

COMMITTENTE:



ALTA
SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



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

LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA

Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza

PROGETTO ESECUTIVO

VIADOTTI E PONTI

AV - Viadotto Rio Guà dal km 34+047,75 al km 34+125,75

SCAVI, DEMOLIZIONE, OPERE PROVVISORIALI

Relazione di calcolo opere provvisoriali

GENERAL CONTRACTOR				DIRETTORE LAVORI				SCALA	
IL PROGETTISTA INTEGRATORE		Conorzio Iricav Due ing. Paolo CARMONA						-	
Ing. Giovanni MALAYENDA ALBO INGEGNERI PROV. DI MESSINA n. 4503		Data: Agosto 2022							

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

I	N	1	7	1	2	E	I	2	C	L	V	I	0	9	B	1	0	0	1	C	-	-	-	D	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma Alberto LEVORATO	Data Agosto 2022

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
B	RECEPIMENTO ISTRUTTORIE	G. Furlani <i>G. Furlani</i>	Marzo 2022	V. Pastore <i>V. Pastore</i>	Marzo 2022	P. Ascari <i>P. Ascari</i>	Marzo 2022	P. Ascari
B	RECEPIMENTO ISTRUTTORIE	G. Furlani <i>G. Furlani</i>	Agosto 2022	V. Pastore <i>V. Pastore</i>	Agosto 2022	P. Ascari <i>P. Ascari</i>	Agosto 2022	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2CLVI09B1001C.DOCX
Progetto cofinanziato dalla Unione Europea		Cod. origine:



GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001	Rev. C	Foglio 2 di 65	

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	6
2.1	Normativa di riferimento.....	6
2.2	Documenti di riferimento.....	6
2.3	Software di riferimento.....	6
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	7
4	ANALISI DELLE PARATIE DI PALI	8
4.1	Metodologia di calcolo	8
4.1.1	Pressione e resistenza statica delle terre e dell'acqua.....	8
4.2	Combinazioni e coefficienti parziali.....	11
4.3	Verifiche dei tiranti e delle travi di ripartizione	12
4.4	Caratterizzazione geotecnica dei terreni	15
4.5	Sezioni di calcolo	16
4.6	Elementi strutturali	16
4.6.1	Sezione 1 – Pila 13.....	17
4.6.2	Sezione 2 – Pila 14.....	17
4.7	Fasi di calcolo	17
4.7.1	Sezione 1 – Pila 13.....	17
4.7.1	Sezione 2 – Pila 14.....	18
4.8	Risultati di calcolo e verifiche.....	19
4.8.1	Sezione 1 – Pila 13.....	20
4.8.2	Sezione 2 – Pila 14.....	26
4.9	Verifiche nei confronti degli stati limite idraulici	30
	APPENDICE A. REPORT DI CALCOLO PARATIE PLUS.....	33
	Sezione 1 – Pila 13	33
	Sezione 2 – Pila 14	50

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001	Rev. C	Foglio 3 di 65	

1 PREMESSA

La presente relazione sviluppa il dimensionamento, la verifica geotecnica e stabilità strutturale delle paratie provvisorie necessarie per la realizzazione delle fondazioni del viadotto VI09B - Rio Guà dal km 34+047,75 al km 34+125,75, previsto nell'ambito della linea A.V. / A.C. Torino – Venezia, tratta Verona – Padova, lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza.

In particolare si tratta di paratie di pali poste a presidio idraulico Rio Guà per lo scavo delle fondazioni della pila 13 e pila 14. Verranno realizzate con pali secanti in c.a. di diametro Ø1000 mm ad interasse tra i pali 0.6 m, armatura dei pali secondari 15 Ø26 mm con staffe Ø14 mm passo 20 cm (raffittimento con passo 10 cm nell'intorno del tirante) e lunghezza 25.0 m. Saranno contrastate con un ordine di tiranti attivi costituiti da 4 trefoli con diametro di perforazione $D_p=180$ mm interasse 1.20 m, lunghezza libera 13.0 m, lunghezza fondazione 13.0 m.

È inoltre prevista la realizzazione di 2 pozzi di aggotamento per ogni plinto. In presenza di terreni granulari permeabili, verranno attivati prima di iniziare lo scavo e consentiranno di mantenere asciutto il fondo scavo durante l'approfondimento, la scapitozzatura dei pali, la posa delle armature e il getto del plinto.

Le opere di sostegno in argomento, in accordo al punto 2.4.1 NTC2008, sono da ritenersi opere provvisoriale e per esse è omessa la verifica sismica.

Nelle seguenti figure si riportano le sezioni delle opere provvisorie di riferimento per i calcoli di seguito eseguiti.

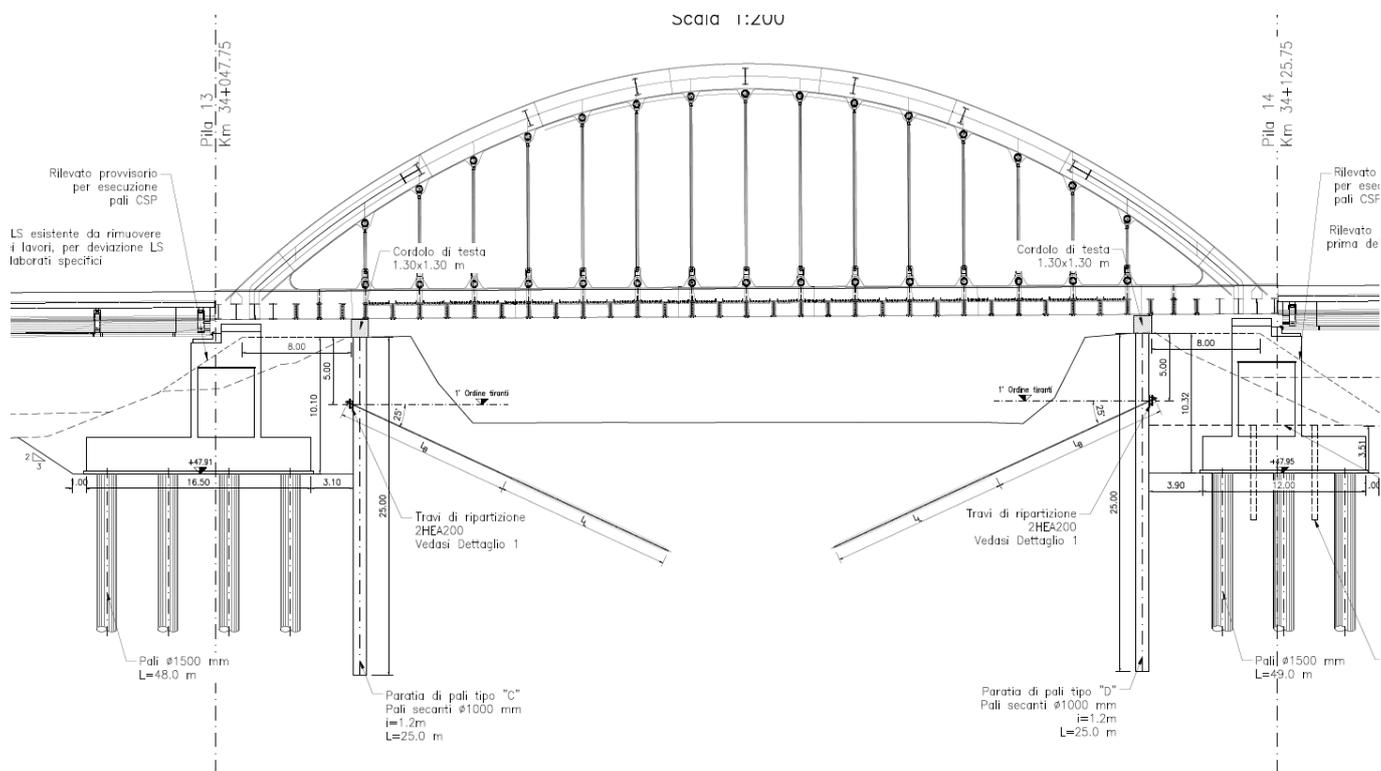


Figura 1 – Sezione longitudinale - Pila P13 e P14

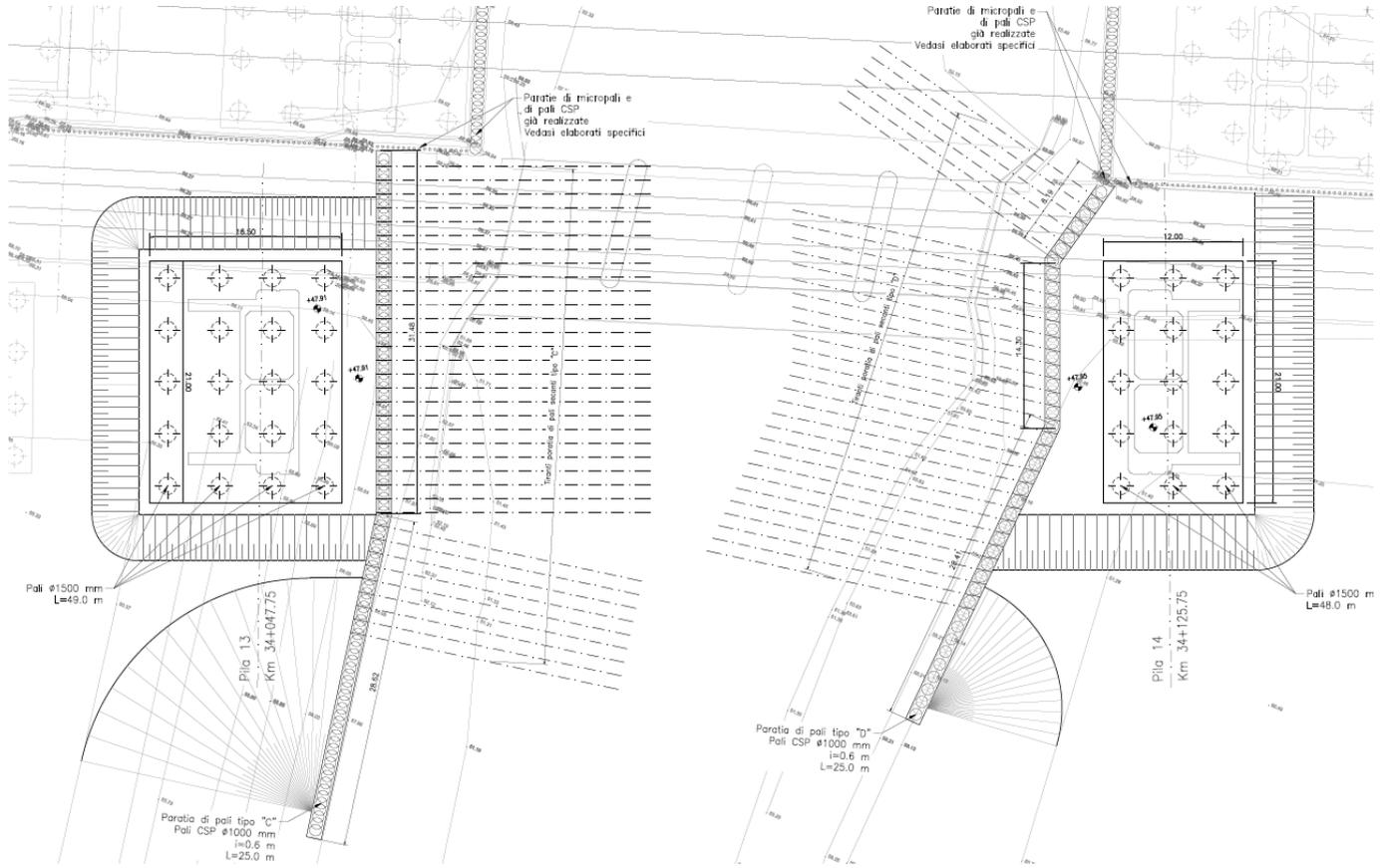


Figura 2 – Pianta - Pila P13 e P14

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001	Rev. C	Foglio 6 di 65	

2 NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Normativa di riferimento

- [NR 1] D.M. 14/01/2008 – “Nuove norme tecniche per le costruzioni”.
- [NR 2] UNI EN 1997-1:2005 – “Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali”.
- [NR 3] UNI EN 1998-1:2005 – “Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”.
- [NR 4] BS 8006:1995 – “Code of practice for Strengthened/reinforced soils and other fills”.
- [NR 5] UNI EN 1993-5:2006 – “Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio-Piling”.

