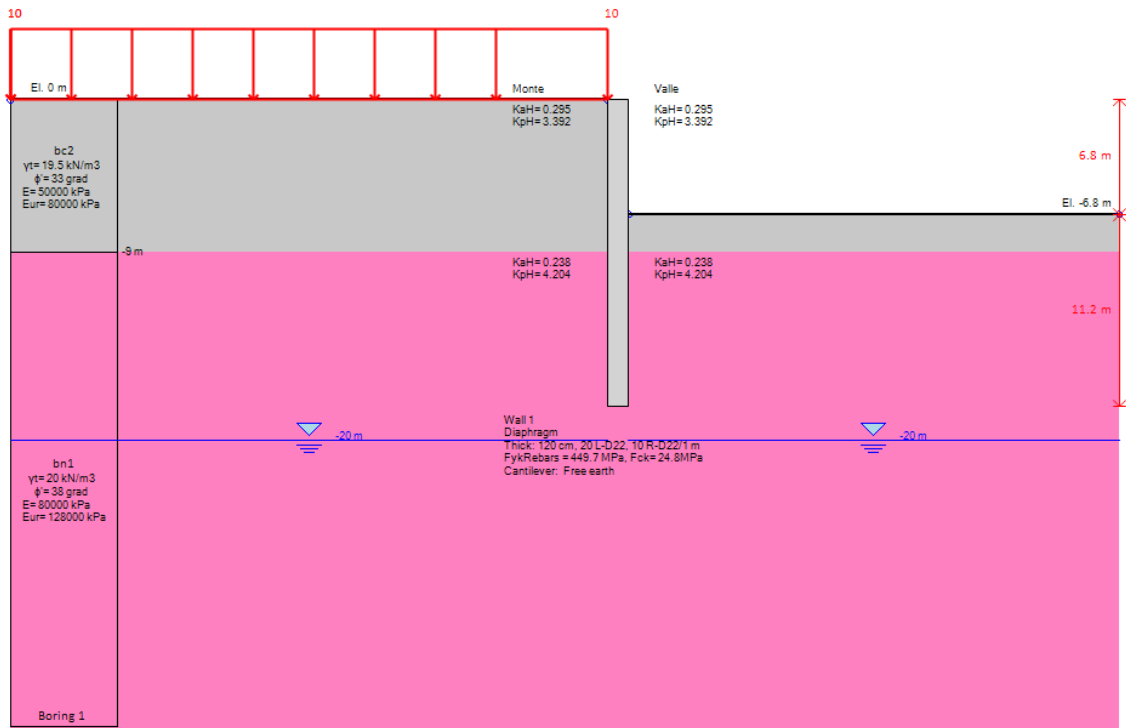


Figura 11 – Esecuzione scavo H_{max} (step 1)

Paratia di Sostegno in DX dal km 41+657,36 -
41+757,85 - Relazione di calcolo Imbocchi

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	32 D 11	CL	TR240 5001	A	46 di 90

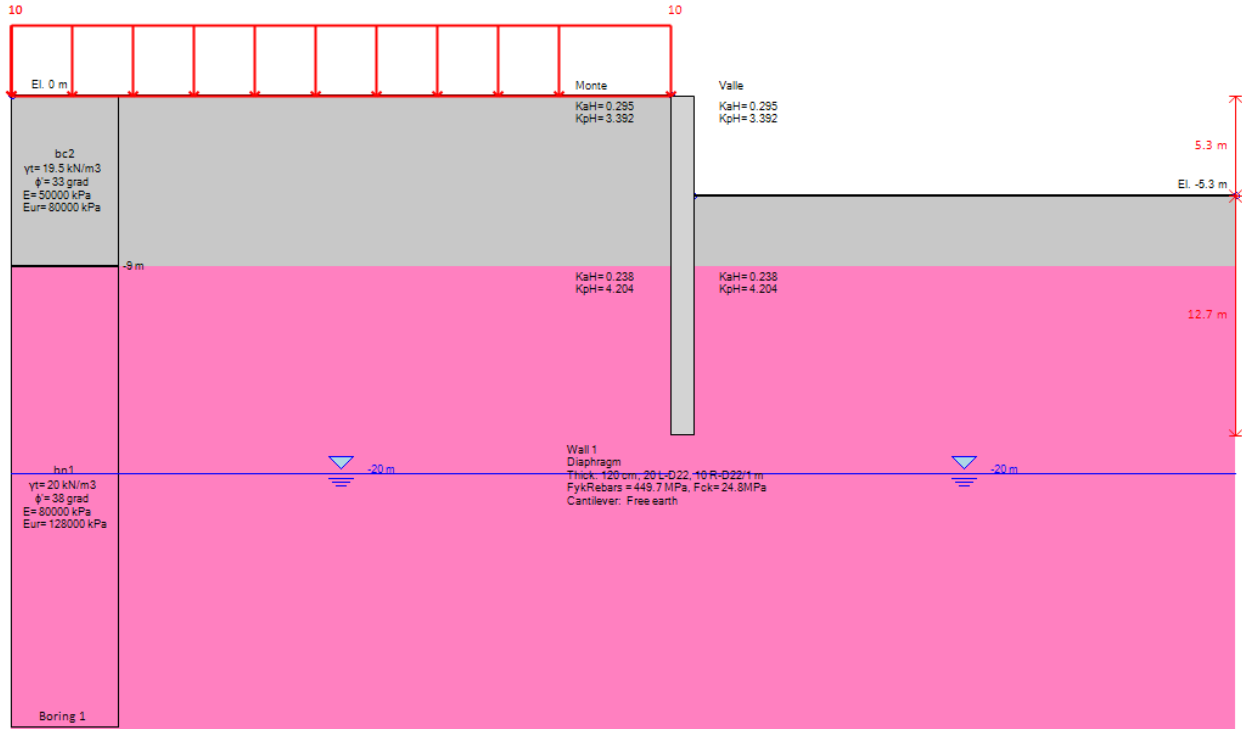


Figura 12 – Sistemazione finale (step 2)

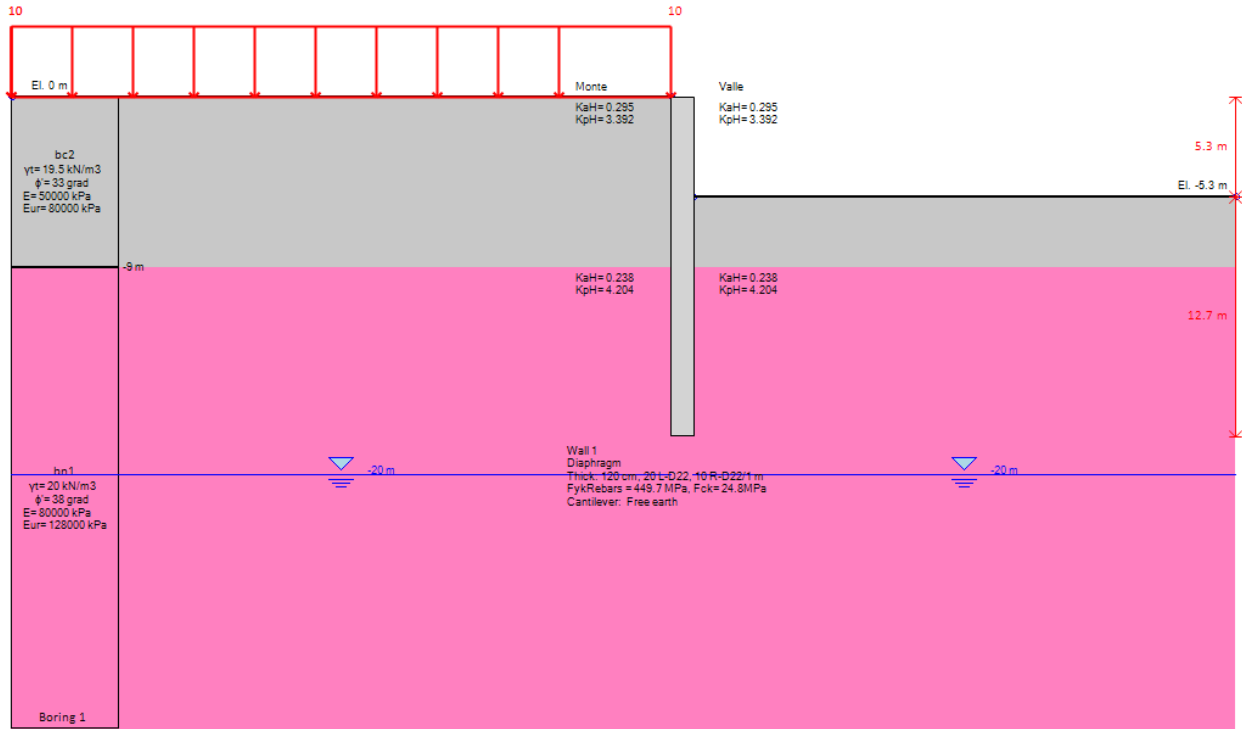


Figura 13 – Attivazione sisma (step 3)

12.2 Sollecitazioni, Sforzi e Deformazioni

Nel seguito del presente paragrafo sono riportati, in forma grafica, i risultati delle Sollecitazioni e degli Sforzi di riferimento per la Verifica dei Pali, e cordoli delle paratie, con riferimento alle Combinazioni di Carico che, secondo le prescrizioni normative, vanno considerate per i vari casi; nello specifico, i grafici fanno riferimento alle seguenti combinazioni:

A1-M1-R1(statica e sismica): Verifica strutturale dei Pali, Tiranti e travi di Contrasto in Fase Statica

SLE: Deformazioni massime della paratia, cedimenti piano limite, Carico di esercizio nei Tiranti, Verifiche tensionali e di fessurazione

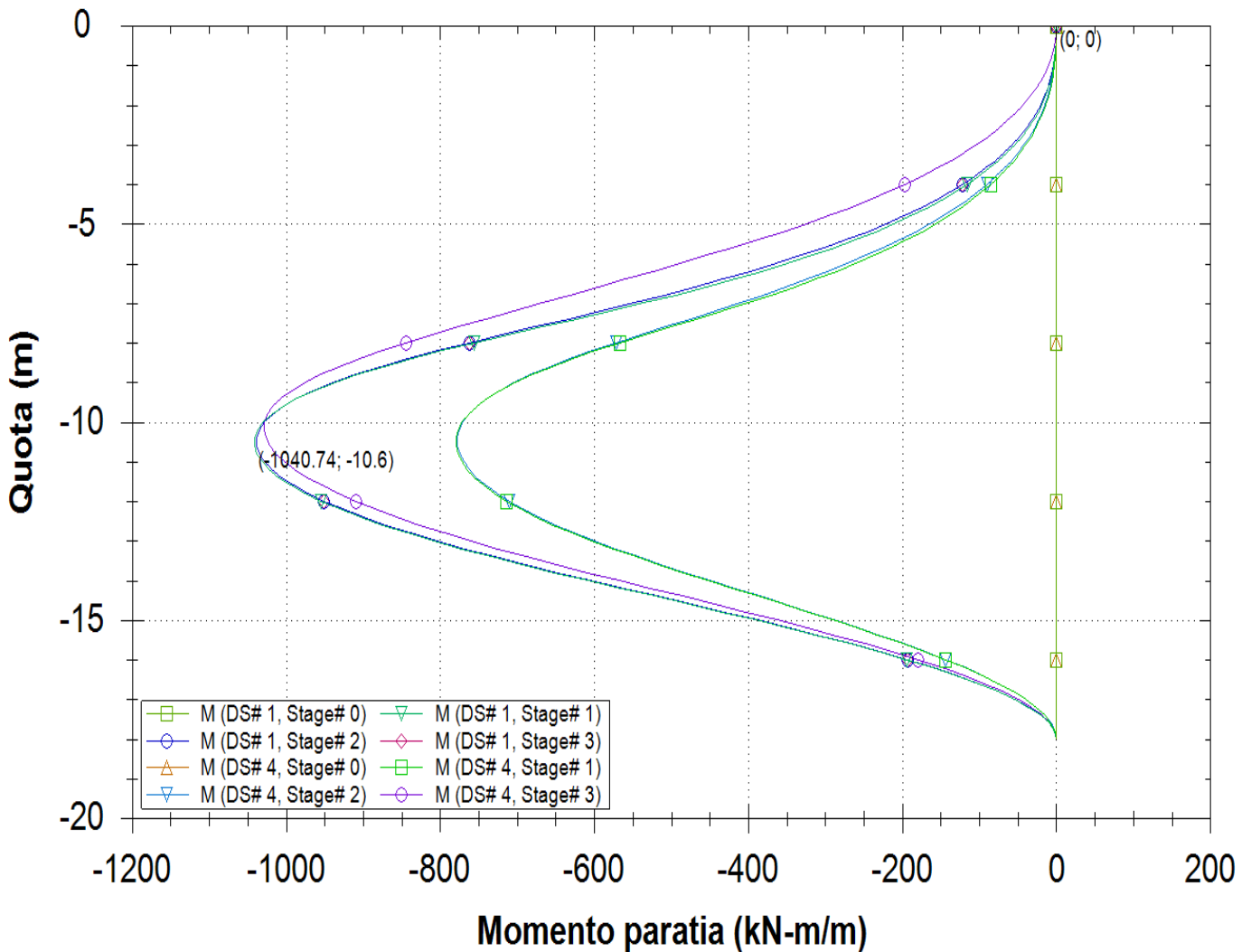


Figura 14 – A1-M1-R1(Statica "DS#1" e Sismica "DS#4") – Momento Flettente

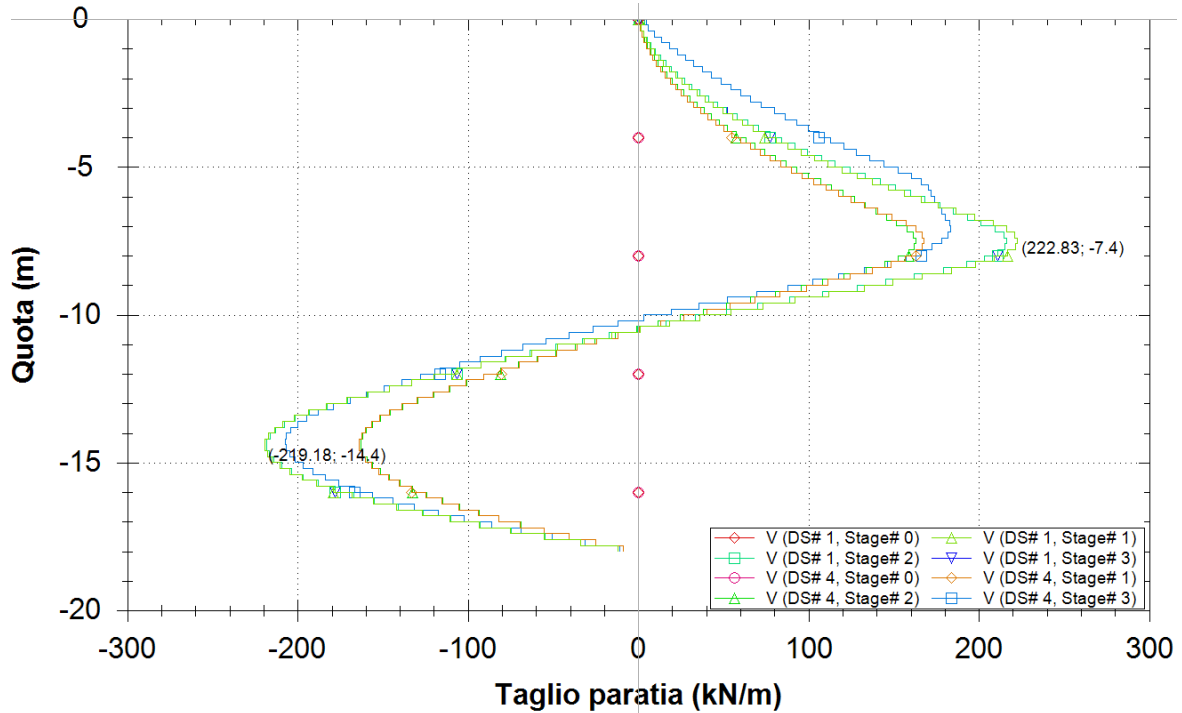


Figura 15 – A1-M1-R1(Statica "DS#1" e Sismica "DS#4") – Taglio

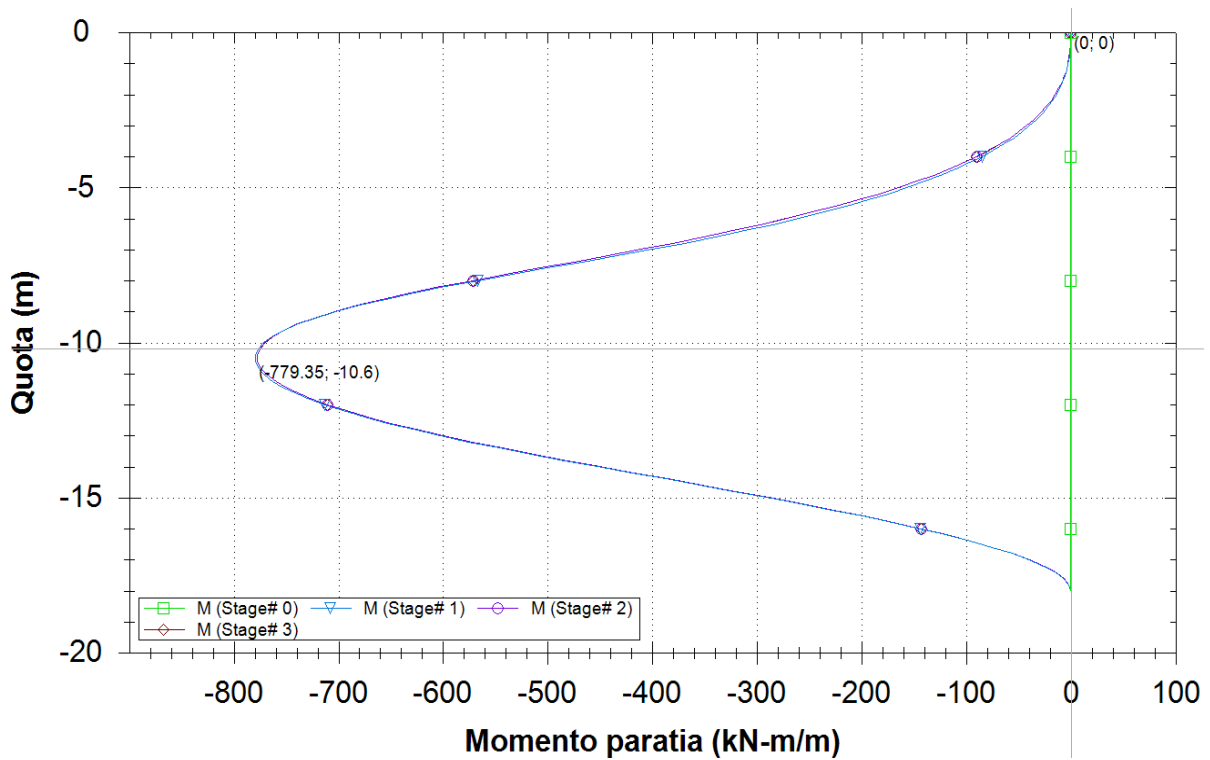


Figura 16 – SLE – Momento Flettente

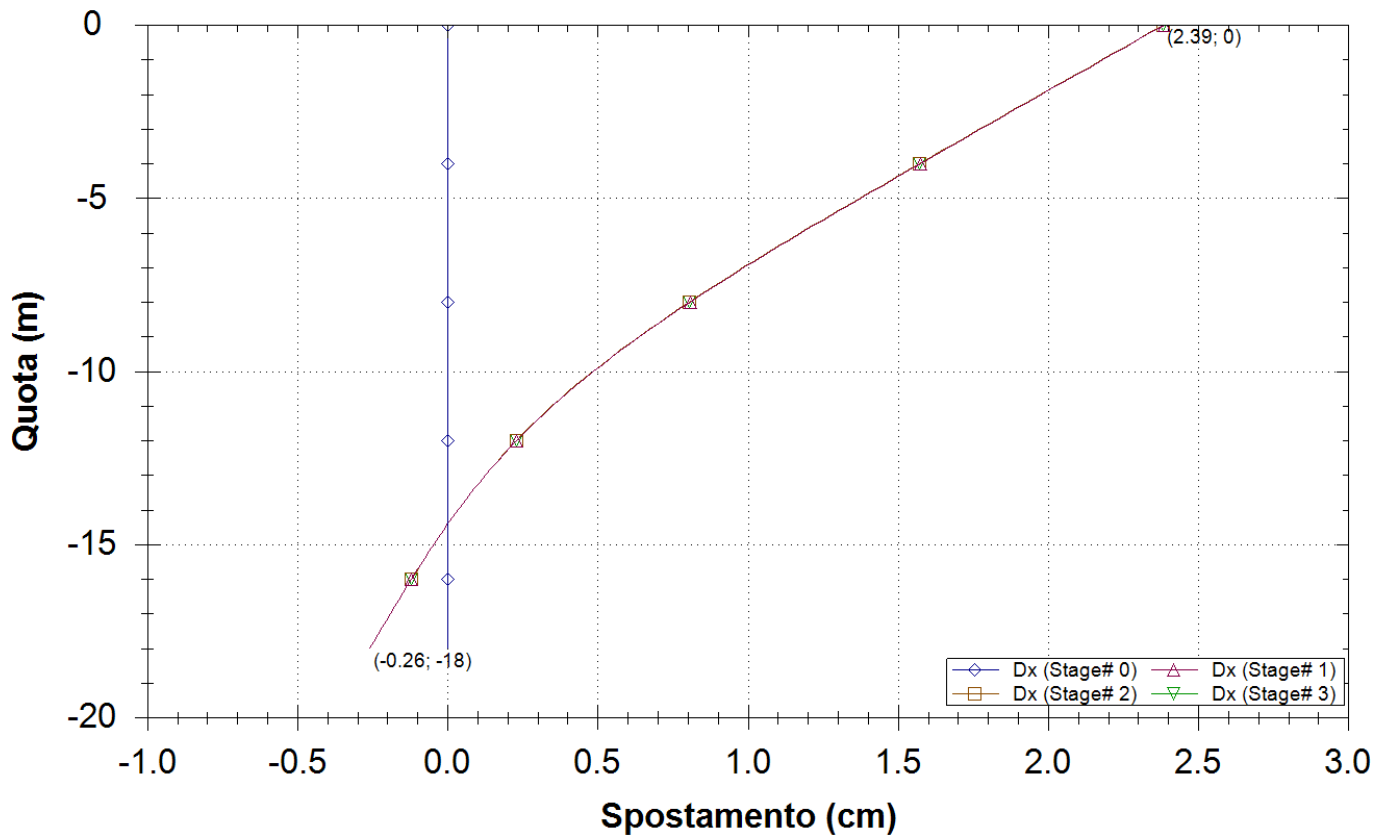


Figura 17 – SLE - Deformazioni Fase per Fase

12.3 SINTESI RISULTATI

Nella tabella seguente si riportano i risultati maggiormente significativi per la sezione analizzata:

SEZ. 504b	Spostamento X paratia (cm)	Cedimenti Z terreno (cm)	Momento paratia (kN-m)	Taglio paratia (kN)	FS passiva (eq. limite)	FS rotazione (eq. limite)	FS infissione (eq. limite)	Passiva/Ver a (analisi NL)	Vera/Attiva (analisi NL)
Base model	3.05	2.21	1028.7	207.42	6.063	3.458	2.074	4.348	1.338
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	2.48	1.86	1040.74	222.83	4.624	2.626	1.806	4.528	1.335
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	4.85	3.9	1175	255.6	3.614	2.066	1.6	3.077	1.182
0: DM08_ITA: EQK - GEO	5.2	4.05	1360.4	282.3	3.675	2.116	1.6	2.917	1.18
0: DM08_ITA: EQK - STR	3.05	2.21	1028.7	207.42	6.063	3.458	2.074	4.348	1.338
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	2.39	1.78	779.35	168.01	6.063	3.458	2.074	4.556	1.338

12.4 VERIFICA STRUTTURALE DIAFRAMMI

Nel seguito si riportano i risultati delle verifiche strutturali dei diaframmi $s=1200\text{mm}$ con riferimento alle massime sollecitazioni ricavate dalle analisi effettuate i cui risultati sono esposti nelle specifiche sezioni dell'Allegato A, cui si rimanda per i dettagli.

Le verifiche fanno riferimento in particolare alle sezioni maggiormente sollecitate, in corrispondenza delle quali è stata definita l'armatura massima dell'elemento, prevedendo, ove ritenuto opportuno, una riduzione della stessa lungo l'altezza del diaframma in ragione dell'andamento delle sollecitazioni desumibile.

Geometria sezione paratia

tipo: Diaframma
 H= 1.2 m altezza sezione paratia
 B= 1 m Base sezione paratia

Armatura

Interna 10 ϕ 20
 Esterna 10 ϕ 20
 staffe 2 ϕ 10/20

VERIFICHE SLU				
N	Mmax	Vmax	C.S. (TRd/ TEd)	C.S. (MRd, NRd)
[kN]	[kN]	[kN]	[-]	[-]
-143	1040.74	222.83	3.51	1.36

VERIFICHE SLE				
N	Mmax	σ_{min}	σ_{max}	wk
[kN]	[kN]	MPa	MPa	mm
-143	779.35	-4.6	213.5	0.127

Dove:

N= Sforzo normale agente in corrispondenza della sezione di momento massimo.

Ai fini delle verifiche agli stati limite di esercizio si è provveduto a verificare che le tensioni massime nel calcestruzzo e nell'acciaio siano inferiori ai valori massimi pari rispettivamente a 14,9 Mpa (per calcestruzzo di classe C25/30 combinazioni rare) e di 360 Mpa (per acciaio B 450 C), nonché di verificare che l'apertura delle fessure sia inferiore al valore limite di $w_3=0,2\text{mm}$ (Classe di esposizione XC2 ed armature poco sensibili)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO. 3° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO.												
Paratia di Sostengo in DX dal km 41+657,36 - 41+757,85 - Relazione di calcolo Imbocchi	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF0H</td> <td>32 D 11</td> <td>CL</td> <td>TR240 5001</td> <td>A</td> <td>51 di 90</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF0H	32 D 11	CL	TR240 5001	A	51 di 90
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF0H	32 D 11	CL	TR240 5001	A	51 di 90								

13. SEZIONE 505 : RISULTATI ANALISI E FASI DI CALCOLO

Nel seguito del presente paragrafo, si espone una sintesi dei risultati delle Analisi con riferimento alle sezioni di calcolo definite ai paragrafi precedenti.

13.1 Criteri di Analisi e Fasi di Calcolo

Le analisi eseguite sono di tipo sequenziale, riproducendo in successione tutte le principali fasi operative previste per la realizzazione dell'opera. Quindi, il termine di ciascuna analisi rappresenta la condizione iniziale per la fase successiva.

Di seguito si riportano le fasi di calcolo che sono state analizzate in successione, nell'ambito delle analisi effettuate:

La quota di zero è posta a estradosso cordolo paratia (coincidente all'incirca al P.C. locale).

- Step 0.** Esecuzione diaframma $s=1200$ mm ed inizializzazione geostatica.
- Step 1.** Esecuzione scavo fino a quota H_{max} ed applicazione carico variabile uniforme di 10kPa a monte della paratia.
- Step 2.** Sistemazione finale.
- Step 3.** Attivazione sisma.

Per ciò che concerne tutti i dati di input, risultati in termini di stabilità e sollecitazioni di calcolo, si rimanda a quanto riportato in dettaglio nelle specifiche sezioni dell'allegato A del presente documento.

Di seguito si riportano le immagini relative alle fasi di calcolo:

Paratia di Sostengo in DX dal km 41+657,36 -
41+757,85 - Relazione di calcolo Imbocchi

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	32 D 11	CL	TR240 5001	A	52 di 90

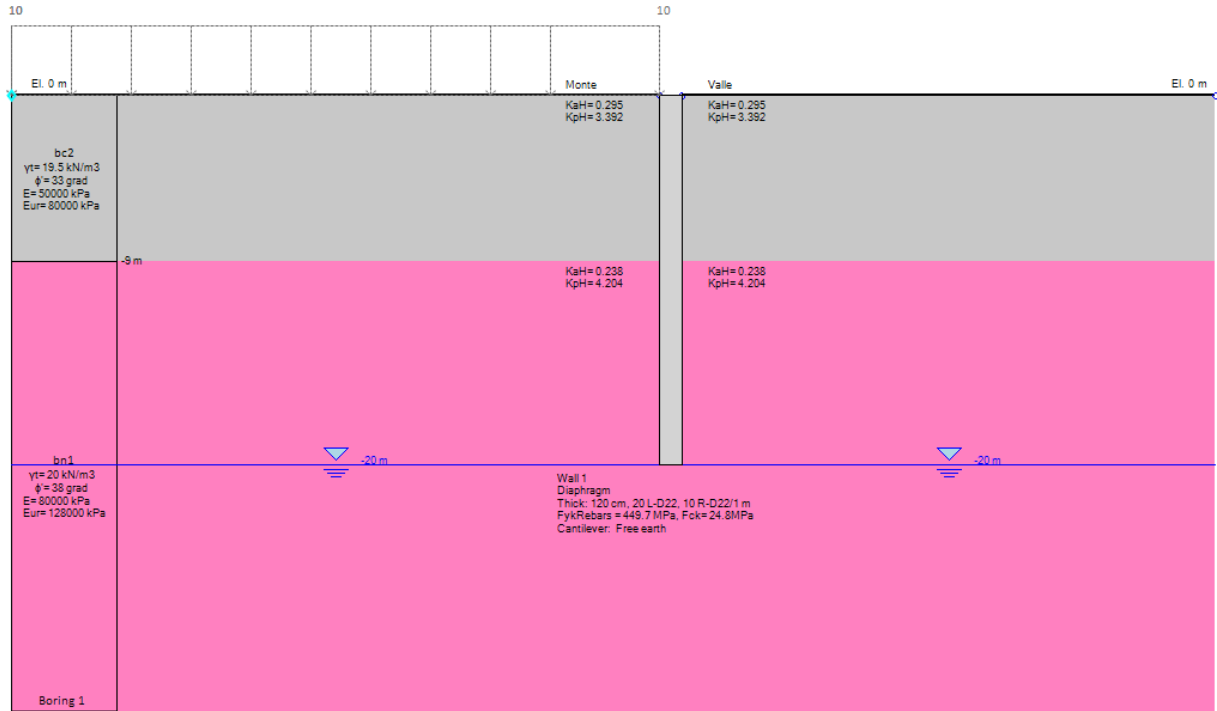


Figura 18 – Esecuzione diaframma $s=1200 \text{ mm}$ ed inizializzazione geostatica (step 0)

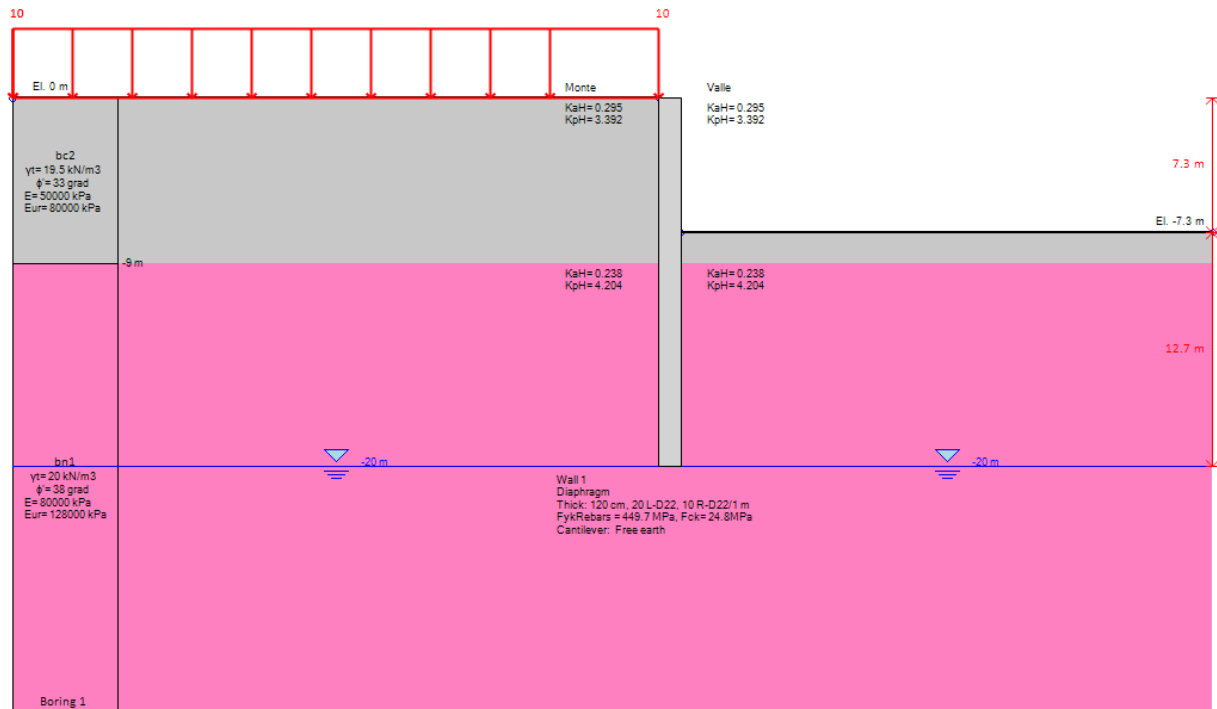


Figura 19 – Esecuzione scavo H_{max} (step 1)