2.2 Documenti di riferimento

- [DR 1.] IN1712EI2FZVI09A0001 - Profilo Geotecnico - AV - Viadotto Rio Guà dal km 33+722,75 al km 34+047,75.
- [DR 2.] IN1711EI2RBGE0000004 – Relazione Geotecnica Generale (dal km 33+500 al km 44+250).
- [DR 3.] IN1712EI2RBVI09A0001 – Relazione Geotecnica - AV - Viadotto Rio Guà dal km 33+722,75 al km 34+047,75.

2.3 Software di riferimento

Le analisi sono svolte per mezzo del:

- programma di calcolo Paratie Plus 21;
- programma di calcolo per le verifiche strutturali RC-SEC, Geostru.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17 Lotto 12 Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001 Rev. C Foglio 7 di 65

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per la realizzazione delle paratie di pali si prevede l'utilizzo di calcestruzzo armato C25/30, diametro di perforazione 1.0 m e interasse di 0.6 m. L'armatura è prevista in corrispondenza dei pali secanti secondari (interasse 1.2 m) e si prevede l'utilizzo di acciaio B450C.

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di calcolo fcd:	14.160 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.080 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Coeff. di Poisson:	0.20
	Resis. media a trazione fctm:	2.560 MPa
	ACCIAIO -	Tipo:
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito

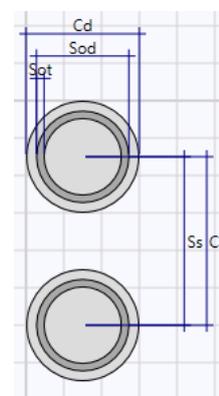


Tabella 1 - Caratteristiche pali

Cd [m]	Cs [m]	Inerzia eq. [m ⁴ /m]	Area eq. [m]
1.0	1.2	0.0409	0.6545

Il sistema di contrasto prevede tiranti a 4 trefoli, in acciaio armonico, Ø 0.6" (area 0.000556 m²). Per le travi di ripartizione si adotta acciaio S355 con profilato doppio HE 200 A.

Tabella 2 - Profilo HE 200 A

W _{el} =	389	cm ³	modulo di resistenza elastico - asse forte
A =	54	cm ²	area
W _{pl} =	430	cm ³	modulo di resistenza plastico - asse forte
A _v =	18.1	cm ²	area resistente a taglio
b =	200	mm	larghezza
h =	190	mm	altezza
t _w =	6.5	mm	spessore anima
t _f =	10	mm	spessore ali
r =	18	mm	raggio curvatura raccordo
ρ =	0.000		parametro di riduzione resistenza a taglio
n =	0.00		rapporto azione/resistenza assiale
a =	0.26		parametro di riduzione resistenza assiale

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001	Rev. C	Foglio 8 di 65	

4 ANALISI DELLE PARATIE DI PALI

4.1 Metodologia di calcolo

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. Il calcolo "monodimensionale" della paratia verrà perciò condotto con l'ausilio di un codice di calcolo automatico agli elementi finiti (Paratie Plus 21) che, con l'impiego di un metodo di calcolo iterativo, consente di modellare l'interazione terreno-struttura nella successione delle fasi di scavo e di esercizio.

Infatti, in tale codice di calcolo, l'interazione fra la paratia e il terreno, è simulata modellando la prima con elementi finiti caratterizzati da una rigidezza 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, centine) con molle dotate di opportuna rigidezza.

La legge costitutiva elasto-plastica del terreno è identificata dai parametri di spinta del terreno: il terreno reagisce in modo elastico sino ai valori limite dello spostamento raggiunti i quali, la reazione corrisponde, a seconda del segno dello spostamento, ai valori limite della pressione attiva o passiva. Si intende che gli spostamenti vengono computati a partire dalla situazione di terreno "in quiete".

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.

Il metodo di calcolo richiede la definizione di parametri di interazione struttura-terreno, valutati in funzione delle caratteristiche geotecniche e fisiche dei terreni e delle caratteristiche geometriche e strutturali dell'opera. Nei paragrafi seguenti si forniscono tutti i valori dei parametri assunti nella analisi.

Tutti i calcoli verranno condotti con riferimento a condizioni di lungo termine (parametri del terreno "efficaci") che, nel caso di esecuzione di scavi (detensionamento del terreno), conducono a risultati cautelativi sul dimensionamento delle opere di sostegno.

4.1.1 Pressione e resistenza statica delle terre e dell'acqua

In generale, la pressione σ'_h che lo scheletro solido del terreno esercita su una struttura di sostegno dipende dagli spostamenti che essa subisce per effetto di σ'_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 (diminuzione della tensione orizzontale efficace rispetto alle condizioni geostatiche), la σ'_h sul paramento di monte può essere calcolata come:

$$\sigma'_h = k_a \sigma'_v - 2c' \sqrt{k_a} \quad \text{pressione attiva}$$

dove:

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001	Rev. C	Foglio 9 di 65	

k_a è il coefficiente di spinta attiva

σ'_v è la tensione verticale efficace

c' è la coesione efficace

In condizioni statiche, k_a è funzione dell'angolo di attrito efficace dello scheletro solido ϕ' , dell'angolo di attrito δ fra struttura e terreno (nelle analisi $\delta' = 0.5 \cdot \phi'$), dell'inclinazione ψ rispetto all'orizzontale del paramento di monte della struttura di sostegno e dell'inclinazione β rispetto all'orizzontale del versante a tergo dell'opera. Fra le varie formulazioni proposte per il calcolo di k_a , nel caso di condizioni stratigrafiche omogenee e di cunei di spinta non influenzati dall'andamento della falda lungo il pendio, poiché formulazioni più complesse come ad esempio il modello a spirale logaritmica (cfr. Figura 3) non portano a risultati più accurati, si farà riferimento a quella di [Coulomb, 1776] che considera una superficie di rottura piana:

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

Nel caso in cui la struttura subisca uno spostamento verso monte (aumento della tensione orizzontale efficace rispetto alle condizioni geostatiche), la σ'_h sul paramento di monte può essere calcolata come:

$$\sigma'_h = k_p \sigma'_v - 2c' \sqrt{k_p} \quad \text{pressione passiva}$$

dove:

k_p è il coefficiente di spinta attiva

σ'_v è la tensione verticale efficace

c' è la coesione efficace

Analogamente al coefficiente di spinta attiva, in condizioni statiche si può porre $k_p = k_p(\phi', \psi, \beta, \delta)$. Nelle analisi effettuate si è posto $\delta' = 0.5 \cdot \phi'$. Fra le varie formulazioni proposte per il calcolo di k_p , di seguito, si farà riferimento a quella di [Caquot-Kerisel, 1948] che, nel caso in cui sia $\delta > \phi' / 3$ fornisce risultati più attendibili delle altre formulazioni. La superficie potenziale di scorrimento del terreno è assimilabile in questo caso ad un arco di spirale logaritmica e non più ad una superficie piana. Tale coefficiente viene determinato dall'interpolazione polinomiale delle spirali logaritmiche fornite sperimentalmente da [Caquot-Kerisel, 1948], riportate in Figura 3.

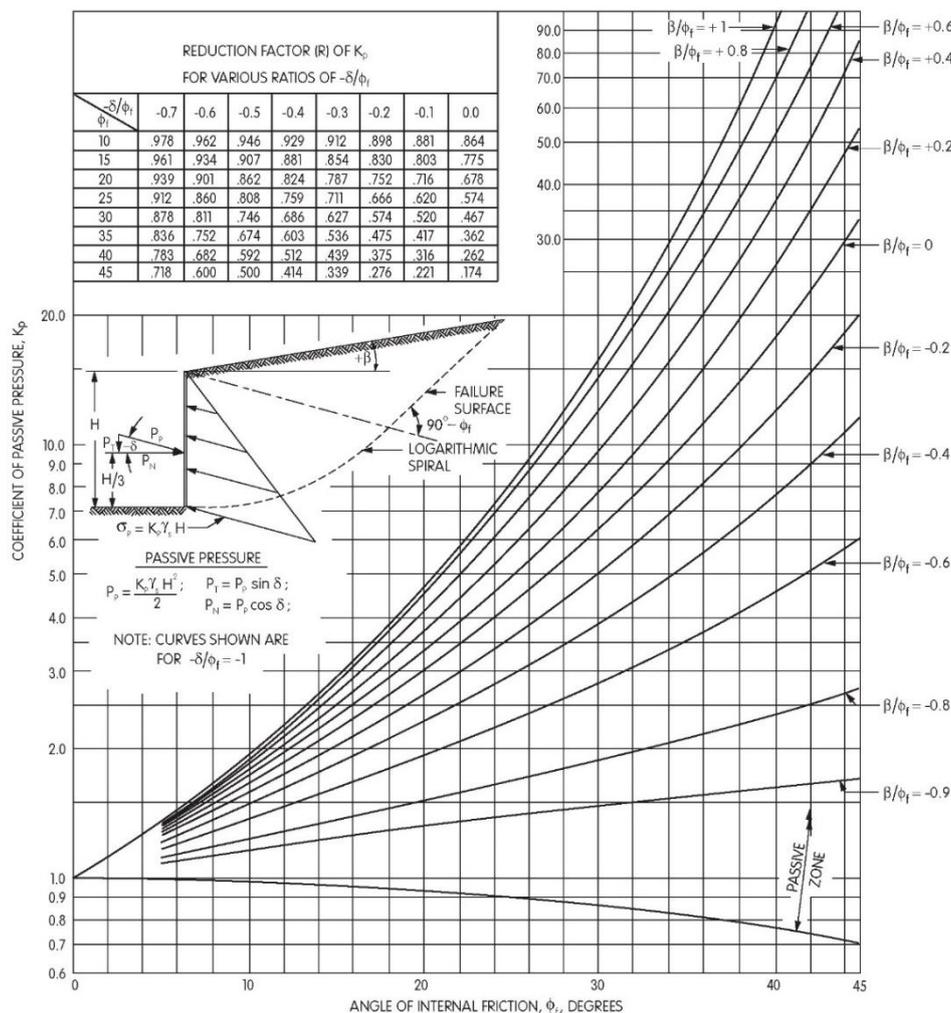


Figura 3: Modello a spirale logaritmica per il calcolo dei coefficienti di spinta

Pertanto, in generale, 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 può essere calcolata come la pressione in condizioni geostatiche:

$$\sigma'_h = k_0 \sigma'_v \quad \text{pressione a riposo}$$

dove:

k_0 è il coefficiente di spinta a riposo;

σ'_v è la tensione verticale efficace.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001	Rev. C	Foglio 11 di 65	

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 $(1 - \sin \phi')$;

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

In generale, per strutture di sostegno impermeabili senza sistemi di drenaggio a monte, alla pressione esercitata dallo scheletro solido deve essere sommata la pressione esercitata dall'acqua.