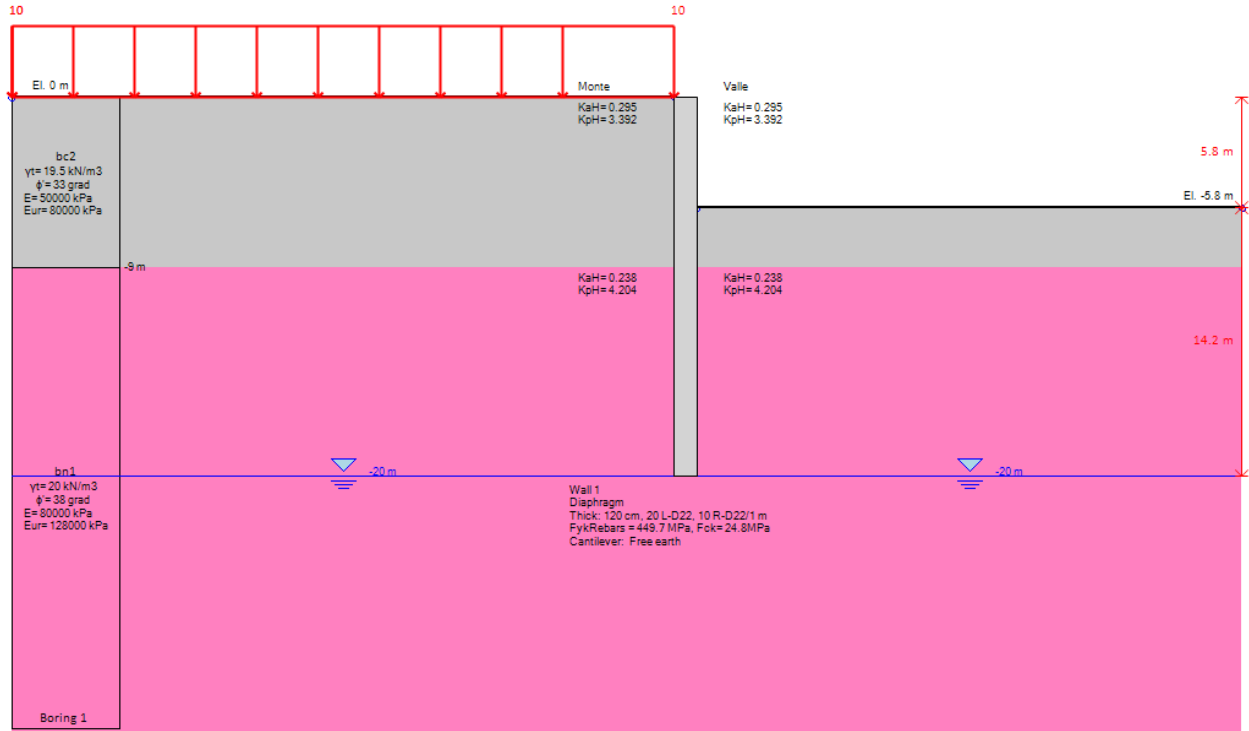


Figura 20 – Sistemazione finale (step 2)

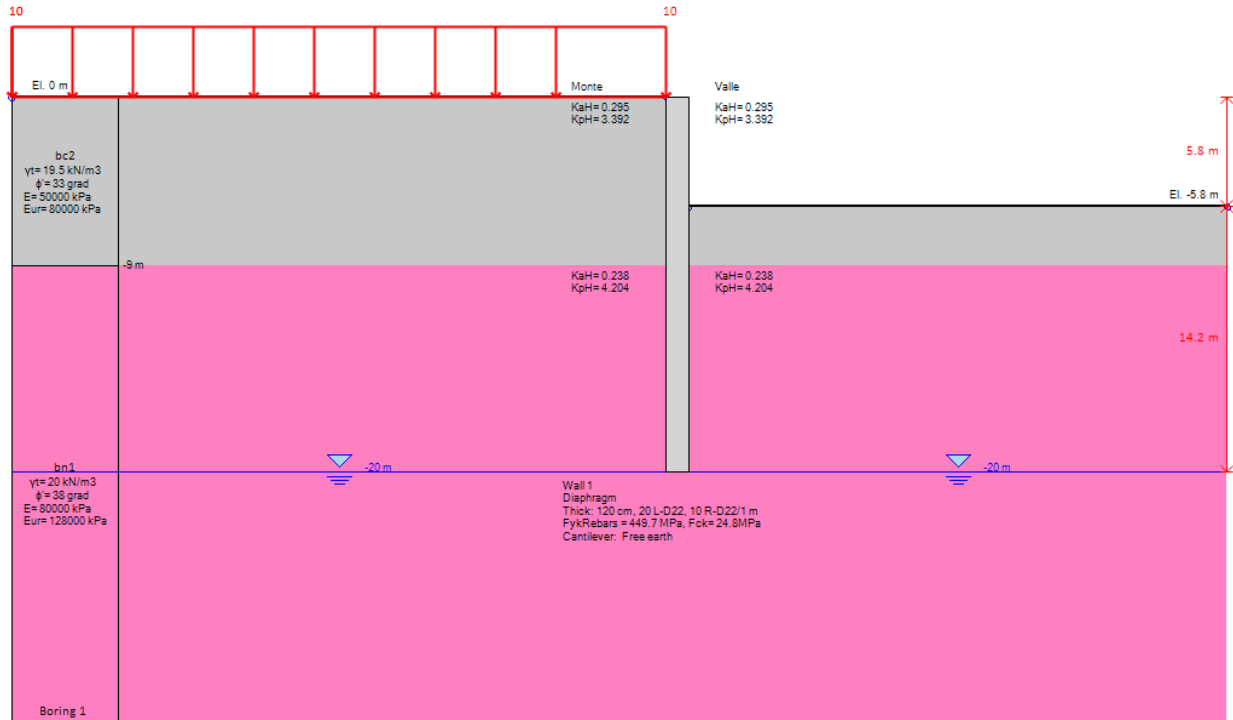


Figura 21 – Attivazione sisma (step 3)

13.2 Sollecitazioni, Sforzi e Deformazioni

Nel seguito del presente paragrafo sono riportati, in forma grafica, i risultati delle Sollecitazioni e degli Sforzi di riferimento per la Verifica dei Pali, e cordoli delle paratie, con riferimento alle Combinazioni di Carico che, secondo le prescrizioni normative, vanno considerate per i vari casi; nello specifico, i grafici fanno riferimento alle seguenti combinazioni:

A1-M1-R1(statica e sismica): Verifica strutturale dei Pali, Tiranti e travi di Contrasto in Fase Statica

SLE: Deformazioni massime della paratia, cedimenti piano limite, Carico di esercizio nei Tiranti, Verifiche tensionali e di fessurazione

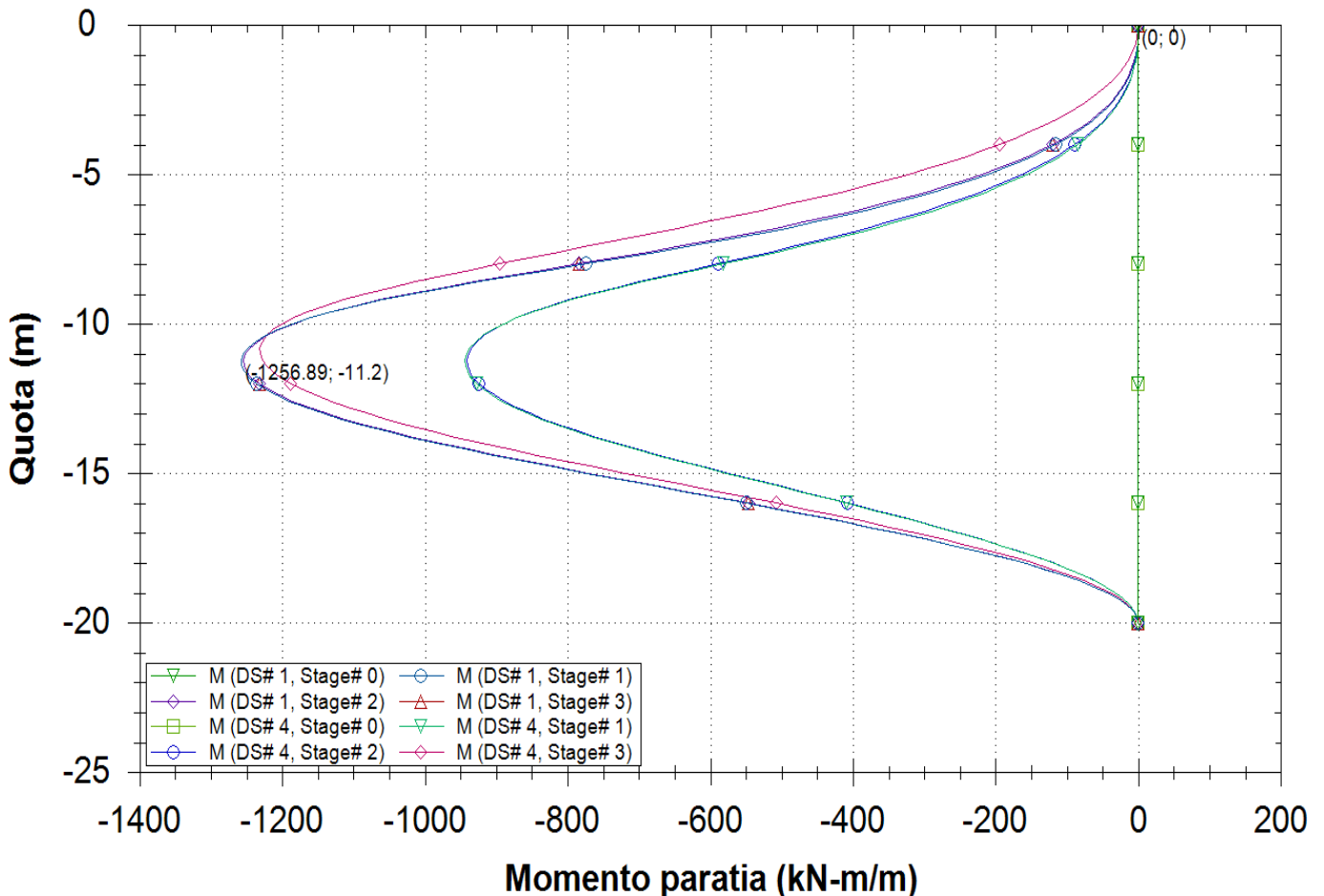


Figura 22 – A1-M1-R1(Statica "DS#1" e Sismica "DS#4") – Momento Flettente

Paratia di Sostengo in DX dal km 41+657,36 -
41+757,85 - Relazione di calcolo Imbocchi

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	32 D 11	CL	TR240 5001	A	55 di 90