In condizioni drenate (regime stazionario), che sono le condizioni a vantaggio di sicurezza nel caso di esecuzione di scavi (detensionamento del terreno), la pressione dell'acqua (pressione neutra) nei pori è indipendente dalla deformazione dello scheletro solido (disaccoppiamento meccanico-idraulico). Pertanto, nell'ipotesi semplificativa che il flusso nell'intorno della paratia si sviluppi prevalentemente in direzione verticale (certamente realistica in assenza di acquiferi confinati), il calcolo della pressione neutra p alla quota z può essere condotto considerando che il prodotto fra permeabilità k e perdita di carico i è costante (principio di conservazione della massa applicato alla legge di Darcy) ovvero, che in ciascun tratto omogeneo (permeabilità k costante), di spessore $L = z - z_0$, la perdita di carico i è costante:

$$p = p_0 - \gamma_w (1 + i) (z - z_0) \quad \text{pressione neutra}$$

dove:

p_0 è la pressione all'inizio di ciascun tratto omogeneo ovvero $p(z = z_0)$

γ_w è il peso specifico dell'acqua

$$i \text{ è la perdita di carico } i = \frac{-\Delta h}{L} = -\frac{[h(z) - h(z_0)]}{z - z_0}$$

z è la quota, positiva verso l'alto, alla quale si calcola p .

4.2 Combinazioni e coefficienti parziali

Il codice di calcolo utilizzato consente di amplificare automaticamente i risultati di calcolo utilizzando i seguenti coefficienti parziali di normativa:

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17 Lotto 12 Codifica Documento E12 CL VI 09 B 1 001 Rev. C Foglio 12 di 65

Tabella 3 - Combinazioni per analisi statiche in esercizio (SLE)

Azioni (γ_F)				Proprietà del terreno (γ_M)		
Permanenti		Variabili		tan φ'	c'	cu
sfavorevoli	favorevoli	sfavorevoli	favorevoli			
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabella 4 - Combinazioni per analisi statiche (STR e GEO)

	Azioni (γ_F)				Proprietà del terreno (γ_M)			Resistenze (γ_R)
	Permanenti		Variabili		tan φ'	c'	cu	
	sfavorevoli	favorevoli	sfavorevoli	favorevoli				
<i>STR</i> (A1 + M1 + R1)	1.30	1.00	1.50	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<i>GEO</i> (A2 + M2 + R2)	1.00	1.00	1.30	0.00	1.25	1.25	1.40	1.10

Lo SLU GEO è verificato automaticamente dal codice di calcolo.

4.3 Verifiche dei tiranti e delle travi di ripartizione

Il codice Paratie Plus 21 consente di effettuare le verifiche di resistenza allo SLU/SLV dell'armatura e della fondazione dei tiranti, applicando automaticamente la seguente metodologia, in ottemperanza alla vigente normativa. Il codice verifica sia la resistenza dell'acciaio armonico (denominata "Resistenza STR") che la resistenza della fondazione (denominata "Resistenza GEO").

Verifica dell'acciaio armonico

In condizioni ultime, al fine di verificare l'acciaio dei tiranti, lo sforzo massimo di trazione di calcolo N_Q ricavato dall'analisi allo SLU/SLV, deve risultare non maggiore dello sforzo di snervamento di progetto dei tiranti N_{yd} ottenuto moltiplicando l'area totale A_t della sezione resistente per la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio $f_{p(1)k}$ (1670 MPa), fattorizzata con il coefficiente parziale $\gamma_s = 1.05$.

$$N_{yd} = \frac{f_{p(1)k} A n_{tr}}{\gamma_s} \geq N_{Q,SLU}$$

dove:

$f_{p(1)k}$ è la resistenza caratteristica di rottura dell'acciaio dei trefoli

A è l'area di ciascun trefolo

n_{tr} è il numero di trefoli per tirante

γ_s è il coefficiente parziale dell'acciaio

Il codice Paratie Plus 21 applica quindi la disequazione di verifica $N_{yd} > N_Q$.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17 Lotto 12 Codifica Documento E12 CL VI 09 B 1 001 Rev. C Foglio 13 di 65

Verifica di portanza della fondazione

La fondazione dei tiranti (tratto attivo) sarà eseguita con iniezione di malta cementizia (ed additivi) ad alta pressione, con il metodo IRS (Iniezioni Ripetute e Selettive) attraverso valvole poste ad interasse di 0.5 m.

In considerazione delle caratteristiche tecnologiche e della natura dei terreni si valutano le tensioni “caratteristiche” di adesione laterale limite fondazione-terreno $\alpha\tau_{lim}$, riferite al diametro nominale di perforazione. Tali valori sono in accordo a quanto suggerito dall’esperienza di Bustamante e Doix per il caso in esame.

Per i terreni in cui sono fondati i tiranti di progetto si assume il valore $\alpha\tau_{lim} = 180$ kPa (vedasi tabelle a seguire).

$$N_{Rf} = \frac{\pi D_p \alpha\tau_{lim} L_a}{\gamma_R \xi}$$

dove:

- N_{Rf} è la resistenza di progetto dell’interfaccia tra il bulbo di fondazione ed il terreno
- $\alpha\tau_{lim}$ è la tensione di adesione laterale limite fondazione-terreno
- γ_R è il coefficiente parziale riduttivo della resistenza (pari a 1.1 per tiranti provvisori e 1.2 per tiranti definitivi)
- ξ è il fattore di correlazione per derivare la resistenza caratteristica dalle prove geotecniche, in funzione del numero di profili di indagine
- L_a è la lunghezza attiva
- D_p è il diametro di perforazione
- N_Q è l’azione di trazione massima allo SLU/SLV

Il codice Paratie Plus 21 applica quindi la disequazione di verifica $N_{Rf} > N_Q$.

In particolare per i tiranti in oggetto considerando un valore minimo di prova SPT di 15 colpi/30cm nei terreni incoerenti e 8 colpi/30 cm nei terreni coesivi, valori sicuramente cautelativi, si stimano i seguenti valori di adesione laterale limite fondazione-terreno $\alpha\tau_{lim}$ (Bustamante e Doix).

NSPT	pl	α	s	$\alpha\tau$
[--]	[MPa]	[--]	[MPa]	[kPa]
15	0.75	1.4	0.132	184
Sabbie e Ghiaie				
Terreno	Valori di α			
	IRS	IGU		
Ghiaia	1,8	1,3 - 1,4		
Ghiaia sabbiosa	1,6 - 1,8	1,2 - 1,4		
Sabbia ghiaiosa	1,5 - 1,6	1,2 - 1,3		
Sabbia grossa	1,4 - 1,5	1,1 - 1,2		
Sabbia media	1,4 - 1,5	1,1 - 1,2		
Sabbia fine	1,4 - 1,5	1,1 - 1,2		
Sabbia limosa	1,4 - 1,5	1,1 - 1,2		
Limo	1,4 - 1,6	1,1 - 1,2		
Argilla	1,8 - 2,0	1,2		
Marne	1,8	1,1 - 1,2		
Calcarei marnosi	1,8	1,1 - 1,2		
Calcarei alterati o fratturati	1,8	1,1 - 1,2		
Roccia alterata e/o fratturata	1,2	1,1		

Tabella 1. Valori del coefficiente α (da Viggiani, 1999)

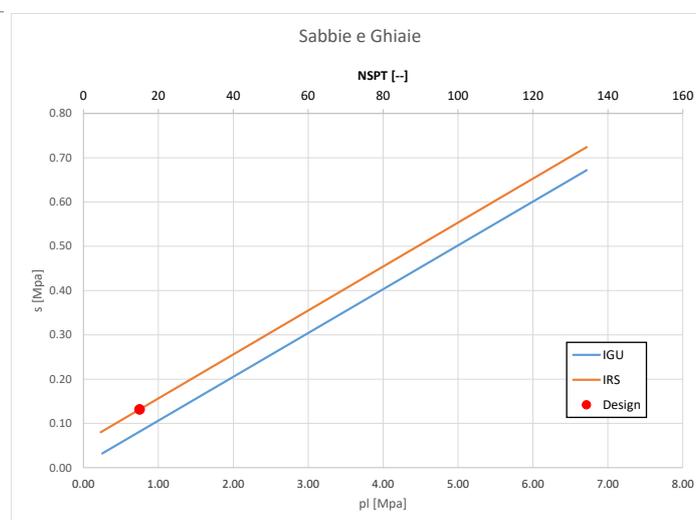


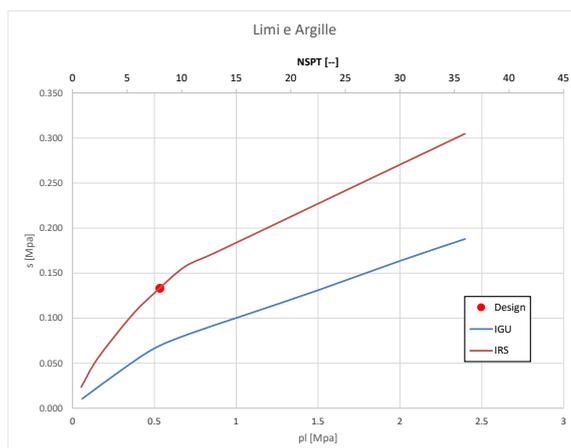
Tabella 5 – Valori di $\alpha\tau_{lim}$ nei terreni incoerenti



NSPT	pl	α	s	$\alpha\tau$
[--]	[MPa]	[--]	[MPa]	[kPa]
8	0.53333333	1.4	0.133	186
Limi e Argille		IRS		

Limi e Argille IRS

Terreno	Valori di α	
	IRS	IGU
Ghiaia	1,8	1,3 - 1,4
Ghiaia sabbiosa	1,6 - 1,8	1,2 - 1,4
Sabbia ghiaiosa	1,5 - 1,6	1,2 - 1,3
Sabbia grossa	1,4 - 1,5	1,1 - 1,2
Sabbia media	1,4 - 1,5	1,1 - 1,2
Sabbia fine	1,4 - 1,5	1,1 - 1,2
Sabbia limosa	1,4 - 1,5	1,1 - 1,2
Limo	1,4 - 1,6	1,1 - 1,2
Argilla	1,8 - 2,0	1,2
Marna	1,8	1,1 - 1,2
Calcarei marnosi	1,8	1,1 - 1,2
Calcarei alterati o fratturati	1,8	1,1 - 1,2
Roccia alterata e/o fratturata	1,2	1,1

Tabella 1. Valori del coefficiente α (da Viggiani, 1999)Tabella 6 – Valori di α_{lim} nei terreni coesivi

Verifica delle travi di ripartizione

Il momento flettente M_{max} ed il taglio massimo T_{max} sono calcolati modellando la trave di ripartizione come una trave continua su 2 appoggi disposti ad un interasse pari all'interasse fra i tiranti i e sollecitata da un carico uniformemente ripartito pari alla reazione dei tiranti $F_h = N_Q/i$.

$$M_{Ed} = \frac{N_Q i^2}{i \cdot 8}$$

$$T_{Ed} = \frac{N_Q i}{i \cdot 2}$$

Note le massime sollecitazioni di taglio e momento flettente in condizione di SLU la verifica delle travi è effettuata tramite le seguenti espressioni, in conformità alla normativa vigente per sezioni di classe 1 e 2:

$$M_{c,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yd} \geq M_{Ed}$$

$$V_{c,Rd} = \frac{A_V \cdot f_{yd}}{\sqrt{3}} \geq V_{Ed}$$

$$M_{y,V,Rd} = \left(W_{pl,y} - \frac{\rho \cdot A_V^2}{4t_w} \right) \cdot f_{yd} \geq M_{Ed}$$

$$M_{y,V,N,Rd} = M_{c,Rd} \cdot (1 - \rho) \cdot \frac{(1-n)}{(1-0.5 \cdot a)} \geq M_{Ed}$$

dove:

M_{Ed} , V_{Ed} sono il momento e il taglio di progetto allo SLU/SLV

$M_{c,Rd}$ è il momento resistente per sola flessione

$V_{c,Rd}$ è il taglio resistente

$M_{y,V,Rd}$ è il momento resistente per $V_{Ed} > 0.5 \cdot V_{c,Rd}$

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE					
VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	<table border="1"> <tr> <td>Progetto IN17</td> <td>Lotto 12</td> <td>Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001</td> <td>Rev. C</td> <td>Foglio 15 di 65</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001	Rev. C	Foglio 15 di 65
Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001	Rev. C	Foglio 15 di 65		

A è l'area della sezione

W_{pl} è il modulo di resistenza plastico

b è la larghezza del profilato

h è l'altezza del profilato

t_w è lo spessore dell'anima

t_f è lo spessore delle ali

r è il raggio di curvatura

A_v e ρ sono l'area resistente a taglio e il relativo fattore di riduzione della resistenza a flessione, dati dalle seguenti:

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

$$\rho = \left(\frac{2 \cdot V_{Ed}}{V_{c,Rd}} - 1 \right)^2$$

La tensione di progetto dell'acciaio f_{yd} , si ottiene dalla tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio f_{yk} (355 MPa), fattorizzata con il coefficiente parziale $\gamma_s = 1.05$.

4.4 Caratterizzazione geotecnica dei terreni

Nelle seguenti tabelle si riportano, per i litotipi di interesse progettuale, la stratigrafia ed i parametri geotecnici di resistenza e di rigidità che ne caratterizzano il comportamento numerico.

Tabella 7 – Parametri geotecnici pila P13

da [m]	a [m]	Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	cu [kPa]	ϕ' [°]	c' [kPa]	Evc [MPa]	Eur [MPa]	k (m/s)
0	-10.0	argilla	18.5	80	27	5	15	24	$5 \cdot 10^{-6}$
-10.0	-15.0	ghiaia	19.0	-	38	0	50	80	10^{-4}
-15.0	-18.0	sabbia	19.0	-	35	0	50	80	$4 \cdot 10^{-6}$

Dove:

γ = peso di volume naturale

ϕ' = angolo di resistenza al taglio

c' = coesione drenata

Cu = resistenza al taglio in condizioni non drenate

Evc = modulo elastico in compressione

Eur = modulo elastico in fase di scarico

k = permeabilità

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17 Lotto 12 Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001 Rev. C Foglio 16 di 65

Tabella 8 - Parametri geotecnici pila P14

da [m]	a [m]	Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	cu [kPa]	φ' [°]	c' [kPa]	Evc [MPa]	Eur [MPa]
0	-3.5	argilla	18.5	80	27	5	15	24
-3.5	-9.0	ghiaia	19.0	-	38	0	50	80
-9.0	-10.0	argilla	18.5	80	27	5	15	24
-10.0	-20.6	ghiaia	19.0	-	38	0	50	80

L'argine del fiume presenta le seguenti caratteristiche:

- $\gamma = 20.0 \text{ kN/m}^3$
- $\varphi' = 30^\circ$
- $c' = 0 \text{ kPa}$
- $E_{vc} = 25 \text{ MPa}$
- $E_{ur} = 40 \text{ MPa}$.

Per il dimensionamento della paratia di pali secanti si considera il livello di falda coincidente con quello del fiume (Tr=1anno) a quota +55.5 m s.l.m.

4.5 Sezioni di calcolo

Sono riportate le 2 sezioni di calcolo relative al viadotto in questione, che rappresentano le situazioni più gravose in relazione alle condizioni stratigrafiche ed alle massime altezze di scavo. La quota 0.0 si considera a testa paratia.

- **Sezione 1.** Paratia di pali con 1 ordine di tiranti. Si riferisce allo scavo della pila 13 che presenta altezza di scavo massimo di -10.0 m e falda a -2.5 m da testa paratia (quota fiume +55.5 m s.l.m.).
- **Sezione 2.** Paratia di pali con 1 ordine di tiranti. Si riferisce allo scavo della pila 14 che presenta altezza di scavo massimo di -10.3 m e falda che arriva a -2.75 m da testa paratia (quota fiume +55.5 m s.l.m.).

4.6 Elementi strutturali

Le rigidezze delle molle elastiche schematizzanti i tiranti sono calcolate ipotizzando che la lunghezza deformabile di ciascun tirante sia la somma della lunghezza passiva e della metà della lunghezza attiva:

$$k_{el} = \frac{n_{tr} A_{tr}}{i (L_p + 0.5L_a)}$$

dove:

k_{el} è la rigidezza delle molle elastiche schematizzanti i tiranti

n_{tr} è il numero dei trefoli

A_{tr} è l'area di ciascun trefolo

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001	Rev. C	Foglio 17 di 65	

i è l'interasse dei tiranti

L_p è la lunghezza passiva

L_a è la lunghezza attiva

4.6.1 Sezione 1 – Pila 13

Le caratteristiche inerziali dell'opera (Sezione 1) sono state calcolate a sezione circolare di calcestruzzo armato C25/30 con diametro di 1 m e interasse di 0.6 m (1.2 m tra i pali secondari armati). La lunghezza dei pali è di 25.0 m. Il codice di calcolo esegue automaticamente le verifiche delle sezioni in c.a., sia allo SLU che allo SLE. L'armatura di calcolo implementata è 15 Ø26 con staffe Ø14/10 cm (raffittimento previsto nell'intorno del tirante ove si ha il taglio massimo).

Tabella 9 - Parametri di calcolo dei tiranti Sezione 1

Ordine	Trefoli	A [mm ²]	D _p [mm]	L _{libera} [m]	L _{bulbo} [m]	Inclin. [°]	i [m]	Pretiro [kN]	Tiro esercizio [kN]	Collaudo [kN]
1	4	139	180	13	13	25	1.20	350	509	615

Per le travi di ripartizione si adotta un doppio profilo HE 200 A.

4.6.2 Sezione 2 – Pila 14

Le caratteristiche inerziali dell'opera (Sezione 1) sono state calcolate a sezione circolare di calcestruzzo armato C25/30 con diametro di 1 m e interasse di 0.6 m (1.2 m tra i pali secondari armati). La lunghezza dei pali è di 25.0 m. Il codice di calcolo esegue automaticamente le verifiche delle sezioni in c.a., sia allo SLU che allo SLE. L'armatura di calcolo implementata è 15 Ø26 con staffe Ø14/10 cm (raffittimento previsto nell'intorno del tirante ove si ha il taglio massimo).

Tabella 10 - Parametri di calcolo dei tiranti Sezione 2

Ordine	Trefoli	A [mm ²]	D _p [mm]	L _{libera} [m]	L _{bulbo} [m]	Inclin. [°]	i [m]	Pretiro [kN]	Tiro esercizio [kN]	Collaudo [kN]
1	4	139	180	13	13	25	1.20	350	421	510

Per le travi di ripartizione si adotta un doppio profilo HE 200 A.

4.7 Fasi di calcolo

4.7.1 Sezione 1 – Pila 13

Nell'analisi sono state implementate le seguenti fasi di calcolo, in cui la quota 0.0 corrisponde alla testa della paratia:

Fase 1. Inizializzazione della paratia e delle condizioni litostratigrafiche. Spessore terreno argine 6 m.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>					
<p>VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<table border="1"> <tr> <td>Progetto IN17</td> <td>Lotto 12</td> <td>Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001</td> <td>Rev. C</td> <td>Foglio 18 di 65</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001	Rev. C	Foglio 18 di 65
Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001	Rev. C	Foglio 18 di 65		

- Fase 2. Scavo a quota -5.5 m
- Fase 3. Attivazione del 1° ordine di tiranti a quota -5.0 m
- Fase 4. Scavo massimo a quota -10.0 m

In ogni fase di calcolo il livello di falda viene portato a valle a fondo scavo, a monte rimane al livello di progetto, con equilibrio delle pressioni al piede della paratia, simulando l'attività di agottamento prevista in cantiere. Nel capitolo 1 (premessa) è specificato che sono previsti 2 pozzi di agottamento per ogni plinto, ubicati all'interno del palancolato (rappresentati negli elaborati grafici). Questi pozzi potranno essere attivati dall'impresa in fase di scavo anche in funzione delle condizioni geotecniche locali.

Lo spessore di terreno dell'argine con profilo pendente lato fiume (lato monte per la paratia di calcolo), ai fini del calcolo delle spinte, è stato modellato considerando un'inclinazione "fittizia" del p.c. per il calcolo del coefficiente di spinta attiva di 30°.