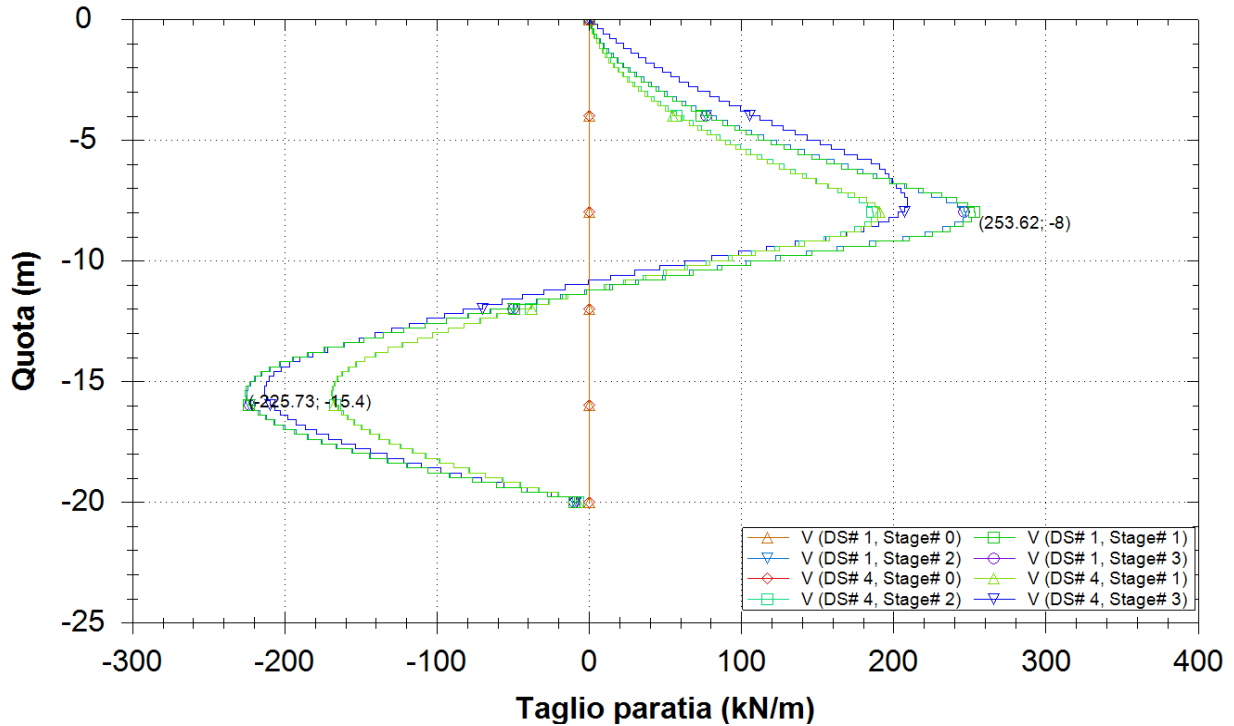


Figura 23 – A1-M1-R1(Statica "DS#1" e Sismica "DS#4") – Taglio

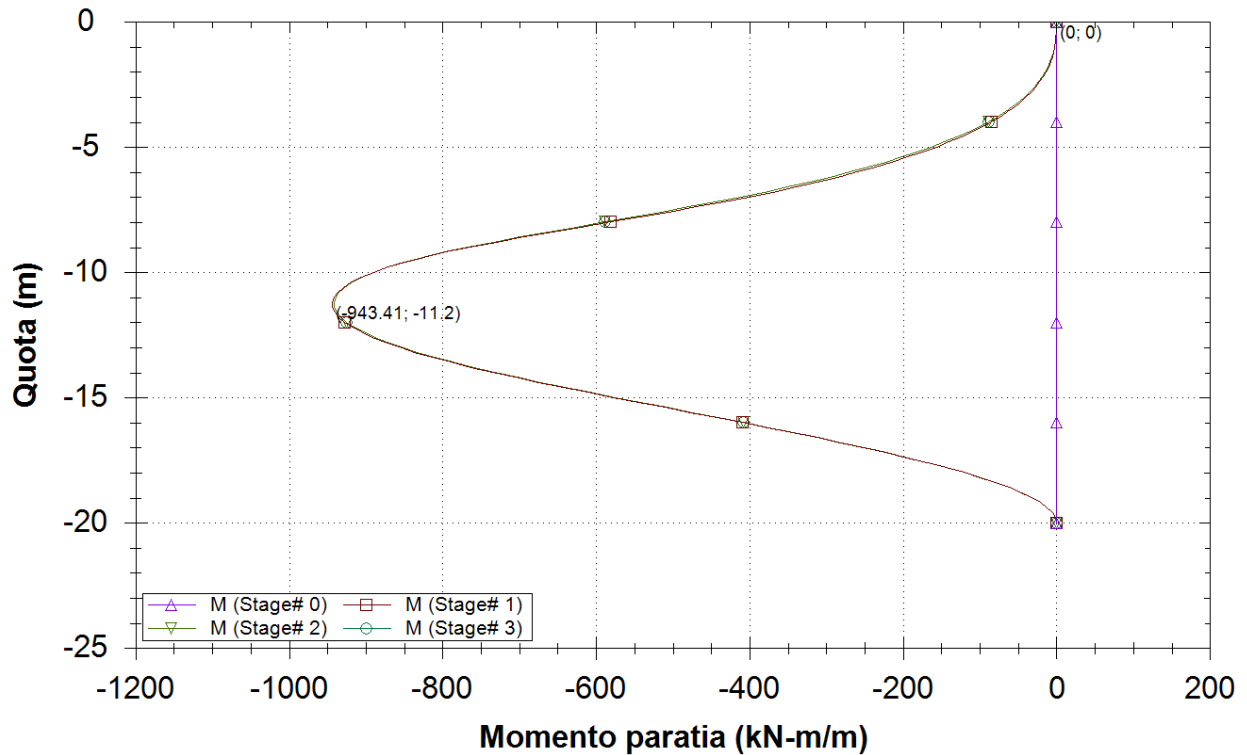


Figura 24 – SLE – Momento Flettente

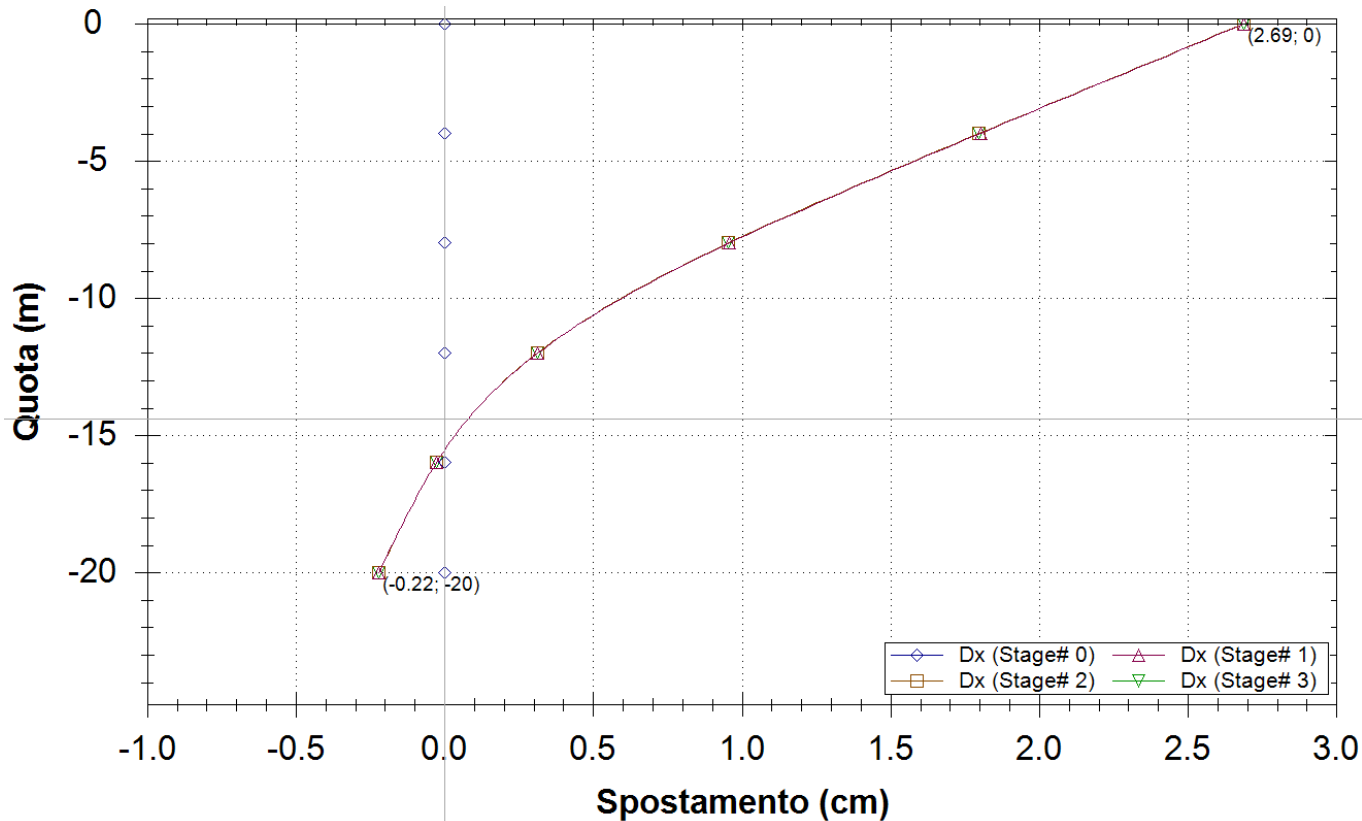


Figura 25 – SLE - Deformazioni Fase per Fase

13.3 SINTESI RISULTATI

Nella tabella seguente si riportano i risultati maggiormente significativi per la sezione analizzata:

	Spostamento X paratia (cm)	Cedimenti Z terreno (cm)	Momento paratia (kN-m)	Taglio paratia (kN)	FS passiva (eq. limite)	FS rotazione (eq. limite)	FS infissione (eq. limite)	Passiva/Verifica (analisi NL)	Vera/Attiva (analisi NL)
Base model	3.46	2.34	1231.2	213.08	6.462	3.811	2.309	4.57	1.354
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	2.78	1.94	1256.89	253.62	4.932	2.898	1.954	4.77	1.35
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	5.05	3.79	1391.5	262.61	3.85	2.273	1.74	3.31	1.169
0: DM08_ITA: EQK - GEO	5.51	4	1614.5	285.43	3.908	2.324	1.74	3.145	1.17
0: DM08_ITA: EQK - STR	3.46	2.34	1231.2	213.08	6.462	3.811	2.309	4.57	1.354
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	2.69	1.87	943.41	191.41	6.462	3.811	2.309	4.794	1.354

13.4 VERIFICA STRUTTURALE DIAFRAMMI

Nel seguito si riportano i risultati delle verifiche strutturali dei diaframmi $s=1200\text{mm}$ con riferimento alle massime sollecitazioni ricavate dalle analisi effettuate i cui risultati sono esposti nelle specifiche sezioni dell'Allegato A, cui si rimanda per i dettagli.

Le verifiche fanno riferimento in particolare alle sezioni maggiormente sollecitate, in corrispondenza delle quali è stata definita l'armatura massima dell'elemento, prevedendo, ove ritenuto opportuno, una riduzione della stessa lungo l'altezza del diaframma in ragione dell'andamento delle sollecitazioni desumibile.

Geometria sezione paratia

tipo: Diaframma
 H= 1.2 m altezza sezione paratia
 B= 1 m Base sezione paratia

Armatura

Interna 10 ϕ 22
 Esterna 10 ϕ 22
 staffe 2 ϕ 10/15

VERIFICHE SLU				
N	Mmax	Vmax	C.S. (TRd/ TEd)	C.S. (MRd, NRd)
[kN]	[kN]	[kN]	[-]	[-]
-151	1256.89	253.62	4.11	1.35

VERIFICHE SLE				
N	Mmax	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	wk
[kN]	[kN]	MPa	MPa	mm
-151	943.41	-5.05	217	0.140

Dove:

N= Sforzo normale agente in corrispondenza della sezione di momento massimo.

Ai fini delle verifiche agli stati limite di esercizio si è provveduto a verificare che le tensioni massime nel calcestruzzo e nell'acciaio siano inferiori ai valori massimi pari rispettivamente a 14,9 Mpa (per calcestruzzo di classe C25/30 combinazioni rare) e di 360 Mpa (per acciaio B 450 C), nonché di verificare che l'apertura delle fessure sia inferiore al valore limite di $w_3=0,2\text{mm}$ (Classe di esposizione XC2 ed armature poco sensibili)

	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO. 3° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO.					
	Paratia di Sostengo in DX dal km 41+657,36 - 41+757,85 - Relazione di calcolo Imbocchi	COMMESSA IF0H	LOTTO 32 D 11	CODIFICA CL	DOCUMENTO TR240 5001	REV. A

14. SEZIONE 506 : RISULTATI ANALISI E FASI DI CALCOLO

Nel seguito del presente paragrafo, si espone una sintesi dei risultati delle Analisi con riferimento alle sezioni di calcolo definite ai paragrafi precedenti.

14.1 Criteri di Analisi e Fasi di Calcolo

Le analisi eseguite sono di tipo sequenziale, riproducendo in successione tutte le principali fasi operative previste per la realizzazione dell'opera. Quindi, il termine di ciascuna analisi rappresenta la condizione iniziale per la fase successiva.

Di seguito si riportano le fasi di calcolo che sono state analizzate in successione, nell'ambito delle analisi effettuate:

La quota di zero è posta a estradosso cordolo paratia (coincidente all'incirca al P.C. locale).

- Step 0.** Esecuzione diaframma $s=1200$ mm ed inizializzazione geostatica.
- Step 1.** Esecuzione scavo fino a quota H_{max} ed applicazione carico variabile uniforme di 10kPa a monte della paratia.
- Step 2.** Sistemazione finale.
- Step 3.** Attivazione sisma.

Per ciò che concerne tutti i dati di input, risultati in termini di stabilità e sollecitazioni di calcolo, si rimanda a quanto riportato in dettaglio nelle specifiche sezioni dell'allegato A del presente documento.

Di seguito si riportano le immagini relative alle fasi di calcolo:

Figura 26 – Esecuzione diaframma $s=1200$ mm ed inizializzazione geostatica (step 0)

Figura 27 – Esecuzione scavo H_{max} (step 1)

Figura 28 – Sistemazione finale (step 2)

Figura 29 – Attivazione sisma (step 3)

14.2 Sollecitazioni, Sforzi e Deformazioni

Nel seguito del presente paragrafo sono riportati, in forma grafica, i risultati delle Sollecitazioni e degli Sforzi di riferimento per la Verifica dei Pali, e cordoli delle paratie, con riferimento alle Combinazioni di Carico che, secondo le prescrizioni normative, vanno considerate per i vari casi; nello specifico, i grafici fanno riferimento alle seguenti combinazioni:

A1-M1-R1(statica e sismica): Verifica strutturale dei Pali, Tiranti e travi di Contrasto in Fase Statica

SLE: Deformazioni massime della paratia, cedimenti piano limite, Carico di esercizio nei Tiranti, Verifiche tensionali e di fessurazione

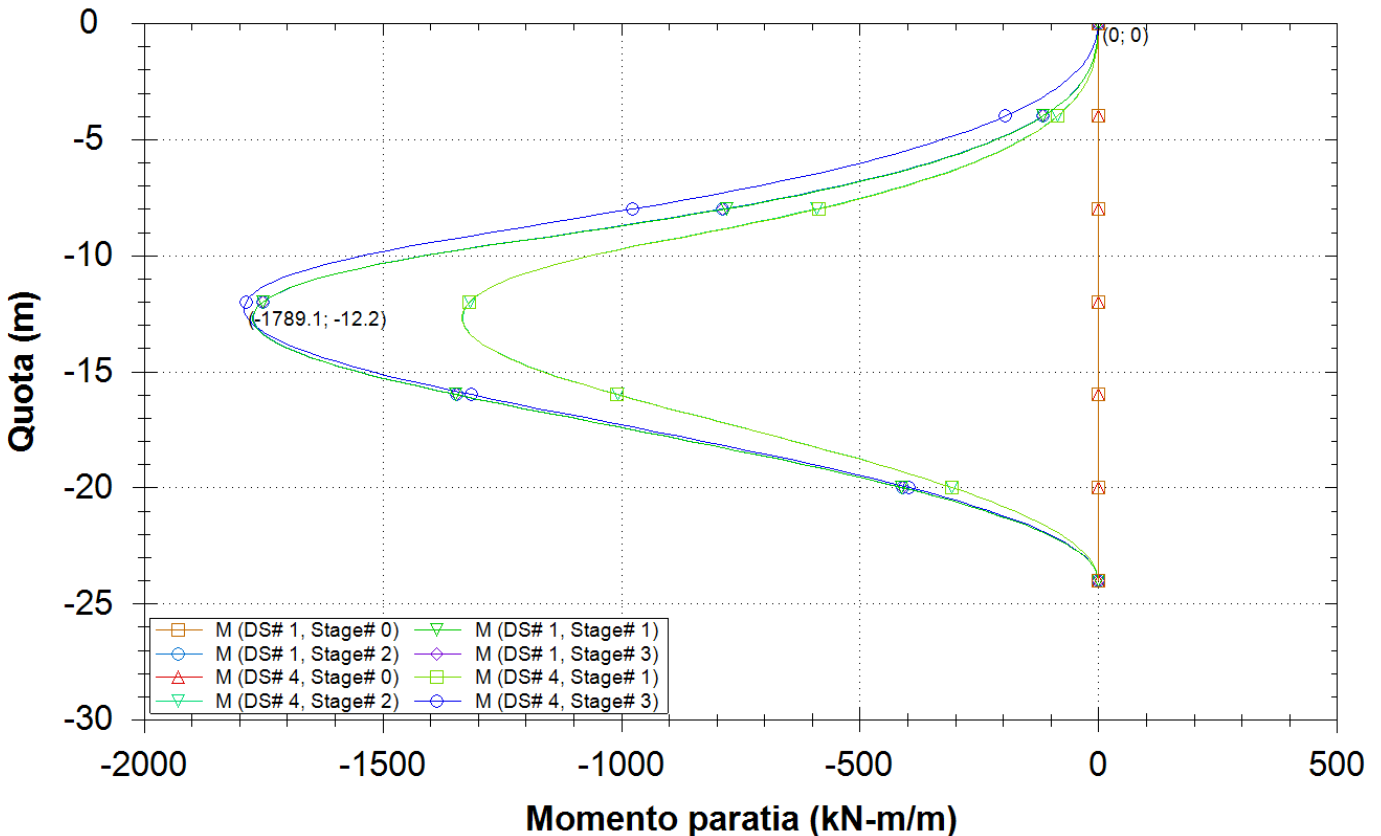


Figura 30 – A1-M1-R1(Statica "DS#1" e Sismica "DS#4") – Momento Flettente

Paratia di Sostengo in DX dal km 41+657,36 -
41+757,85 - Relazione di calcolo Imbocchi

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	32 D 11	CL	TR240 5001	A	60 di 90