Nella seguente immagine si riporta la fase di calcolo corrispondente allo scavo massimo.

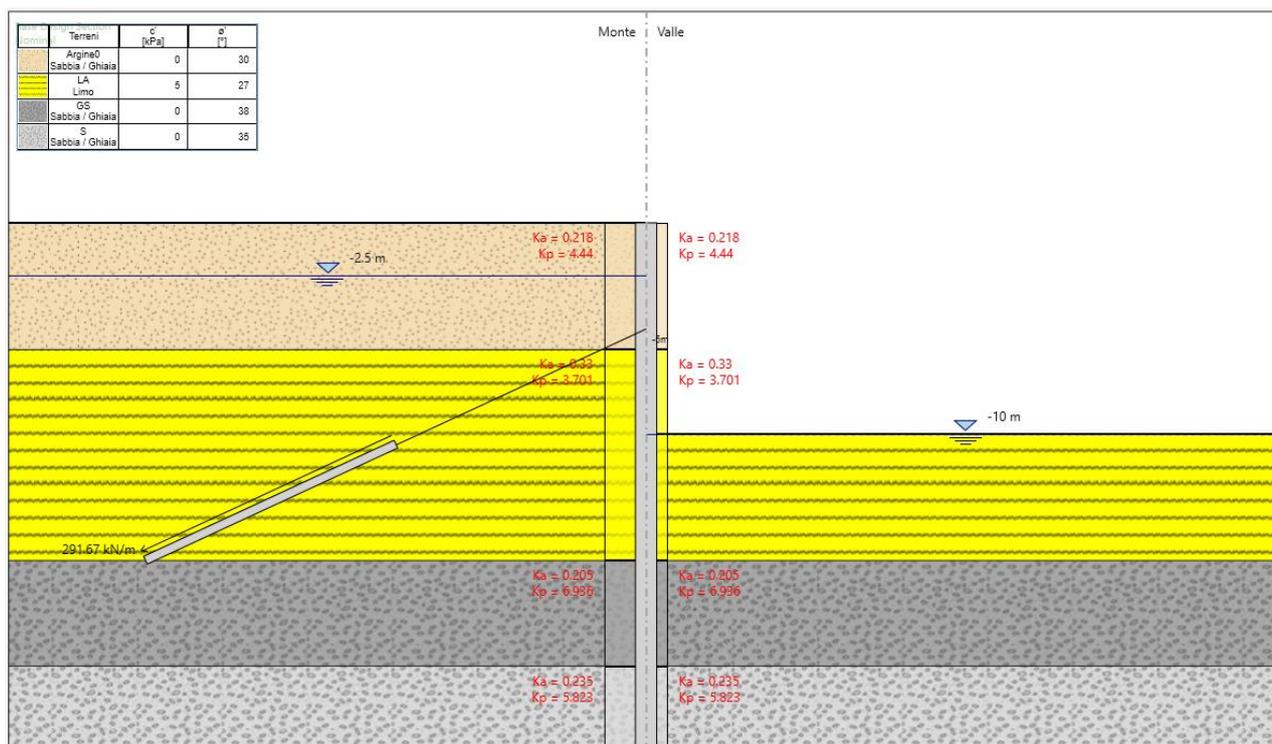


Figura 4 - Sezione 1, Fase di massimo scavo

4.7.1 Sezione 2 – Pila 14

Nell'analisi sono state implementate le seguenti fasi di calcolo, in cui la quota 0.0 corrisponde alla testa della paratia:

- Fase 1. Inizializzazione della paratia e delle condizioni litostratigrafiche. Spessore terreno argine 7 m.
- Fase 2. Scavo a quota -5.5 m
- Fase 3. Attivazione del 1° ordine di tiranti a quota -5.0 m

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001	Rev. C	Foglio 19 di 65

Fase 4. Scavo massimo a quota -10.3 m

In ogni fase di calcolo il livello di falda viene portato a valle a fondo scavo, a monte rimane al livello di progetto, con equilibrio delle pressioni al piede della paratia, simulando l'attività di agottamento prevista in cantiere. Nel capitolo 1 (premessa) è specificato che sono previsti 2 pozzi di agottamento per ogni plinto, ubicati all'interno del palancolato (rappresentati negli elaborati grafici). Questi pozzi potranno essere attivati dall'impresa in fase di scavo anche in funzione delle condizioni geotecniche locali.

Lo spessore di terreno dell'argine con profilo pendente lato fiume (lato monte per la paratia di calcolo), ai fini del calcolo delle spinte, è stato modellato considerando un'inclinazione "fittizia" del p.c. per il calcolo del coefficiente di spinta attiva di 30°.

Nella seguente immagine si riporta la fase di calcolo corrispondente allo scavo massimo.

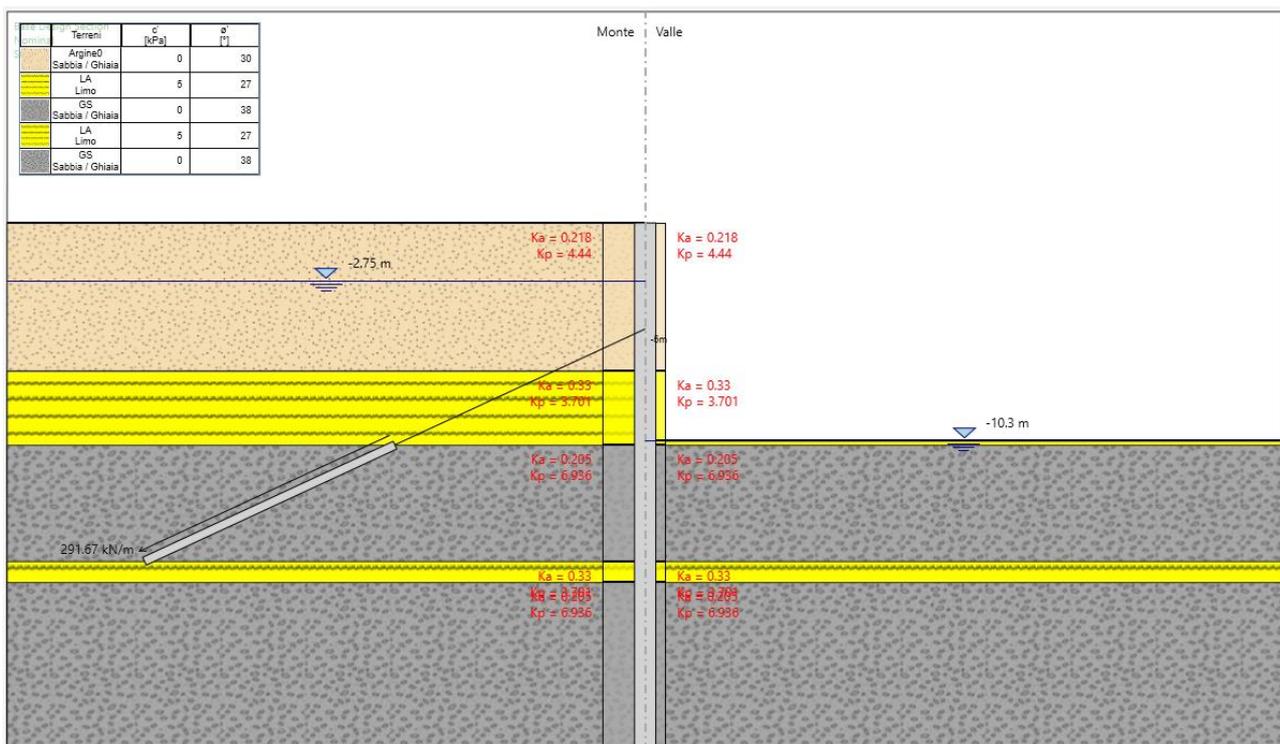


Figura 5 - Sezione 2, Fase di massimo scavo

4.8 Risultati di calcolo e verifiche

Nelle seguenti immagini si riportano, per ogni sezione di calcolo, i principali risultati dell'analisi e le verifiche allo SLE e SLU. Le verifiche risultano sempre soddisfatte.