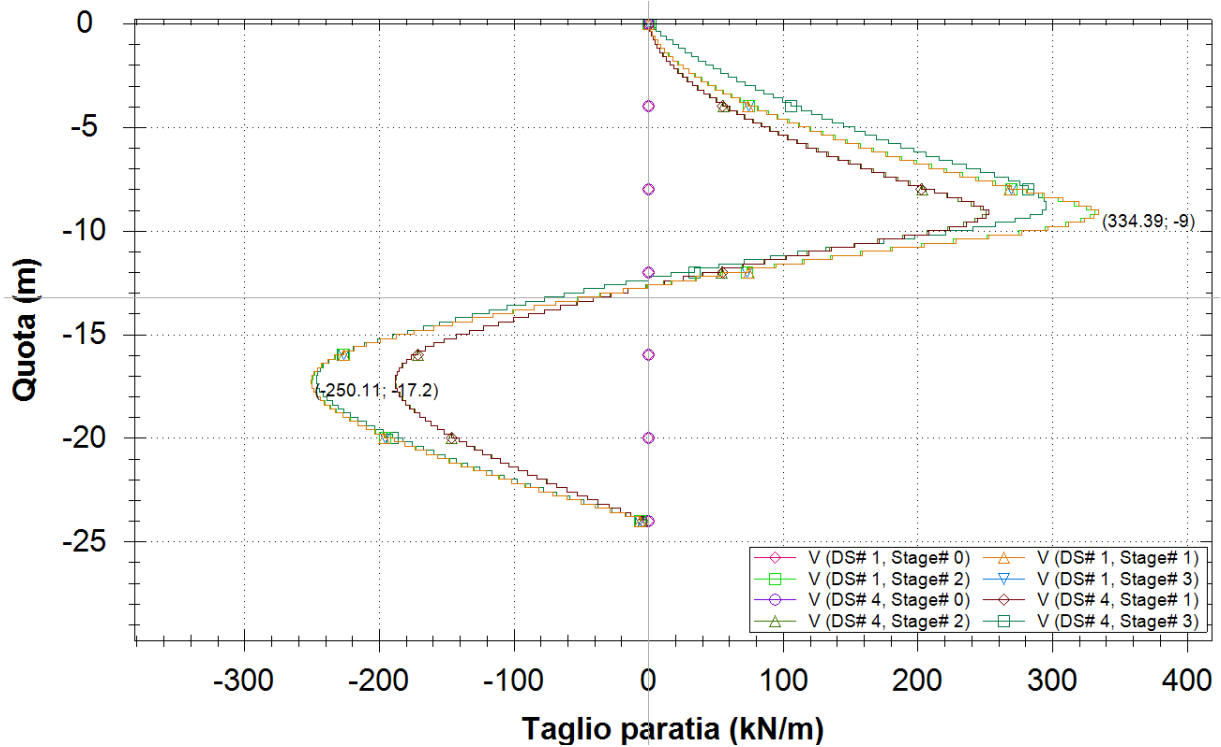


Figura 31 – A1-M1-R1(Statica "DS#1" e Sismica "DS#4") – Taglio

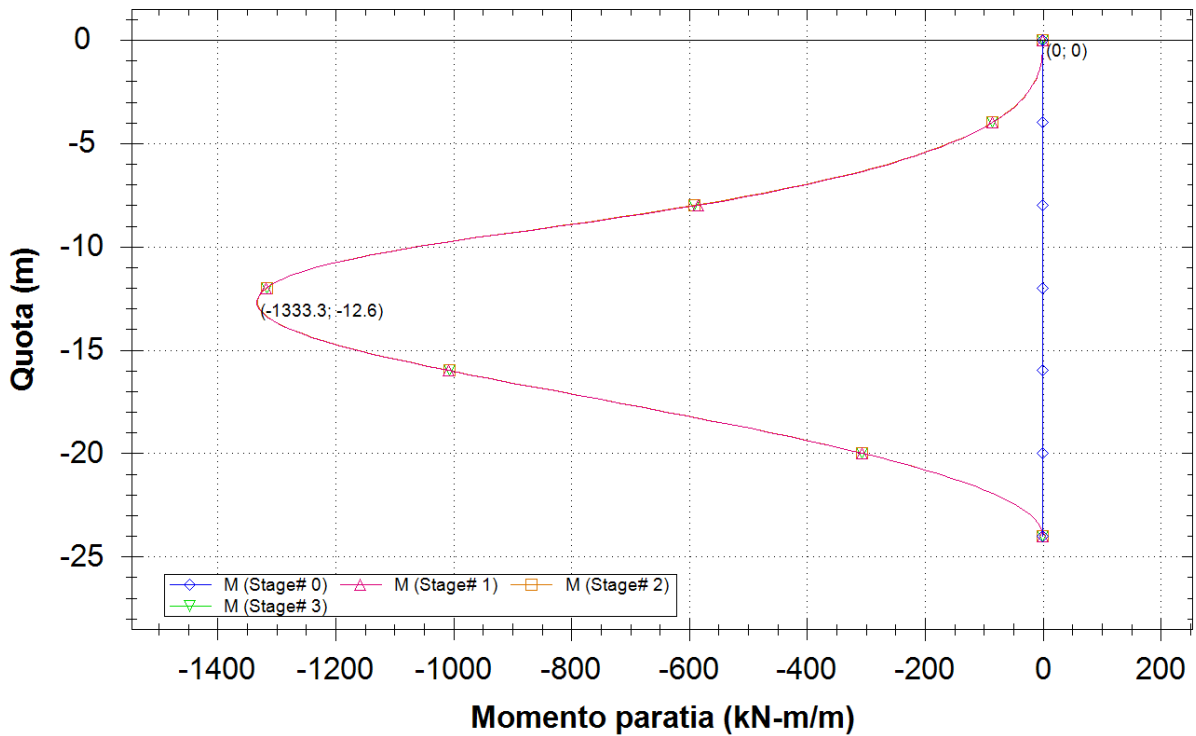


Figura 32 – SLE – Momento Flettente

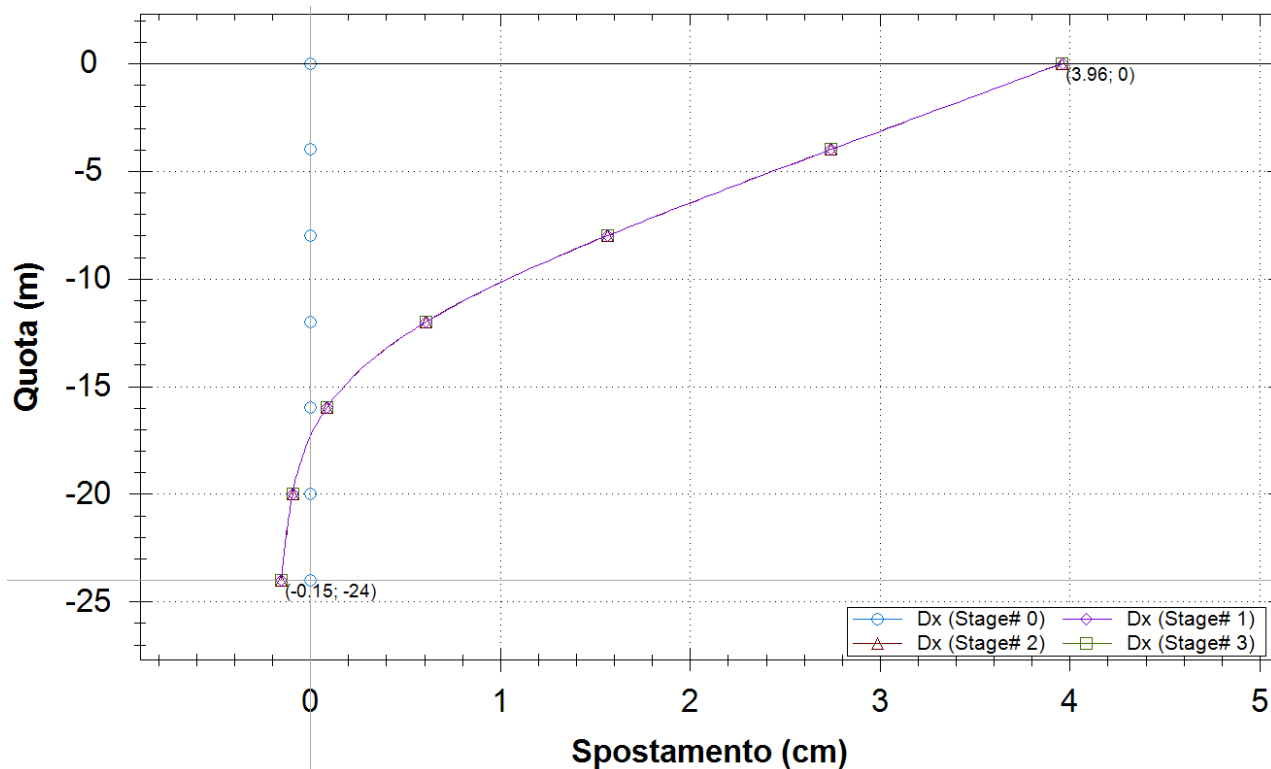


Figura 33 – SLE - Deformazioni Fase per Fase

14.3 SINTESI RISULTATI

Nella tabella seguente si riportano i risultati maggiormente significativi per la sezione analizzata:

SEZ. 506	Spostamento X paratia (cm)	Cedimenti Z terreno (cm)	Momento paratia (kN-m)	Taglio paratia (kN)	FS passiva (eq. limite)	FS rotazione (eq. limite)	FS infissione (eq. limite)	Passiva/Ver a (analisi NL)	Vera/Attiva (analisi NL)
Base model	5.38	3.27	1789.4	295.72	6.752	4.186	2.538	4.431	1.384
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	4.08	2.54	1772.29	334.39	5.159	3.188	2.183	4.873	1.38
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	7.24	4.89	1996.5	335.4	4.02	2.493	1.867	3.461	1.166
0: DM08_ITA: EQK - GEO	8.29	5.42	2364.6	365.51	4.072	2.54	1.914	3.116	1.168
0: DM08_ITA: EQK - STR	5.38	3.27	1789.4	295.72	6.752	4.186	2.538	4.431	1.384
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	3.96	2.46	1333.3	253.09	6.752	4.186	2.541	4.892	1.384

14.4 VERIFICA STRUTTURALE DIAFRAMMI

Nel seguito si riportano i risultati delle verifiche strutturali dei diaframmi $s=1200\text{mm}$ con riferimento alle massime sollecitazioni ricavate dalle analisi effettuate i cui risultati sono esposti nelle specifiche sezioni dell'Allegato A, cui si rimanda per i dettagli.

Le verifiche fanno riferimento in particolare alle sezioni maggiormente sollecitate, in corrispondenza delle quali è stata definita l'armatura massima dell'elemento, prevedendo, ove ritenuto opportuno, una riduzione della stessa lungo l'altezza del diaframma in ragione dell'andamento delle sollecitazioni desumibile.

Geometria sezione paratia

tipo: Diaframma
 H= 1.2 m altezza sezione paratia
 B= 1 m Base sezione paratia

Armatura

Interna 10 ϕ 26
 Esterna 10 ϕ 26
 staffe 2 ϕ 10/15

VERIFICHE SLU				
N	Mmax	Vmax	C.S (TRd/ TEd)	C.S. (MRd, NRd)
[kN]	[kN]	[kN]	[-]	[-]
-168	1789.4	334.39	4.67	1.75

VERIFICHE SLE				
N	Mmax	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	wk
[kN]	[kN]	MPa	MPa	mm
-168	1333.3	-5.98	225.5	0.198

Dove:

N= Sforzo normale agente in corrispondenza della sezione di momento massimo.

Ai fini delle verifiche agli stati limite di esercizio si è provveduto a verificare che le tensioni massime nel calcestruzzo e nell'acciaio siano inferiori ai valori massimi pari rispettivamente a 14,9 Mpa (per calcestruzzo di classe C25/30 combinazioni rare) e di 360 Mpa (per acciaio B 450 C), nonché di verificare che l'apertura delle fessure sia inferiore al valore limite di $w_3=0,2\text{mm}$ (Classe di esposizione XC2 ed armature poco sensibili)

ALLEGATO A

ANALISI Paratie. Tabulati di calcolo

PARATIE

DATI GENERALI

Paratie Plus 2012

Ce.A.S. , Centro di Analisi Strutturale, viale Giustiniano 10, 20129
Milano. www.ceas.it. DeepExcavation LLC, Astoria, New
York. www.deepexcavation.com. UN PROGRAMMA NONLINEARE AD ELEMENTI
FINITI PER L'ANALISI DI STRUTTURE DI SOSTEGNO FLESSIBILI

Progetto: My Project

SISTEMI DI RIFERIMENTO E CONVENZIONI Le coordinate, i carichi, i cedimenti, le reazioni vincolari e gli spostamenti dei NODI sono riferiti ad una terna destra cartesiana globale con l'asse Z verticale rivolto verso l'alto e l'asse Y verso destra.

Paratia di Sostengo in DX dal km 41+657,36 -
41+757,85 - Relazione di calcolo Imbocchi

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	32 D 11	CL	TR240 5001	A	65 di 90

ELEMENTO TRUSS

1. FORCE : FORZA NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ
2. STRESS : SPORZO

ELEMENTO BEAM (vedi figura 11-1)

1. VA : TAGLIO AL PRIMO ESTREMO
2. VB : TAGLIO AL SECONDO ESTREMO
3. MA : MOMENTO AL PRIMO ESTREMO
4. MB : MOMENTO AL SECONDO ESTREMO
(tutti per unità di profondità)

ELEMENTO ELPL (MOLLA ELASTOPLASTICA)

1. FORCE : FORZA NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ
2. PLASTIC : DEFORMAZIONE PLASTICA

ELEMENTO WIRE (TIRANTE)

1. FORCE : FORZA NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ

ELEMENTO CELAS (MOLLA ELASTICA)

1. FORCE : FORZA NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ
2. MOMENT : MOMENTO NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ

ELEMENTO SLAB (SOLETTA FRA DUE PARETI)

1. VA : TAGLIO AL PRIMO ESTREMO
2. VB : TAGLIO AL SECONDO ESTREMO
3. MA : MOMENTO AL PRIMO ESTREMO
4. MB : MOMENTO AL SECONDO ESTREMO
5. AXIAL : AZIONE ASSIALE
(tutti per unità di profondità)

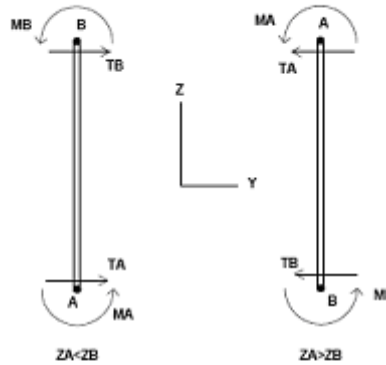


Figura 11-1: convenzioni di segno per l'elemento BEAM

L'analisi delle sezioni trasversali della paratia ai fini della verifica viene eseguita considerando il sistema di riferimento riportato nella figura seguente

- asse X coincidente con l'asse dell'asta e con verso dal nodo iniziale al nodo finale;
 - immaginando la trave a sezione rettangolare l'asse Y è parallelo alla base e l'asse Z è parallelo all'altezza. La rotazione dell'asta comporta quindi una rotazione di tutta la terna locale.
- Le convenzioni utilizzate per le sollecitazioni sugli elementi BEAM della paratia sono le seguenti:

Paratia di Sostengo in DX dal km 41+657,36 -
41+757,85 - Relazione di calcolo Imbocchi

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	32 D 11	CL	TR240 5001	A	66 di 90

ELEMENTO TRUSS

1. FORCE : FORZA NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ
2. STRESS : SPORZO

ELEMENTO BEAM (vedi figura 11-1)

1. VA : TAGLIO AL PRIMO ESTREMO
2. VB : TAGLIO AL SECONDO ESTREMO
3. MA : MOMENTO AL PRIMO ESTREMO
4. MB : MOMENTO AL SECONDO ESTREMO
(tutti per unità di profondità)

ELEMENTO ELPL (MOLLA ELASTOPLASTICA)

1. FORCE : FORZA NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ
2. PLASTIC : DEFORMAZIONE PLASTICA

ELEMENTO WIRE (TIRANTE)

1. FORCE : FORZA NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ

ELEMENTO CELAS (MOLLA ELASTICA)

1. FORCE : FORZA NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ
2. MOMENT : MOMENTO NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ

ELEMENTO SLAB (SOLETTA FRA DUE PARETI)

1. VA : TAGLIO AL PRIMO ESTREMO
2. VB : TAGLIO AL SECONDO ESTREMO
3. MA : MOMENTO AL PRIMO ESTREMO
4. MB : MOMENTO AL SECONDO ESTREMO
5. AXIAL : AZIONE ASSIALE
(tutti per unità di profondità)

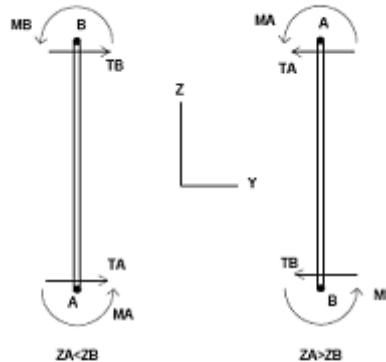


Figura 11-1: convenzioni di segno per l'elemento BEAM

ANALISI PARATIA SEZ.504B

DATI INPUT:

DATI TERRENO

Name	g tot (kN/m3)	g dry (kN/m3)	Frict (deg)	C' (kPa)	Su (kPa)	FRp (deg)	FRcv (deg)	Eload (kPa)	Eur (kPa)	kAp NL	kPp NL	kAcv NL	kPcv NL	Vary	Spring Model	Color
bc2	19.5	19.5	33	0	N/A	N/A	N/A	50000	80000	0.3	3.39	N/A	N/A	True	Linear	
bn1	20	20	38	0	N/A	N/A	N/A	80000	128000	0.24	4.2	N/A	N/A	True	Linear	

Name	Poisson v	Min Ka (clays)	Min sh (clays)	ko.NC -	nOCR -	aH.EXP (0 to 1)	aV.EXP (0 to 1)	qSkin (kPa)	qNails (kPa)	kS.nails (kN/m3)	PL (MPa)
bc2	0.35	-	-	0.455	1	-	-	300	0	0	-
bn1	0.35	-	-	0.384	1	-	-	150	0	0	-

gtot=peso specifico /totale terreno

gdry=peso secco del terreno

Frict=angolo di attrito di calcolo

C'=coesione efficace

Su = Coesione non drenata, parametro attivo per terreni tipo CLAY in condizioni NON drenate

Dilat=Dilatanza terreno (parametro valido solo in analisi non lineare)

Evc=modulo a compressione vergine molla equivalente terreno

Eur=modulo di scarico/ricarico (fase elastica) molla equivalente terreno

Kap= coefficiente di spinta attiva di picco

Kpp= coefficiente di spinta passiva di picco

Kacv= coefficiente di spinta attiva di picco

Kpcv= coefficiente di spinta passiva di picco

Spring models= modalità di definizione dei moduli di rigidezza molle terreno (LIN, EXP, SIMC)

LIN= Lineare-Elastico-Perfettamente plastico

EXP: esponenziale, SUB: Modulo di reazione del sottosuolo

SIMC= Modo semplificato per argille

Paratia di Sostengo in DX dal km 41+657,36 -
41+757,85 - Relazione di calcolo Imbocchi

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	32 D 11	CL	TR240 5001	A	68 di 90

STRATIGRAFIA TERRENI

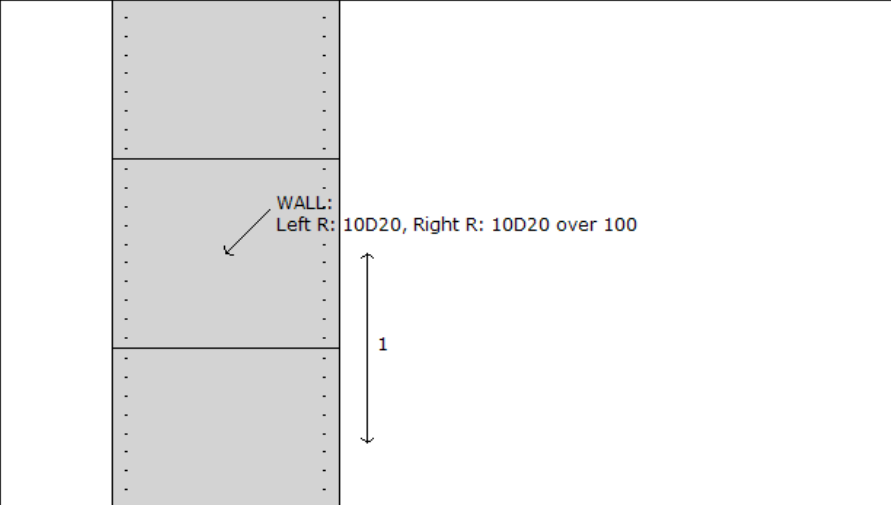
Top Elev= quota superiore strato
Soil type=nome di del terreno
OCR=rapporto di sovraconsolidazione
K0=coefficiente di spinta a riposo

Nome: Boring 1, pos: (-20, 0)

Top elev.	Soil type	OCR	Ko
0	bc2	1	0.46
-9	bn1	1	0.38

DATI PARATIE

Sezioni paratia0: Wall 1

 <p>WALL: Left R: 10D20, Right R: 10D20 over 100</p> <p>1</p>		
Societa': My Company	Wall sketch	CeAS srl and Deep Excavation LCC
Progettista: Engineer		Paratie Plus 2011 - DeepXcav 2011
C:\Us..stagista\Desktop\2002-Frasso Paratia pk.41+657\SEZ.504b.DEEP		6/28/2017

Sezioni paratia0: DIAFRAMMA S=1,20

Tipo paratia: Diaframma

Quota sommita' paratia: 0 m Quota piede paratia: -18 m

Dimensione fuori piano paratia: 1 Spessore paratia = 1.2

Ampiezza zona spinta passiva al di sotto del piano di scavo: 1 Ampiezza zona spinta attiva al di sotto del piano di scavo: 1 Swater= 1

fc' cls = 24.8 Fy barre = 449.7 Ecls = 31475.7 FcT calcestruzzo a trazione = 9% di Fc'

Attrito paratia: % attrito terreno = 0%

Le capacita' paratie in acciaio sono calcolate con NTC 2008

Le capacita' paratie in calcestruzzo sono calcolate con NTC 2008

Nota: con la capacita' ultima si dovrebbe adottare un fattore di sicurezza strutturale.

Diaframma

Paratia di Sostengo in DX dal km 41+657,36 -
41+757,85 - Relazione di calcolo Imbocchi

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	32 D 11	CL	TR240 5001	A	69 di 90

Tabella: dati solette

Name	Shape	Fy	Fc'	D	B	Bw	tf	Ctop	Cbot	AsTop	AsBot	A	Pmax	Mmax
		(MPa)	(MPa)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(cm ²)	(cm ²)	(kN)	(kN-m)
DIAFRAMMA S=1,20	Rect	449.7	24.8	120	100	N/A	N/A	7.6	7.6	31.4	31.4	12000	0	0

DATI GENERALI PARATIA

Hor wall spacing=interasse tra pannelli

passive width below exc=larghezza di riferimento per calcolo zona passiva per analisi classica

concrete f'c=fck=res cilindrica caratteristica cls

Rebar fy=fyk=res caratteristica acciaio armature

Econc=modulo elastico cls

Concrete tension fct=fctk=resistenza caratteristica a trazione cls

Steel members fy=fyk=res caratteristica acciaio

Esteel=modulo elastico acciaio

DATI TABELLATI (si omette la spiegazione dei parametri già descritti in precedenza)

1) Diaphragm wall=sezione rettangolare in CA

N/A= il valore non è disponibile in quanto non correlato al tipo di sezione in uso

Fy=fyk

F'c=fck

D=altezza paratia

B=base paratia

tf=spessore

2) Steel sheet pile=palancolata

DES=tipo di palancolata

Shape=forma

W=peso per unità di lunghezza

A=area

h=altezza

t=spessore lamiera orizzontale

b=base singolo elemento a Z o U

s=spessore lati obliqui

Ixx=inerzia asse principale palancolata (per unità di lunghezza)

Sxx=modulo di resistenza asse principale palancolata (per unità di lunghezza)

3) Secant pile wall (pali allineati e sovrapposti), Tangent pile wall=pali allineati (Berlinesi, micropali), soldier pile (pali in acciaio con collegamento in cls), soldier pile and timber lagging (pali in acciaio con collegamento con elementi in legno)

W=peso per unità di lunghezza

A=area

D=diámetro

tw o tp=spessore dell'anima (sezione a I) o del tubo (sezione circolare)

bf=larghezza della sezione

tf=spessore dell'ala

k=altezza flangia + altezza raccordo

Ixx=inerzia rispetto asse orizzontale (per unità di lunghezza)

Sxx=modulo di resistenza rispetto asse orizzontale (per unità di lunghezza)

rx=raggio giratore d'inerzia lungo x

Iyy=inerzia rispetto asse verticale (per unità di lunghezza)

Syy=modulo di resistenza rispetto asse verticale (per unità di lunghezza)

ry=raggio giratore d'inerzia lungo y

Cw=costante di ingobbamento

fy=fyk

DATI PER AZIONE SISMICA

L'azione sismica è stata modellata facendo uso di un approccio pseudostatico.

Summary of stage assumptions

Stage Number	Seismic g Used	Method Used	aX (g)	aY (g)	Beta	Building Code Used (Name)
0	No				1	N/A
1	No				1	N/A
2	No				1	N/A
3	Yes		0.209	0.104	1	N/A

N/A= parametro non disponibile

Stage number=fase di scavo

Seismic ag Used=se nello step è stata attivato il sisma

Method=metodo per calcolo spinta sismica

ax=accelerazione ah orizzontale di progetto

ay=accelerazione av verticale di progetto

Beta=coeff moltiplicatore spinta sismica (per norma USA)

Buildind code=normativa per calcolo accelerazione

Paratia di Sostengo in DX dal km 41+657,36 -
41+757,85 - Relazione di calcolo Imbocchi

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	32 D 11	CL	TR240 5001	A	71 di 90

SINTESI OUTPUT:

SOMMARIO RISULTATI ANALISI E VERIFICHE

Nel seguito si riportano, sotto forma di tabelle e grafici:

- i risultati più gravosi di tutti gli approcci di progetto;
- i risultati più gravosi divisi per Approcci di Progetto e per fasi.

Sommario per ogni Approccio di Progetto

Base model	Momento paratia	Taglio paratia	Spostamento X paratia	Max reazione vincoli	Verifica vincoli	Verifica infissione	Esito calcolo
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	(kN-m/m)	(kN/m)	(cm)	(kN/m)	(TSF)	(FS)	
Base model	1027.4	207.18	3.04	Nessun vincolo	Nessun vincolo	2.074	Risolto con successo
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	1040.74	222.83	2.48	Nessun vincolo	Nessun vincolo	1.806	Risolto con successo
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	1175	255.6	4.85	Nessun vincolo	Nessun vincolo	1.6	Risolto con successo
0: DM08_ITA: EQK - GEO	1359.1	282.08	5.19	Nessun vincolo	Nessun vincolo	1.6	Risolto con successo
0: DM08_ITA: EQK - STR	1027.4	207.18	3.04	Nessun vincolo	Nessun vincolo	2.074	Risolto con successo
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	779.35	168.01	2.39	Nessun vincolo	Nessun vincolo	2.074	Risolto con successo

Sommario esteso a tutti gli Approcci di Progetto

	Esito calcolo	Spostamento X paratia	Cedimento Z terreno	Momento paratia	Momento paratia
		(cm)	(cm)	(kN-m/m)	(kN-m)
Base model	Risolto con successo.Verifiche della paratia non eseguite.	3.04	2.21	1027.4	1027.4
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	Risolto con successo.Verifiche della paratia non eseguite.	2.48	1.86	1040.74	1040.74
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	Risolto con successo.Verifiche della paratia non eseguite.	4.85	3.9	1175	1175
0: DM08_ITA: EQK - GEO	Risolto con successo.Verifiche della paratia non eseguite.	5.19	4.04	1359.1	1359.1
0: DM08_ITA: EQK - STR	Risolto con successo.Verifiche della paratia non eseguite.	3.04	2.21	1027.4	1027.4
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	Risolto con successo.Verifiche della paratia non eseguite.	2.39	1.78	779.35	779.35

	Taglio paratia	Taglio paratia	Verifica paratia	Verifica pressofl.	Verifica taglio	Verifica σ cls
	(kN/m)	(kN)	(TSF)	(TSF)	(TSF)	(TSF)
Base model	207.18	207.18	N/A	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	222.83	222.83	N/A	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	255.6	255.6	N/A	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: EQK - GEO	282.08	282.08	N/A	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: EQK - STR	207.18	207.18	N/A	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	168.01	168.01	N/A	N/A	N/A	N/A

Paratia di Sostengo in DX dal km 41+657,36 -
41+757,85 - Relazione di calcolo Imbocchi

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	32 D 11	CL	TR240 5001	A	72 di 90

	Verifica σ armatura	Max reazione vincoli	Max reazione vincoli	Verifica vincoli	Verifica STR vincoli	Verifica GEO vincoli
	(TSF)	(kN/m)	(kN)	(TSF)	(TSF)	(TSF)
Base model	N/A	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	N/A	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	N/A	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo
0: DM08_ITA: EQK - GEO	N/A	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo
0: DM08_ITA: EQK - STR	N/A	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	N/A	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo

	Verifica fondo scavo (FS)	FS passiva (eq. limite)	FS rotazione (eq. limite)	FS infissione (eq. limite)	Quota Zcut	Passiva/Vera	Vera/Attiva
	(FS)	(FS)	(FS)	(FS)		/	/
Base model	3.863	6.063	3.458	2.074	N/A	4.349	1.338
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	3.863	4.624	2.626	1.806	N/A	4.528	1.335
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	3.09	3.614	2.066	1.6	N/A	3.077	1.182
0: DM08_ITA: EQK - GEO	3.09	3.675	2.116	1.6	N/A	2.918	1.18
0: DM08_ITA: EQK - STR	3.863	6.063	3.458	2.074	N/A	4.349	1.338
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	3.863	6.063	3.458	2.074	N/A	4.556	1.338

	Verifica sifonamento	Qflow	FSslope
	(FS)	(m3/hr)	
Base model	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: EQK - GEO	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: EQK - STR	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	N/A	N/A	N/A

Paratia di Sostengo in DX dal km 41+657,36 -
41+757,85 - Relazione di calcolo Imbocchi

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	32 D 11	CL	TR240 5001	A	73 di 90

Tabella risultati più gravosi

	Valore critico	Approccio di Progetto	Fase	Paratia	Indice voci critiche
Wall Moment (kN-m/m)	1359.1	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	3: 3-Sisma	1: Wall 1	0
Momento (kN-m)	1359.1	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	3: 3-Sisma	1: Wall 1	0
Taglio (kN/m)	282.08	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	1: 1-Scavo massimo	1: Wall 1	0
Taglio (kN)	282.08	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	1: 1-Scavo massimo	1: Wall 1	0
Spostamenti (cm)	5.191	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	3: 3-Sisma	1: Wall 1	N/A
Cedimenti superficiali (cm)	4.043	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	3: 3-Sisma	1: Wall 1	0
FS infissione (eq. limite)	3.614	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	1: 1-Scavo massimo	1: Wall 1	1
FS rotazione (eq. limite)	2.066	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	1: 1-Scavo massimo	1: Wall 1	1
FS lunghezza di infissione (eq. limite)	1.6	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	1: 1-Scavo massimo	1: Wall 1	1
FS spinta passiva mob. (analisi NL)	2.918	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	3: 3-Sisma	1: Wall 1	3

Risultati vincoli ed elementi strutturali

	Valore critico	Approccio di Progetto	Fase	Paratia	Indice voci critiche
Risultati non disponibili	Risultati non disponibili	Risultati non disponibili	Risultati non disponibili	Risultati non disponibili	Risultati non disponibili

Risultati paratia

	Valore critico	Approccio di Progetto	Fase	Paratia	Indice voci critiche
Momento ABS (kN-m)	1359.1	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	3: 3-Sisma	1: Wall 1	0
Momento +M (kN-m)	0	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	3: 3-Sisma	1: Wall 1	0
Momento -M (kN-m)	-1359.1	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	3: 3-Sisma	1: Wall 1	0
Taglio (kN)	282.08	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	1: 1-Scavo massimo	1: Wall 1	0

Momento massimo fase per fase

	Approccio di Progetto	DS: 1	DS: 2	DS: 3	DS: 4	DS: 5
Momento fase0 (kN-m/m)	DS: 0	DS: 1	DS: 2	DS: 3	DS: 4	DS: 5
Momento fase1 (kN-m/m)	-779.35	-1040.74	-1175	-1115.1	-779.35	-779.35
Momento fase2 (kN-m/m)	-777.4	-1038.06	-1166	-1107.7	-777.4	-777.4
Momento fase3 (kN-m/m)	-1027.4	-1038.05	-1165.9	-1359.1	-1027.4	-777.39

Paratia di Sostengo in DX dal km 41+657,36 -
41+757,85 - Relazione di calcolo Imbocchi

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	32 D 11	CL	TR240 5001	A	74 di 90

Taglio massimo fase per fase

	Approccio di Progetto	DS: 1	DS: 2	DS: 3	DS: 4	DS: 5
V stg0 (kN/m)	DS: 0	DS: 1	DS: 2	DS: 3	DS: 4	DS: 5
V stg1 (kN/m)	168.01	222.83	-255.6	-242.12	168.01	168.01
V stg2 (kN/m)	163.2	-218.22	-253.52	-240.44	163.2	163.2
V stg3 (kN/m)	-207.18	-218.2	-253.44	-282.08	-207.18	163.19

ANALISI PARATIA SEZ.505

DATI INPUT:

DATI TERRENO

Name	g tot	g dry	Frict	C'	Su	FRp	FRcv	Eload	Eur	kAp	kPp	kAcv	kPcv	Vary	Spring	Color
	(kN/m3)	(kN/m3)	(deg)	(kPa)	(kPa)	(deg)	(deg)	(kPa)	(kPa)	NL	NL	NL	NL		Model	
bc2	19.5	19.5	33	0	N/A	N/A	N/A	50000	80000	0.3	3.39	N/A	N/A	True	Linear	
bn1	20	20	38	0	N/A	N/A	N/A	80000	128000	0.24	4.2	N/A	N/A	True	Linear	

Name	Poisson	Min Ka	Min sh	ko.NC	nOCR	aH.EXP	aV.EXP	qSkin	qNails	kS.nails	PL
	v	(clays)	(clays)	-	-	(0 to 1)	(0 to 1)	(kPa)	(kPa)	(kN/m3)	(MPa)
bc2	0.35	-	-	0.455	1	-	-	300	0	0	-
bn1	0.35	-	-	0.384	1	-	-	150	0	0	-

gtot=peso specifico /totale terreno

gdry=peso secco del terreno

Frict=angolo di attrito di calcolo

C'=coesione efficace

Su = Coesione non drenata, parametro attivo per terreni tipo CLAY in condizioni NON drenate

Dilat=Dilatanza terreno (parametro valido solo in analisi non lineare)

Evc=modulo a compressione vergine molla equivalente terreno

Eur=modulo di scarico/ricarico (fase elastica) molla equivalente terreno

Kap= coefficiente di spinta attiva di picco

Kpp= coefficiente di spinta passiva di picco

Kacv= coefficiente di spinta attiva di picco

Kpcv= coefficiente di spinta passiva di picco

Spring models= modalità di definizione dei moduli di rigidità molle terreno (LIN, EXP, SIMC)