4.8.1 Sezione 1 – Pila 13

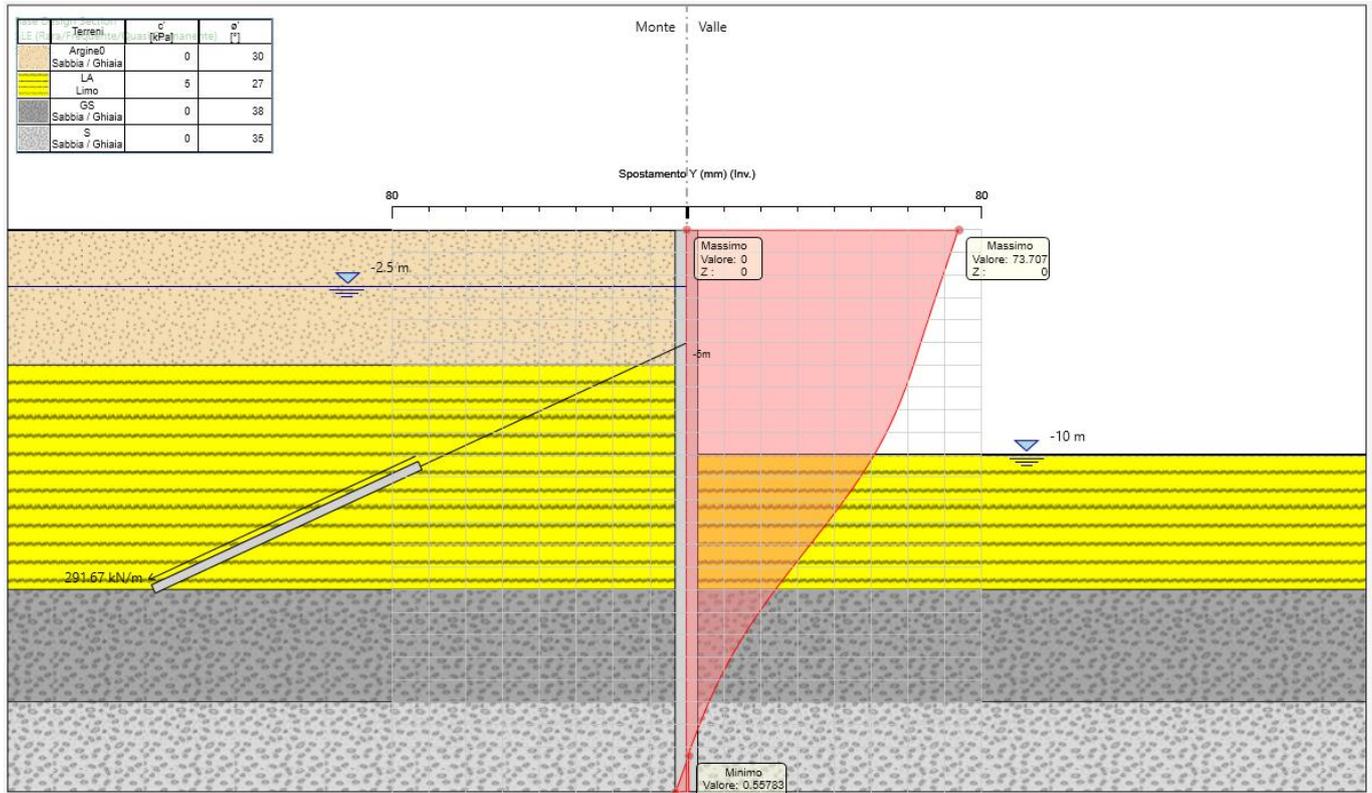


Figura 6 - Sezione 1, Involuppo degli spostamenti SLE

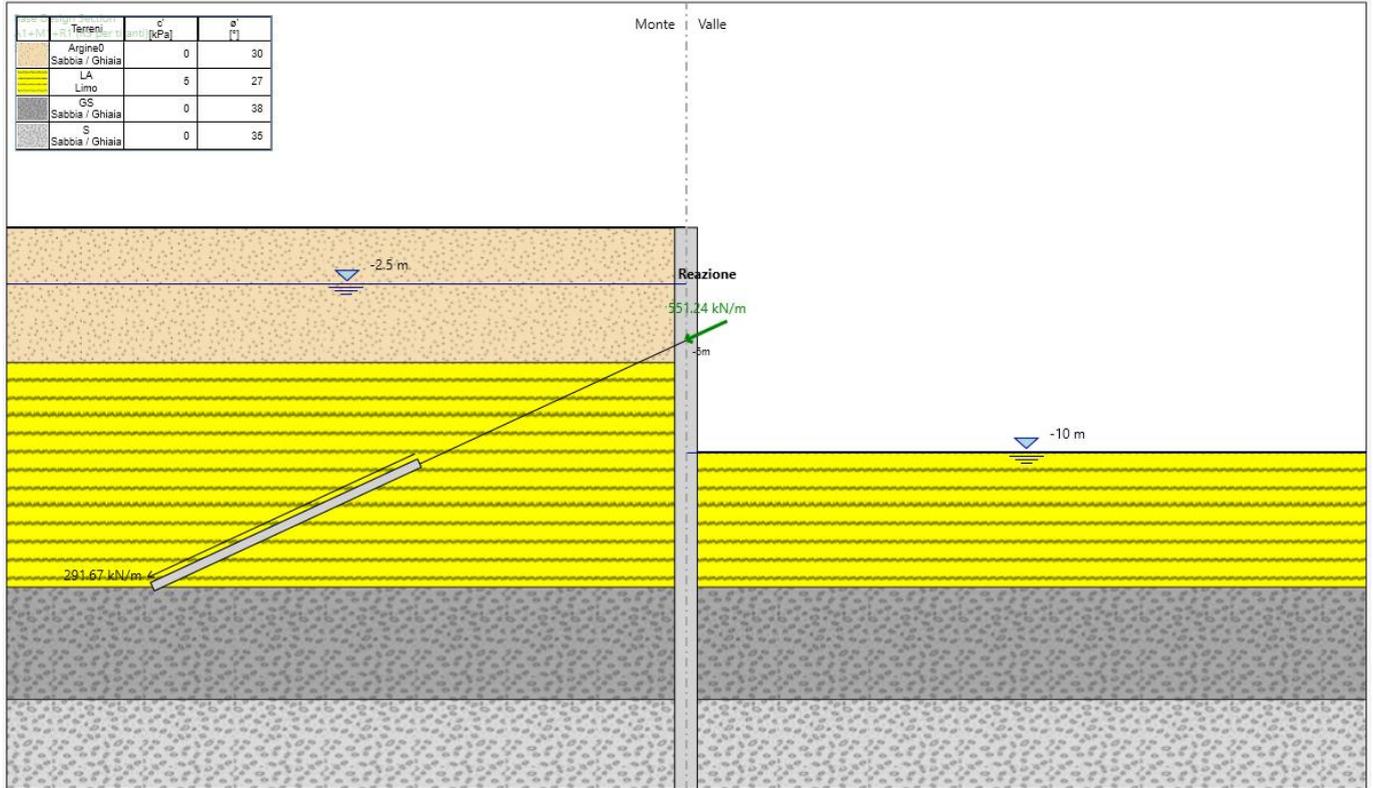


Figura 7 - Sezione 1, Reazioni sui tiranti SLU

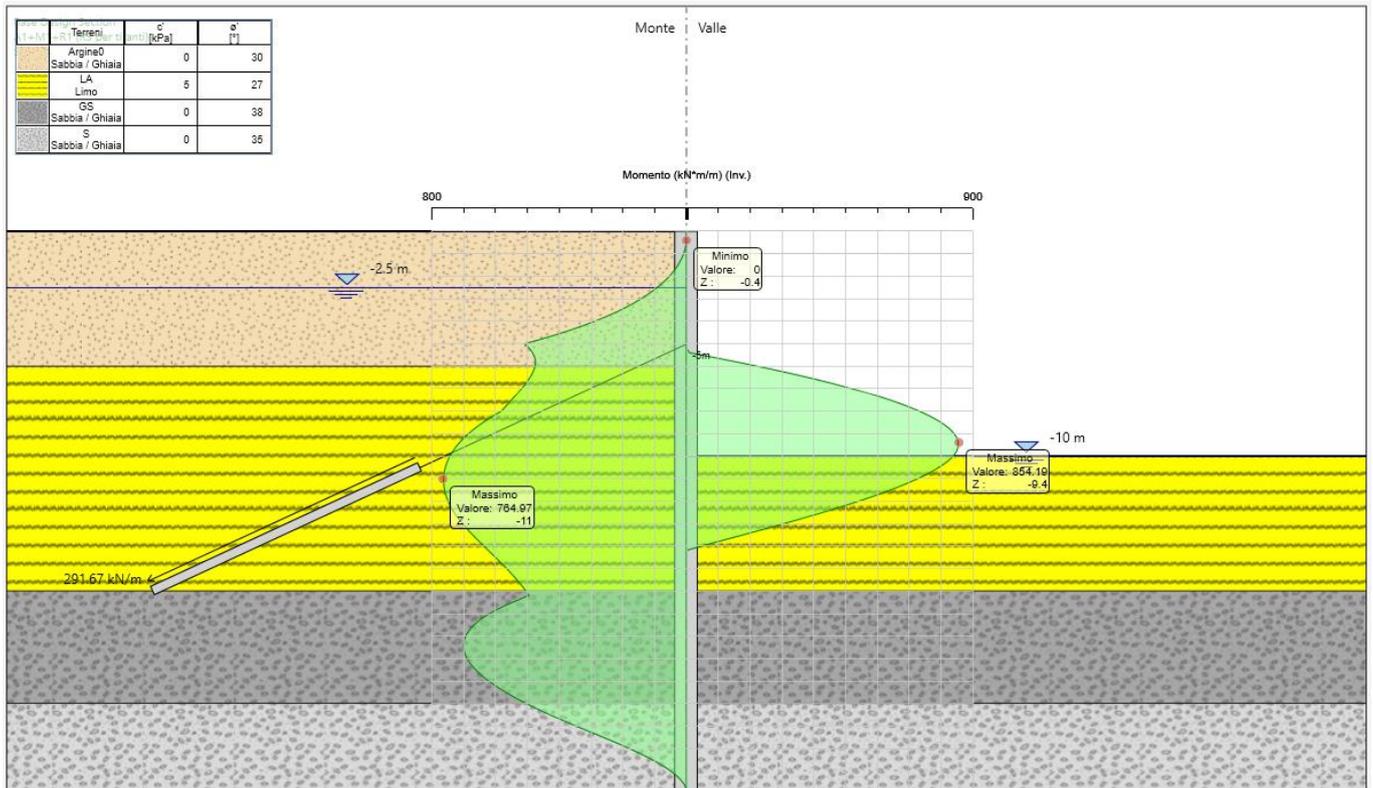


Figura 8 - Sezione 1, Involuppo del momento SLU

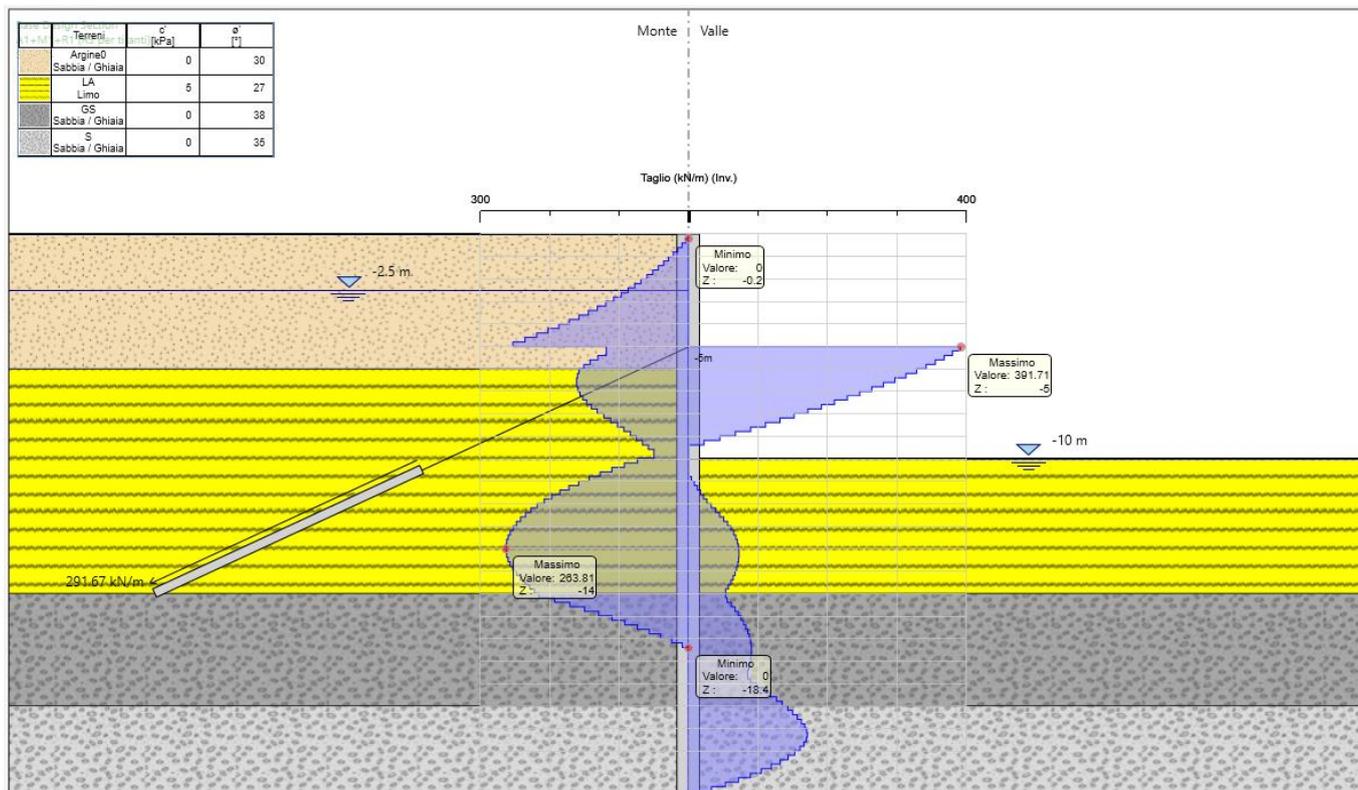


Figura 9 - Sezione 1, Involuppo del taglio SLU

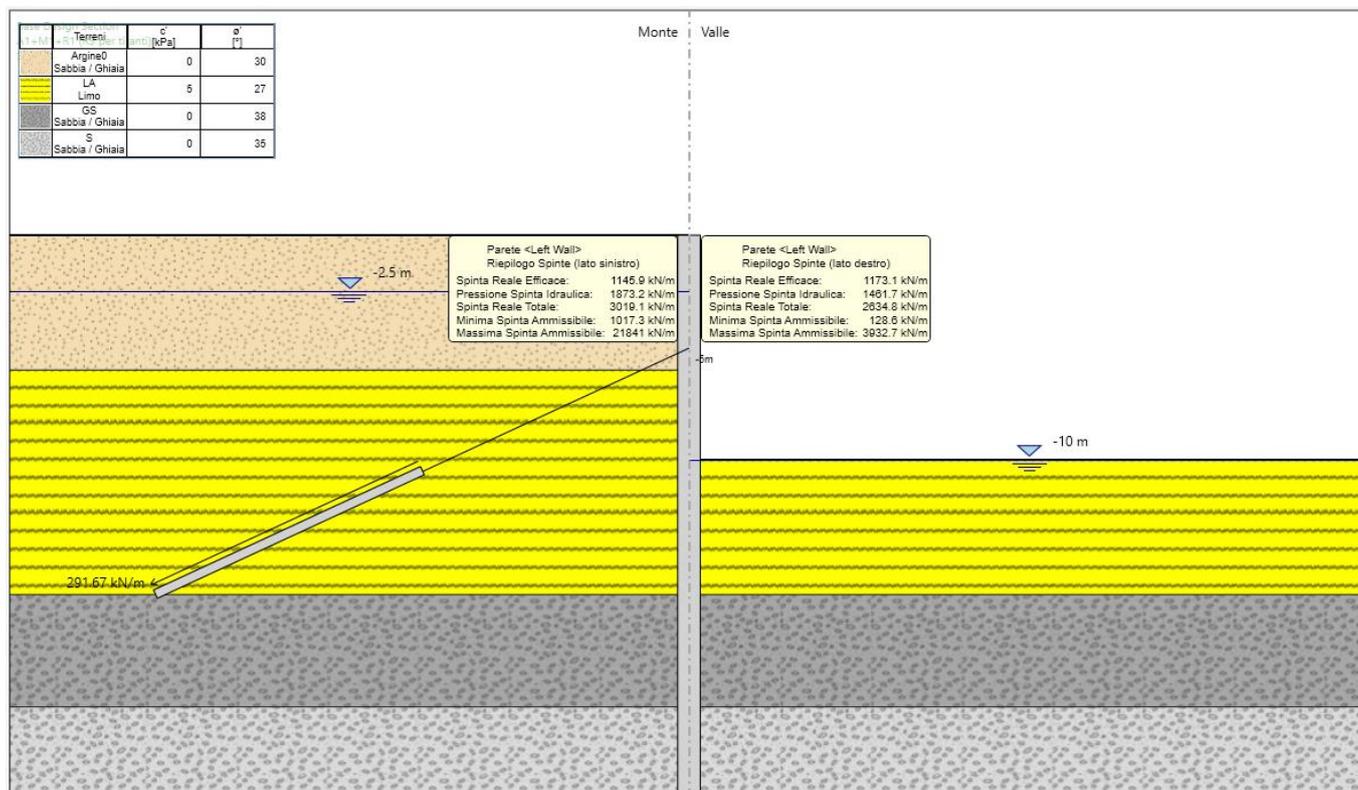


Figura 10 – Sezione 1, Riepilogo spinte SLU

La valutazione della reale spinta passiva mobilitata, in termini di percentuale, è riportata nell' Appendice di calcolo A, in calce alla relazione.

Nelle seguenti tabelle si riportano le verifiche strutturali e geotecniche dei tiranti e delle travi di ripartizione.

Tabella 11 – Sezione 1, Verifiche elementi strutturali

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza
T1	Stage 3	455.05	707.61	844.11	0.643	0.539	✓
T1	Stage 4	661.49	707.61	844.11	0.935	0.784	✓

Tabella 12 – Sezione 1, Inviluppo verifiche del tirante

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza	Design Assumptior
T1	Stage 4	661.49	707.61	844.11	0.935	0.784	✓	A1+M1+R1 (R3 per

4.8.1.1 Sezione 1 - Verifica travi di ripartizione

Si prevedono travi di ripartizione in acciaio (S355) costituite da HE 200 A.

Il momento flettente M_{max} ed il taglio massimo T_{max} sono calcolati modellando la trave di coronamento come una trave continua su appoggi disposti ad un interasse pari all'interasse fra i tiranti e sollecitata da un carico uniformemente ripartito pari alla reazione dei puntoni F_h (kN/m). Al fine di massimizzare le sollecitazioni flessionali si considera:

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17 Lotto 12 Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001 Rev. C Foglio 24 di 65

$$M_{\max} = F_h \frac{L^2}{8}$$

$$T_{\max} = F_h \frac{L}{2}$$

L = 1.2 m (luce massima tra i tiranti).