LIN= Lineare-Elastico-Perfettamente plastico

EXP: esponenziale, SUB: Modulo di reazione del sottosuolo

SIMC= Modo semplificato per argille

Paratia di Sostengo in DX dal km 41+657,36 -
41+757,85 - Relazione di calcolo Imbocchi

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	32 D 11	CL	TR240 5001	A	76 di 90

STRATIGRAFIA TERRENI

Top Elev= quota superiore strato

Soil type=nome del terreno

OCR=rappporto di sovraconsolidazione

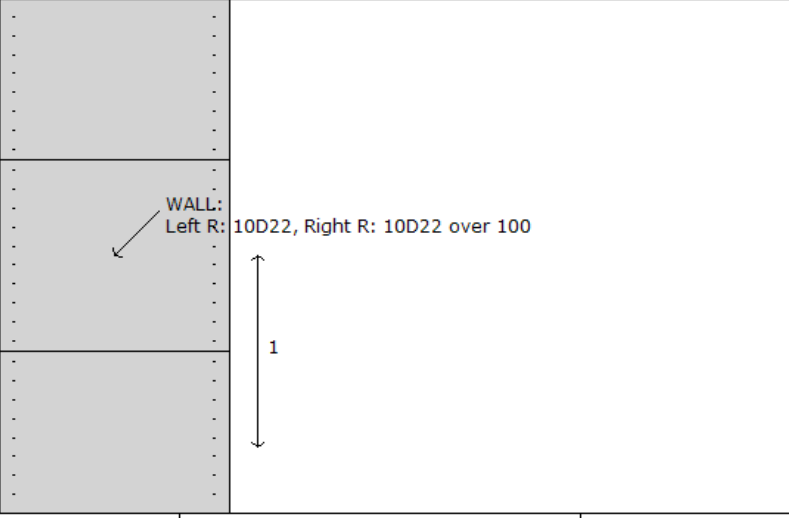
K0=coefficiente di spinta a riposo

Nome: Boring 1, pos: (-20, 0)

Top elev.	Soil type	OCR	Ko
0	bc2	1	0.46
-9	bn1	1	0.38

DATI PARATIE

Sezioni paratia0: Wall 1

		
Societa': My Company	Wall sketch	CeAS srl and Deep Excavation LCC
Progettista: Engineer		Paratie Plus 2011 - DeepXcav 2011
C:\Us...\stagista\Desktop\2002-Frasso\Paratia pk.41+657\SEZ.505.DEEP		6/28/2017

Sezioni paratia0: DIAFRAMMA S=1,20

Tipo paratia: Diaframma

Quota sommita' paratia: 0 m Quota piede paratia: -20 m

Dimensione fuori piano paratia: 1 Spessore paratia = 1.2

Ampiezza zona spinta passiva al di sotto del piano di scavo: 1 Ampiezza zona spinta attiva al di sotto del piano di scavo: 1 Swater= 1

fc' cls = 24.8 Fy barre = 449.7 Ecls = 31475.7 FcT calcestruzzo a trazione = 9% di Fc'

Attrito paratia: % attrito terreno = 0%

Le capacita' paratie in acciaio sono calcolate con NTC 2008

Le capacita' paratie in calcestruzzo sono calcolate con NTC 2008

Nota: con la capacita' ultima si dovrebbe adottare un fattore di sicurezza strutturale.

Diaframma

Tabella: dati solette

Paratia di Sostengo in DX dal km 41+657,36 -
41+757,85 - Relazione di calcolo Imbocchi

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	32 D 11	CL	TR240 5001	A	77 di 90

Name	Shape	Fy	Fc'	D	B	Bw	tf	Ctop	Cbot	AsTop	AsBot	A	Pmax	Mmax
		(MPa)	(MPa)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(cm ²)	(cm ²)	(kN)	(kN-m)
DIAFRAMMA S=1,20	Rect	449.7	24.8	120	100	N/A	N/A	7.6	7.6	38	38	12000	0	0

DATI GENERALI PARATIA

Hor wall spacing=interasse tra pannelli

passive width below exc=larghezza di riferimento per calcolo zona passiva per analisi classica

concrete f'c=fck=res cilindrica caratteristica cls

Rebar fy=fyk=res caratteristica acciaio armature

Econc=modulo elastico cls

Concrete tension fct=fctk=resistenza caratteristica a trazione cls

Steel members fy=fyk=res caratteristica acciaio

Esteel=modulo elastico acciaio

DATI TABELLATI (si omette la spiegazione dei parametri già descritti in precedenza)

1) Diaphragm wall=sezione rettangolare in CA

N/A= il valore non è disponibile in quanto non correlato al tipo di sezione in uso

Fy=fyk

F'c=fck

D=altezza paratia

B=base paratia

tf=spessore

2)Steel sheet pile=palancolata

DES=tipo di palancolata

Shape=forma

W=peso per unità di lunghezza

A=area

h=altezza

t=spessore lamiera orizzontale

b=base singolo elemento a Z o U

s=spessore lati obliqui

Ixx=inerzia asse principale palancolata (per unità di lunghezza)

Sxx=modulo di resistenza asse principale palancolata (per unità di lunghezza)

3)Secant pile wall (pali allineati e sovrapposti), Tangent pile wall=pali allineati (Berlinesi, micropali), soldier pile (pali in acciaio con collegamento in cls), soldier pile and timber lagging (pali in acciaio con collegamento con elementi in legno)

W=peso per unità di lunghezza

A=area

D=diametro

tw o tp=spessore dell'anima (sezione a I) o del tubo (sezione circolare)

bf=larghezza della sezione

tf=spessore dell'ala

k=altezza flangia + altezza raccordo

Ixx=inerzia rispetto asse orizzontale (per unità di lunghezza)

Sxx=modulo di resistenza rispetto asse orizzontale (per unità di lunghezza)

rx=raggio giratore d'inerzia lungo x

Iyy=inerzia rispetto asse verticale (per unità di lunghezza)

Syy=modulo di resistenza rispetto asse verticale (per unità di lunghezza)

ry=raggio giratore d'inerzia lungo y

Cw=costante di ingobbamento

fy=fyk

DATI PER AZIONE SISMICA

L'azione sismica è stata modellata facendo uso di un approccio pseudostatico.

Summary of stage assumptions

Stage Number	Seismic g Used	Method Used	aX (g)	aY (g)	Beta	Building Code Used (Name)
0	No				1	N/A
1	No				1	N/A
2	No				1	N/A
3	Yes		0.196	0.098	1	N/A

N/A= parametro non disponibile

Stage number=fase di scavo

Seismic ag Used=se nello step è stata attivato il sisma

Method=metodo per calcolo spinta sismica

ax=accelerazione ah orizzontale di progetto

ay=accelerazione av verticale di progetto

Beta=coeff moltiplicatore spinta sismica (per norma USA)

Buildind code=normativa per calcolo accelerazione

Paratia di Sostengo in DX dal km 41+657,36 -
 41+757,85 - Relazione di calcolo Imbocchi

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	32 D 11	CL	TR240 5001	A	79 di 90

SINTESI OUTPUT:

SOMMARIO RISULTATI ANALISI E VERIFICHE

Nel seguito si riportano, sotto forma di tabelle e grafici:

- i risultati più gravosi di tutti gli approcci di progetto;
- i risultati più gravosi divisi per Approcci di Progetto e per fasi.

Sommario per ogni Approccio di Progetto

Base model	Momento paratia	Taglio paratia	Spostamento X paratia	Max reazione vincoli	Verifica vincoli	Verifica infissione	Esito calcolo
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	(kN-m/m)	(kN/m)	(cm)	(kN/m)	(TSF)	(FS)	
Base model	1230.1	212.92	3.46	Nessun vincolo	Nessun vincolo	2.309	Risolto con successo
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	1256.89	253.62	2.78	Nessun vincolo	Nessun vincolo	1.954	Risolto con successo
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	1391.5	262.61	5.05	Nessun vincolo	Nessun vincolo	1.74	Risolto con successo
0: DM08_ITA: EQK - GEO	1613.4	285.29	5.51	Nessun vincolo	Nessun vincolo	1.74	Risolto con successo
0: DM08_ITA: EQK - STR	1230.1	212.92	3.46	Nessun vincolo	Nessun vincolo	2.309	Risolto con successo
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	943.41	191.41	2.69	Nessun vincolo	Nessun vincolo	2.309	Risolto con successo

Sommario esteso a tutti gli Approcci di Progetto

	Esito calcolo	Spostamento X paratia	Cedimento Z terreno	Momento paratia	Momento paratia
		(cm)	(cm)	(kN-m/m)	(kN-m)
Base model	Risolto con successo.Verifiche della paratia non eseguite.	3.46	2.34	1230.1	1230.1
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	Risolto con successo.Verifiche della paratia non eseguite.	2.78	1.94	1256.89	1256.89
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	Risolto con successo.Verifiche della paratia non eseguite.	5.05	3.79	1391.5	1391.5
0: DM08_ITA: EQK - GEO	Risolto con successo.Verifiche della paratia non eseguite.	5.51	4	1613.4	1613.4
0: DM08_ITA: EQK - STR	Risolto con successo.Verifiche della paratia non eseguite.	3.46	2.34	1230.1	1230.1
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	Risolto con successo.Verifiche della paratia non eseguite.	2.69	1.87	943.41	943.41

	Taglio paratia	Taglio paratia	Verifica paratia	Verifica pressofl.	Verifica taglio	Verifica σ cls
	(kN/m)	(kN)	(TSF)	(TSF)	(TSF)	(TSF)
Base model	212.92	212.92	N/A	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	253.62	253.62	N/A	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	262.61	262.61	N/A	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: EQK - GEO	285.29	285.29	N/A	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: EQK - STR	212.92	212.92	N/A	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	191.41	191.41	N/A	N/A	N/A	N/A

Paratia di Sostengo in DX dal km 41+657,36 -
41+757,85 - Relazione di calcolo Imbocchi

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	32 D 11	CL	TR240 5001	A	80 di 90

	Verifica σ armatura	Max reazione vincoli	Max reazione vincoli	Verifica vincoli	Verifica STR vincoli	Verifica GEO vincoli
	(TSF)	(kN/m)	(kN)	(TSF)	(TSF)	(TSF)
Base model	N/A	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	N/A	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	N/A	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo
0: DM08_ITA: EQK - GEO	N/A	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo
0: DM08_ITA: EQK - STR	N/A	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	N/A	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo

	Verifica fondo scavo (FS)	FS passiva (eq. limite)	FS rotazione (eq. limite)	FS infissione (eq. limite)	Quota Zcut	Passiva/Vera	Vera/Attiva
	(FS)	(FS)	(FS)	(FS)		/	/
Base model	4.037	6.462	3.811	2.309	N/A	4.571	1.354
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	4.037	4.932	2.898	1.954	N/A	4.77	1.35
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	3.23	3.85	2.273	1.74	N/A	3.31	1.169
0: DM08_ITA: EQK - GEO	3.23	3.908	2.324	1.74	N/A	3.146	1.17
0: DM08_ITA: EQK - STR	4.037	6.462	3.811	2.309	N/A	4.571	1.354
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	4.037	6.462	3.811	2.309	N/A	4.794	1.354

	Verifica sifonamento	Qflow	FSslope
	(FS)	(m3/hr)	
Base model	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: EQK - GEO	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: EQK - STR	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	N/A	N/A	N/A

Paratia di Sostengo in DX dal km 41+657,36 -
41+757,85 - Relazione di calcolo Imbocchi

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	32 D 11	CL	TR240 5001	A	81 di 90

Tabella risultati più gravosi

	Valore critico	Approccio di Progetto	Fase	Paratia	Indice voci critiche
Wall Moment (kN-m/m)	1613.4	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	3: 3-Sisma	1: Wall 1	100
Momento (kN-m)	1613.4	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	3: 3-Sisma	1: Wall 1	100
Taglio (kN/m)	285.29	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	1: 1-Scavo massimo	1: Wall 1	0
Taglio (kN)	285.29	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	1: 1-Scavo massimo	1: Wall 1	0
Spostamenti (cm)	5.511	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	3: 3-Sisma	1: Wall 1	N/A
Cedimenti superficiali (cm)	3.998	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	3: 3-Sisma	1: Wall 1	0
FS infissione (eq. limite)	3.85	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	1: 1-Scavo massimo	1: Wall 1	1
FS rotazione (eq. limite)	2.273	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	1: 1-Scavo massimo	1: Wall 1	1
FS lunghezza di infissione (eq. limite)	1.74	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	1: 1-Scavo massimo	1: Wall 1	1
FS spinta passiva mob. (analisi NL)	3.146	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	3: 3-Sisma	1: Wall 1	3

Risultati vincoli ed elementi strutturali

	Valore critico	Approccio di Progetto	Fase	Paratia	Indice voci critiche
Risultati non disponibili	Risultati non disponibili	Risultati non disponibili	Risultati non disponibili	Risultati non disponibili	Risultati non disponibili

Risultati paratia

	Valore critico	Approccio di Progetto	Fase	Paratia	Indice voci critiche
Momento ABS (kN-m)	1613.4	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	3: 3-Sisma	1: Wall 1	100
Momento +M (kN-m)	0	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	2: 2-Sistemazione Fondo scavo	1: Wall 1	0
Momento -M (kN-m)	-1613.4	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	3: 3-Sisma	1: Wall 1	100
Taglio (kN)	285.29	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	1: 1-Scavo massimo	1: Wall 1	0

Momento massimo fase per fase

	Approccio di Progetto	DS: 1	DS: 2	DS: 3	DS: 4	DS: 5
Momento fase0 (kN-m/m)	DS: 0	DS: 1	DS: 2	DS: 3	DS: 4	DS: 5
Momento fase1 (kN-m/m)	-943.41	-1256.89	-1391.5	-1324.4	-943.41	-943.41
Momento fase2 (kN-m/m)	-940.99	-1253.75	-1388.4	-1321.4	-940.99	-940.99
Momento fase3 (kN-m/m)	-1230.1	-1253.75	-1388.3	-1613.4	-1230.1	-940.99

Paratia di Sostengo in DX dal km 41+657,36 -
41+757,85 - Relazione di calcolo Imbocchi

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	32 D 11	CL	TR240 5001	A	82 di 90

Taglio massimo fase per fase

	Approccio di Progetto	DS: 1	DS: 2	DS: 3	DS: 4	DS: 5
V stg0 (kN/m)	DS: 0	DS: 1	DS: 2	DS: 3	DS: 4	DS: 5
V stg1 (kN/m)	191.41	253.62	262.61	253.2	191.41	191.41
V stg2 (kN/m)	186.87	247.7	258.11	248.71	186.87	186.87
V stg3 (kN/m)	-212.92	247.7	258.1	-285.29	-212.92	186.87

Massima reazione vincolare

	Approccio di Progetto	DS: 1	DS: 2	DS: 3	DS: 4	DS: 5
Rmax Fase 0 (kN/m)	DS: 0	DS: 1	DS: 2	DS: 3	DS: 4	DS: 5
Rmax Fase 1 (kN/m)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Rmax Fase 2 (kN/m)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Rmax Fase 3 (kN/m)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

ANALISI PARATIA SEZ.506

DATI INPUT:

DATI TERRENO

Name	g tot	g dry	Frict	C'	Su	FRp	FRcv	Eload	Eur	kAp	kPp	kAcv	kPcv	Vary	Spring	Color
	(kN/m3)	(kN/m3)	(deg)	(kPa)	(kPa)	(deg)	(deg)	(kPa)	(kPa)	NL	NL	NL	NL		Model	
bc2	19.5	19.5	33	0	N/A	N/A	N/A	50000	80000	0.3	3.39	N/A	N/A	True	Linear	
bn1	20	20	38	0	N/A	N/A	N/A	80000	128000	0.24	4.2	N/A	N/A	True	Linear	

Name	Poisson	Min Ka	Min sh	ko.NC	nOCR	aH.EXP	aV.EXP	qSkin	qNails	kS.nails	PL
	v	(clays)	(clays)	-	-	(0 to 1)	(0 to 1)	(kPa)	(kPa)	(kN/m3)	(MPa)
bc2	0.35	-	-	0.455	1	-	-	300	0	0	-
bn1	0.35	-	-	0.384	1	-	-	150	0	0	-

gtot=peso specifico /totale terreno

gdry=peso secco del terreno

Frict=angolo di attrito di calcolo

C'=coesione efficace

Su = Coesione non drenata, parametro attivo per terreni tipo CLAY in condizioni NON drenate

Dilat=Dilatanza terreno (parametro valido solo in analisi non lineare)