Nella seguente tabella sono mostrate le caratteristiche delle travi di ripartizioni adottate.

Tabella 13 – Caratteristiche travi di ripartizione adottate

Tipo di profilo:	HE			
Profilo:	HE 200 A			
Classe acciaio:	S 355			
$f_{yk} =$	355	N/mm ²	tensione di snervamento caratteristica	
$\gamma_{m,slu} =$	1.05		fattore parziale	
$f_{yd} =$	338	N/mm ²	tensione di snervamento di progetto	
n. di profili =	2			
tipo:	H			
classe:	2			
$W_{el} =$	389	cm ³	modulo di resistenza elastico - asse forte	
A =	54	cm ²	area	
$W_{pl} =$	430	cm ³	modulo di resistenza plastico - asse forte	
$A_v =$	18.1	cm ²	area resistente a taglio	
b =	200	mm	larghezza	
h =	190	mm	altezza	
$t_w =$	6.5	mm	spessore anima	
$t_f =$	10	mm	spessore ali	
r =	18	mm	raggio curvatura raccordo	
$\rho =$	0.000		parametro di riduzione resistenza a taglio	
n =	0.00		rapporto azione/resistenza assiale	
a =	0.26		parametro di riduzione resistenza assiale	

Nella seguente tabella sono mostrati i risultati della verifica. Poiché le resistenze (Rd) sono sempre maggiori delle relative azioni di progetto (FEd) e risultando (Rd/FEd) > 1, le verifiche sono soddisfatte.

Tabella 14 - Sezione 1, Verifiche delle travi di ripartizione

ANCHOR DATA				DESIGN ACTIONS (F _{Ed})			DESIGN RESISTANCE (R _d)						CHECK (>1)	
Sezione	Ordine	N _Q	i	N _{Ed}	M _{Ed}	V _{Ed}	N _{pl,Rd}	M _{c,Rd}	V _{c,Rd}	M _{y,v,Rd}	M _{lx,Rd}	M _{ly,v,Rd}	(R _d /F _{Ed}) _{min}	
-	-	kN	m	kN	kNm	kN	kN	kNm	kN	kNm	kNm	kNm	--	
VI09-P13	1	661	1.20	0	99	331	3638	290	705	290	290	290	2.13	OK

Verifica strutturale dei pali

Di seguito si riportano le verifiche strutturali del palo per la pila 13 (questa verifica risulta valida anche per la pila 14 in quanto le sollecitazioni sono inferiori). Per i pali si prevedono le seguenti armature massime:

- 15 Ø26 staffe Ø14/ 10 cm



Nelle seguenti figure si riportano i risultati delle verifiche, che sono sempre soddisfatte.