Evc=modulo a compressioen vergine molla equivalente terreno

Eur=modulo di scarico/ricarico (fase elastica) molla equivalente terreno

Kap= coefficiente di spinta attiva di picco

Kpp= coefficiente di spinta passiva di picco

Kacv= coefficiente di spinta attiva di picco

Kpcv= coefficiente di spinta passiva di picco

Spring models= modalità di definizione dei moduli di rigidezza molle terreno (LIN, EXP, SIMC)

LIN= Lineare-Elastico-Perfettamente plastico

EXP: esponenziale, SUB: Modulo di reazione del sottosuolo

SIMC= Modo semplificato per argille

STRATIGRAFIA TERRENI

Top Elev= quota superiore strato

Soil type=nome del terreno

OCR=rapporto di sovraconsolidazione

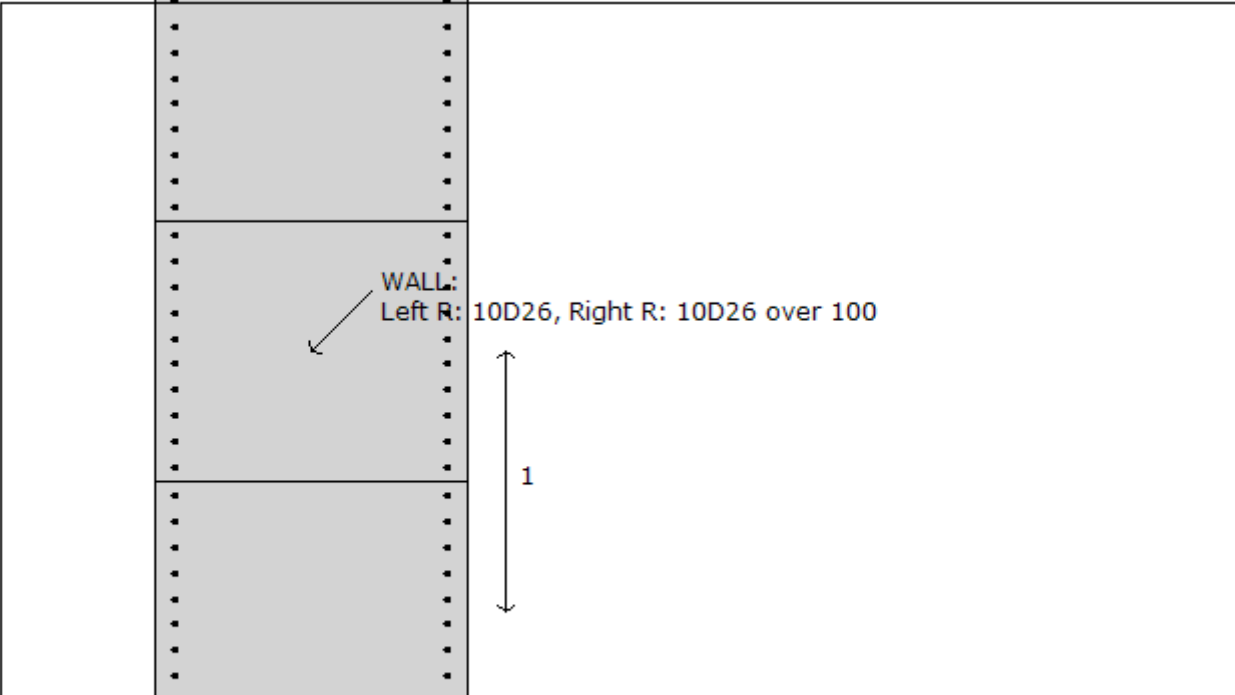
K0=coefficiente di spinta a riposo

Nome: Boring 1, pos: (-20, 0)

Top elev.	Soil type	OCR	Ko
0	bc2	1	0.46
-9	bn1	1	0.38

DATI PARATIE

Sezioni paratia0: Wall 1

		
Società: My Company	Wall sketch	CeAS srl and Deep Excavation LCC
Progettista: Engineer		Paratie Plus 2011 - DeepXcav 2011
C:\Usr\stagista\Desktop\2002-Frasso\Paratia pk.41+657\SEZ.506.DEEP		6/28/2017

Sezioni paratia0: DIAFRAMMA S=1,20

Tipo paratia: Diaframma

Quota sommità paratia: 0 m Quota piede paratia: -24 m

Dimensione fuori piano paratia: 1 Spessore paratia = 1.2

Ampiezza zona spinta passiva al di sotto del piano di scavo: 1 Ampiezza zona spinta attiva al di sotto del piano di scavo: 1 Swater= 1

$f'_{c} = 24.8$ $F_y \text{ barre} = 449.7$ $E_{c} = 31475.7$ F_{cT} calcestruzzo a trazione = 9% di F_c'

Attrito paratia: % attrito terreno = 0%

Le capacità paratie in acciaio sono calcolate con NTC 2008

Le capacità paratie in calcestruzzo sono calcolate con NTC 2008

Nota: con la capacità ultima si dovrebbe adottare un fattore di sicurezza strutturale.

Diaframma

Tabella: dati solette

Name	Shape	F_y	F_c'	D	B	B_w	tf	Ctop	Cbot	A_{sTop}	A_{sBot}	A	Pmax	Mmax
		(MPa)	(MPa)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(cm ²)	(cm ²)	(kN)	(kN-m)
DIAFRAMMA S=1,20	Rect	449.7	24.8	120	100	N/A	N/A	7.6	7.6	53.1	53.1	12000	0	0

Paratia di Sostengo in DX dal km 41+657,36 -
41+757,85 - Relazione di calcolo Imbocchi

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	32 D 11	CL	TR240 5001	A	85 di 90

DATI GENERALI PARATIA

Hor wall spacing=interasse tra pannelli

passive width below exc=larghezza di riferimento per calcolo zona passiva per analisi classica

concrete f'c=fck=res cilindrica caratteristica cls

Rebar fy=fyk=res caratteristica acciaio armature

Econc=modulo elastico cls

Concrete tension fct=fctk=resistenza caratteristica a trazione cls

Steel members fy=fyk=res caratteristica acciaio

Esteel=modulo elastico acciaio

DATI TABELLATI (si omette la spiegazione dei parametri già descritti in precedenza)

1) Diaphragm wall=sezione rettangolare in CA

N/A= il valore non è disponibile in quanto non correlato al tipo di sezione in uso

Fy=fyk

F'c=fck

D=altezza paratia

B=base paratia

tf=spessore

2) Steel sheet pile=palancolata

DES=tipo di palancolata

Shape=forma

W=peso per unità di lunghezza

A=area

h=altezza

t=spessore lamiera orizzontale

b=base singolo elemento a Z o U

s=spessore lati obliqui

Ixx=inerzia asse principale palancolata (per unità di lunghezza)

Sxx=modulo di resistenza asse principale palancolata (per unità di lunghezza)

3) Secant pile wall (pali allineati e sovrapposti), Tangent pile wall=pali allineati (Berlinesi, micropali), soldier pile (pali in acciaio con collegamento in cls), soldier pile and timber lagging (pali in acciaio con collegamento con elementi in legno)

W=peso per unità di lunghezza

A=area

D=diámetro

tw o tp=spessore dell'anima (sezione a I) o del tubo (sezione circolare)

bf=larghezza della sezione

tf=spessore dell'ala

k=altezza flangia + altezza raccordo

Ixx=inerzia rispetto asse orizzontale (per unità di lunghezza)

Sxx=modulo di resistenza rispetto asse orizzontale (per unità di lunghezza)

rx=raggio giratore d'inerzia lungo x

Iyy=inerzia rispetto asse verticale (per unità di lunghezza)

Syy=modulo di resistenza rispetto asse verticale (per unità di lunghezza)

ry=raggio giratore d'inerzia lungo y

Cw=costante di ingobbamento

fy=fyk

DATI PER AZIONE SISMICA

L'azione sismica è stata modellata facendo uso di un approccio pseudostatico.

Summary of stage assumptions

Stage	Seismic g	Method	aX	aY	Beta	Building Code Used
Number	Used	Used	(g)	(g)		(Name)
0	No		0.18	0.09	1	N/A
1	No		0.18	0.09	1	N/A
2	No		0.18	0.09	1	N/A
3	Yes		0.169	0.085	1	N/A

N/A= parametro non disponibile

Stage number=fase di scavo

Seismic ag Used=se nello step è stata attivato il sisma

Method=metodo per calcolo spinta sismica

ax=accelerazione ah orizzontale di progetto

ay=accelerazione av verticale di progetto

Beta=coeff moltiplicatore spinta sismica (per norma USA)

Buildind code=normativa per calcolo accelerazione

Paratia di Sostengo in DX dal km 41+657,36 -
 41+757,85 - Relazione di calcolo Imbocchi

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	32 D 11	CL	TR240 5001	A	87 di 90

SINTESI OUTPUT:

SOMMARIO RISULTATI ANALISI E VERIFICHE

Nel seguito si riportano, sotto forma di tabelle e grafici:

- i risultati più gravosi di tutti gli approcci di progetto;
- i risultati più gravosi divisi per Approcci di Progetto e per fasi.

Sommario per ogni Approccio di Progetto

Base model	Momento paratia	Taglio paratia	Spostamento X paratia	Max reazione vincoli	Verifica vincoli	Verifica infissione	Esito calcolo
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	(kN-m/m)	(kN/m)	(cm)	(kN/m)	(TSF)	(FS)	
Base model	1789.1	295.68	5.38	Nessun vincolo	Nessun vincolo	2.538	Risolto con successo
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	1772.29	334.39	4.08	Nessun vincolo	Nessun vincolo	2.183	Risolto con successo
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	1996.5	335.4	7.24	Nessun vincolo	Nessun vincolo	1.867	Risolto con successo
0: DM08_ITA: EQK - GEO	2364.3	365.47	8.29	Nessun vincolo	Nessun vincolo	1.914	Risolto con successo
0: DM08_ITA: EQK - STR	1789.1	295.68	5.38	Nessun vincolo	Nessun vincolo	2.538	Risolto con successo
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	1333.3	253.09	3.96	Nessun vincolo	Nessun vincolo	2.541	Risolto con successo

Sommario esteso a tutti gli Approcci di Progetto

	Esito calcolo	Spostamento X paratia	Cedimento Z terreno	Momento paratia	Momento paratia
		(cm)	(cm)	(kN-m/m)	(kN-m)
Base model	Risolto con successo.Verifiche della paratia non eseguite.	5.38	3.27	1789.1	1789.1
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	Risolto con successo.Verifiche della paratia non eseguite.	4.08	2.54	1772.29	1772.29
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	Risolto con successo.Verifiche della paratia non eseguite.	7.24	4.89	1996.5	1996.5
0: DM08_ITA: EQK - GEO	Risolto con successo.Verifiche della paratia non eseguite.	8.29	5.42	2364.3	2364.3
0: DM08_ITA: EQK - STR	Risolto con successo.Verifiche della paratia non eseguite.	5.38	3.27	1789.1	1789.1
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	Risolto con successo.Verifiche della paratia non eseguite.	3.96	2.46	1333.3	1333.3

	Taglio paratia	Taglio paratia	Verifica paratia	Verifica pressofl.	Verifica taglio	Verifica σ cls
	(kN/m)	(kN)	(TSF)	(TSF)	(TSF)	(TSF)
Base model	295.68	295.68	N/A	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	334.39	334.39	N/A	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	335.4	335.4	N/A	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: EQK - GEO	365.47	365.47	N/A	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: EQK - STR	295.68	295.68	N/A	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	253.09	253.09	N/A	N/A	N/A	N/A

Paratia di Sostengo in DX dal km 41+657,36 -
41+757,85 - Relazione di calcolo Imbocchi

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	32 D 11	CL	TR240 5001	A	88 di 90

	Verifica σ armatura (TSF)	Max reazione vincoli (kN/m)	Max reazione vincoli (kN)	Verifica vincoli (TSF)	Verifica STR vincoli (TSF)	Verifica GEO vincoli (TSF)
Base model	N/A	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	N/A	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	N/A	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo
0: DM08_ITA: EQK - GEO	N/A	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo
0: DM08_ITA: EQK - STR	N/A	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	N/A	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo

	Verifica fondo scavo (FS) (FS)	FS passiva (eq. limite) (FS)	FS rotazione (eq. limite) (FS)	FS infissione (eq. limite) (FS)	Quota Zcut	Passiva/Vera /	Vera/Attiva /
Base model	4.342	6.752	4.186	2.538	N/A	4.431	1.384
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	4.342	5.159	3.188	2.183	N/A	4.873	1.38
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	3.473	4.02	2.493	1.867	N/A	3.461	1.166
0: DM08_ITA: EQK - GEO	3.473	4.072	2.54	1.914	N/A	3.116	1.168
0: DM08_ITA: EQK - STR	4.342	6.752	4.186	2.538	N/A	4.431	1.384
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	4.342	6.752	4.186	2.541	N/A	4.892	1.384

	Verifica sifonamento (FS)	Qflow (m3/hr)	FSslope
Base model	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: EQK - GEO	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: EQK - STR	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	N/A	N/A	N/A

Paratia di Sostengo in DX dal km 41+657,36 -
41+757,85 - Relazione di calcolo Imbocchi

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	32 D 11	CL	TR240 5001	A	89 di 90

Tabella risultati più gravosi

	Valore critico	Approccio di Progetto	Fase	Paratia	Indice voci critiche
Wall Moment (kN-m/m)	2364.3	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	3: 3-Sisma	1: Wall 1	0
Momento (kN-m)	2364.3	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	3: 3-Sisma	1: Wall 1	0
Taglio (kN/m)	365.47	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	1: 1-Scavo massimo	1: Wall 1	0
Taglio (kN)	365.47	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	1: 1-Scavo massimo	1: Wall 1	0
Spostamenti (cm)	8.29	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	3: 3-Sisma	1: Wall 1	N/A
Cedimenti superficiali (cm)	5.42	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	3: 3-Sisma	1: Wall 1	0
FS infissione (eq. limite)	4.02	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	1: 1-Scavo massimo	1: Wall 1	1
FS rotazione (eq. limite)	2.493	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	1: 1-Scavo massimo	1: Wall 1	1
FS lunghezza di infissione (eq. limite)	1.867	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	1: 1-Scavo massimo	1: Wall 1	1
FS spinta passiva mob. (analisi NL)	3.116	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	3: 3-Sisma	1: Wall 1	3

Risultati vincoli ed elementi strutturali

	Valore critico	Approccio di Progetto	Fase	Paratia	Indice voci critiche
Risultati non disponibili	Risultati non disponibili	Risultati non disponibili	Risultati non disponibili	Risultati non disponibili	Risultati non disponibili

Risultati paratia

	Valore critico	Approccio di Progetto	Fase	Paratia	Indice voci critiche
Momento ABS (kN-m)	2364.3	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	3: 3-Sisma	1: Wall 1	0
Momento +M (kN-m)	0	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	2: 2-Sistemazione Fondo scavo	1: Wall 1	0
Momento -M (kN-m)	-2364.3	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	3: 3-Sisma	1: Wall 1	0
Taglio (kN)	365.47	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	1: 1-Scavo massimo	1: Wall 1	0

Momento massimo fase per fase

	Approccio di Progetto	DS: 1	DS: 2	DS: 3	DS: 4	DS: 5
Momento fase0 (kN-m/m)	DS: 0	DS: 1	DS: 2	DS: 3	DS: 4	DS: 5
Momento fase1 (kN-m/m)	-1333.3	-1772.29	-1996.5	-1910.2	-1333.3	-1333.3
Momento fase2 (kN-m/m)	-1332.2	-1770.86	-1995	-1908.7	-1332.2	-1332.2
Momento fase3 (kN-m/m)	-1789.1	-1770.86	-1995	-2364.3	-1789.1	-1332.2

Paratia di Sostengo in DX dal km 41+657,36 -
41+757,85 - Relazione di calcolo Imbocchi

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	32 D 11	CL	TR240 5001	A	90 di 90

Taglio massimo fase per fase

	Approccio di Progetto	DS: 1	DS: 2	DS: 3	DS: 4	DS: 5
V stg0 (kN/m)	DS: 0	DS: 1	DS: 2	DS: 3	DS: 4	DS: 5
V stg1 (kN/m)	253.09	334.39	335.4	324.96	253.09	253.09
V stg2 (kN/m)	250.83	331.45	333.1	322.66	250.83	250.83
V stg3 (kN/m)	295.68	331.45	333.1	365.47	295.68	250.83

Massima reazione vincolare

	Approccio di Progetto	DS: 1	DS: 2	DS: 3	DS: 4	DS: 5
Rmax Fase 0 (kN/m)	DS: 0	DS: 1	DS: 2	DS: 3	DS: 4	DS: 5
Rmax Fase 1 (kN/m)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Rmax Fase 2 (kN/m)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Rmax Fase 3 (kN/m)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A