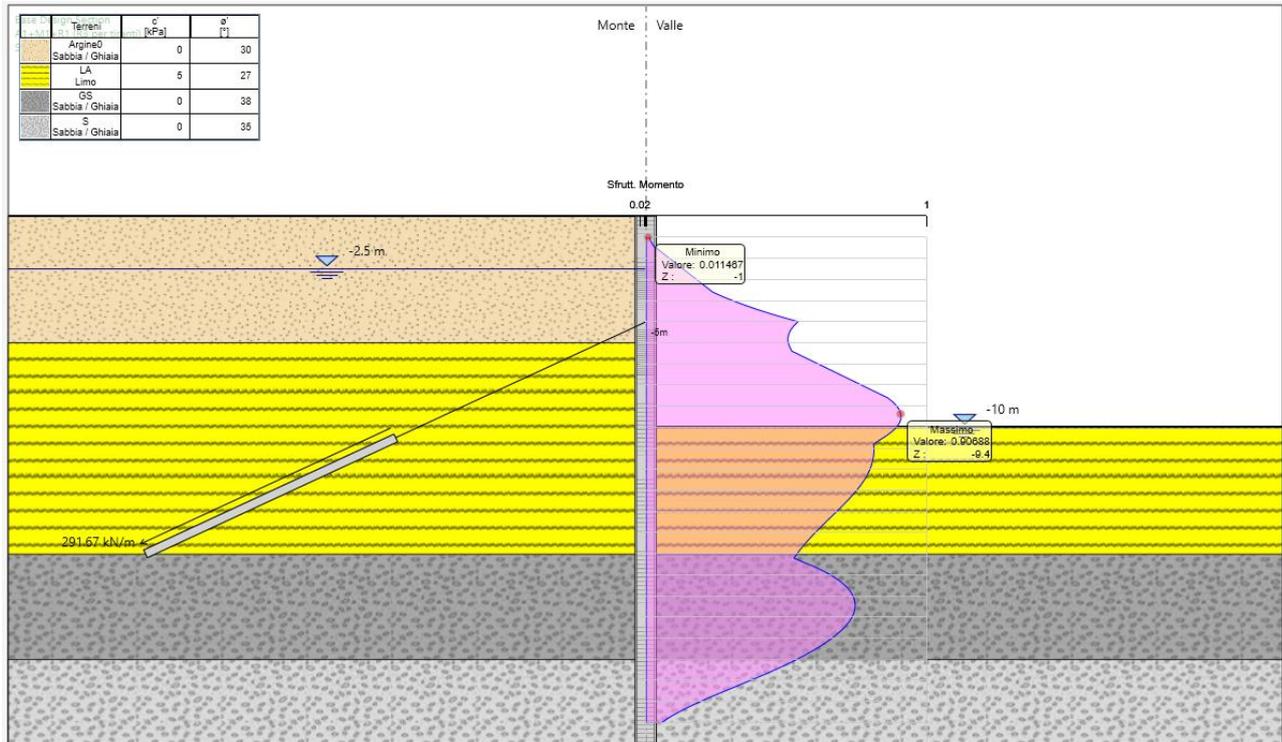


Figura 11 – Sezione 1, Verifica armatura - momento

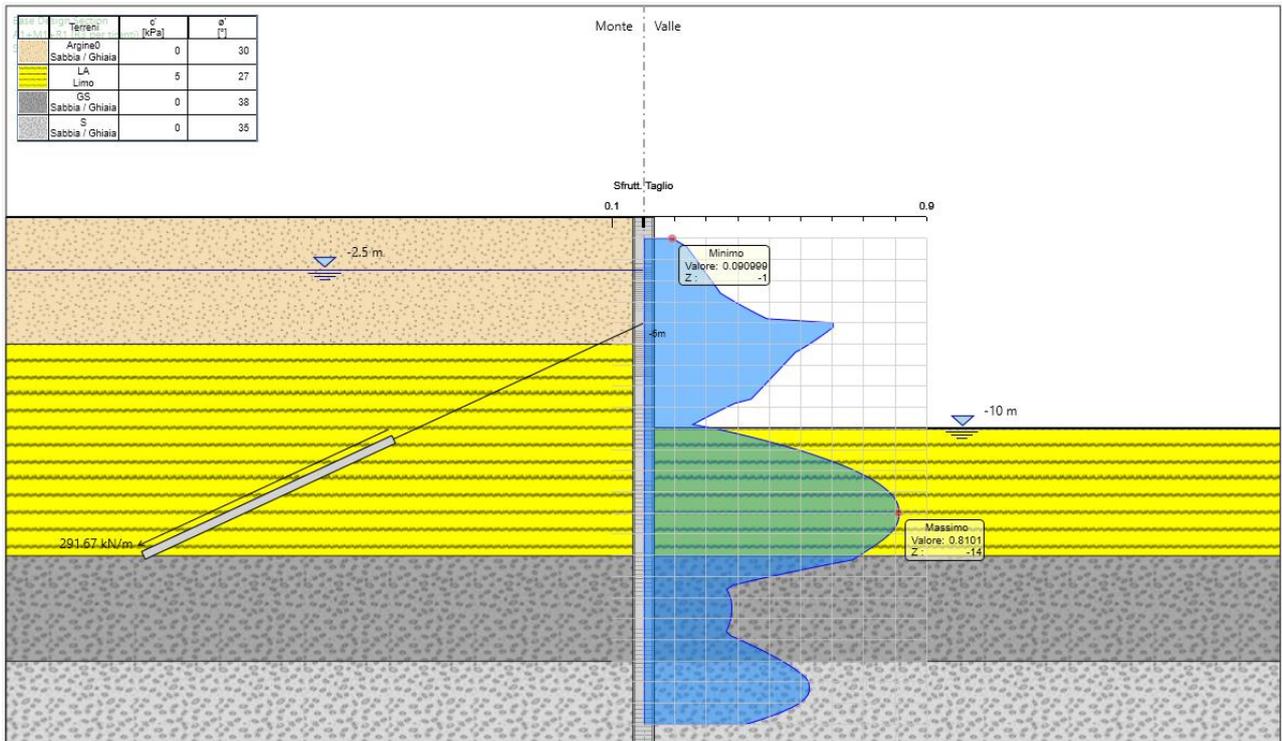


Figura 12 - Sezione 1, Verifica armatura - taglio



4.8.2 Sezione 2 – Pila 14

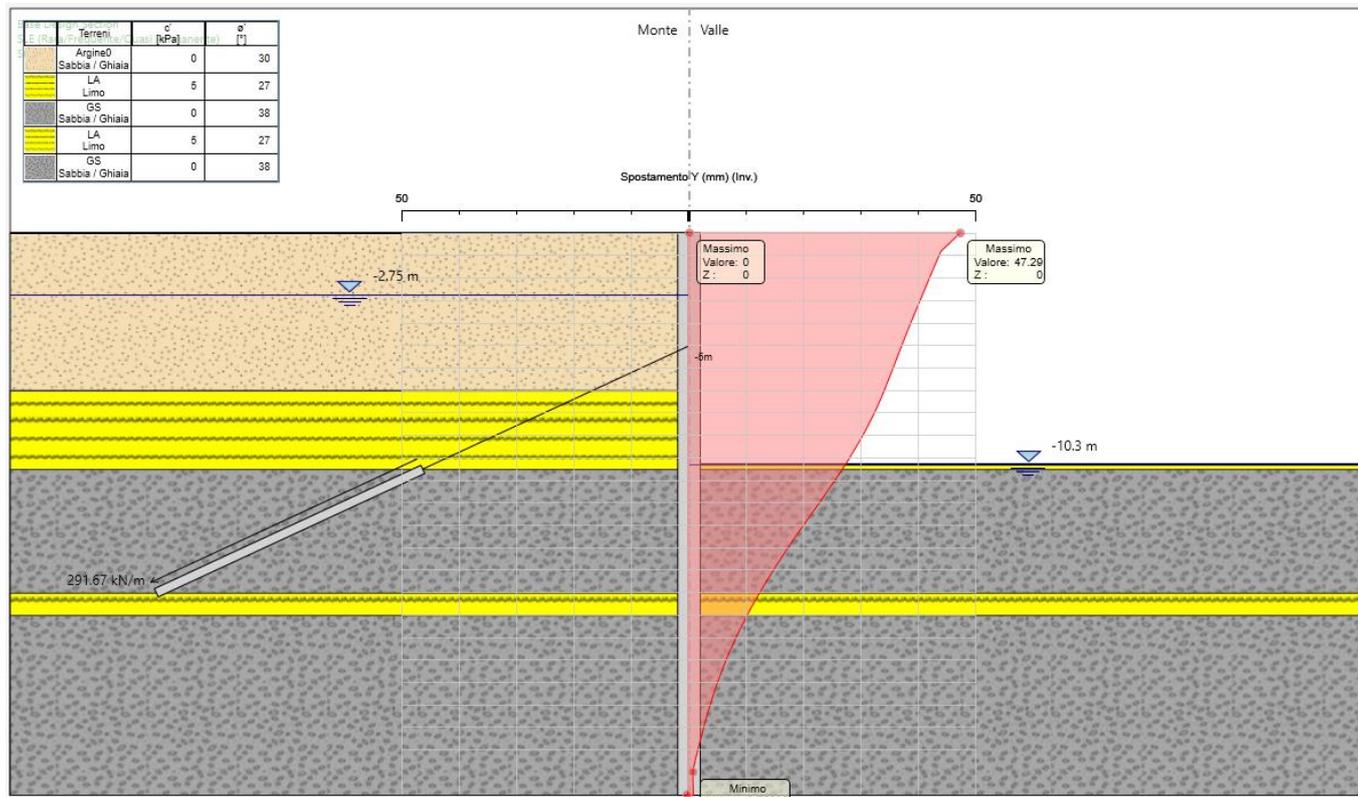


Figura 13 - Sezione 2, Inviluppo degli spostamenti SLE

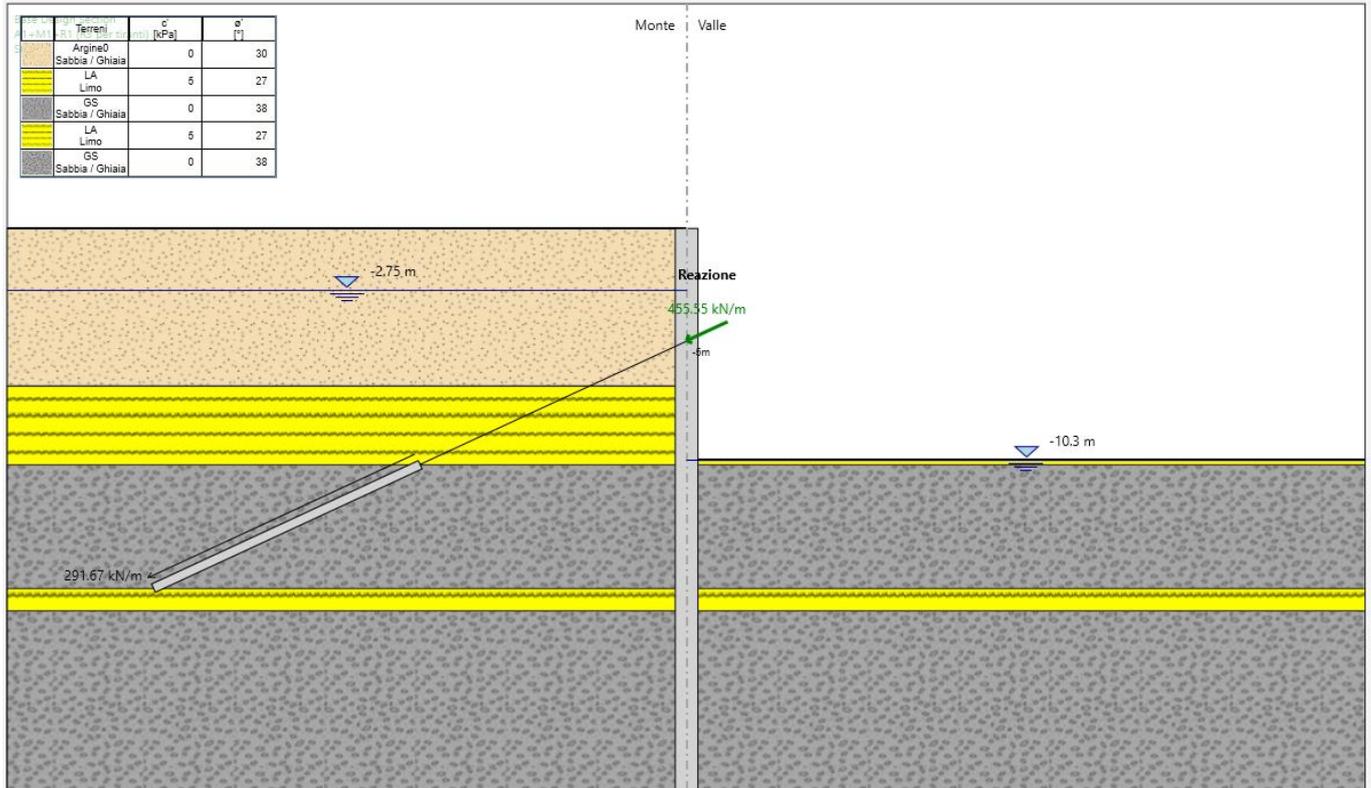


Figura 14 - Sezione 2, Reazioni sui tiranti SLU

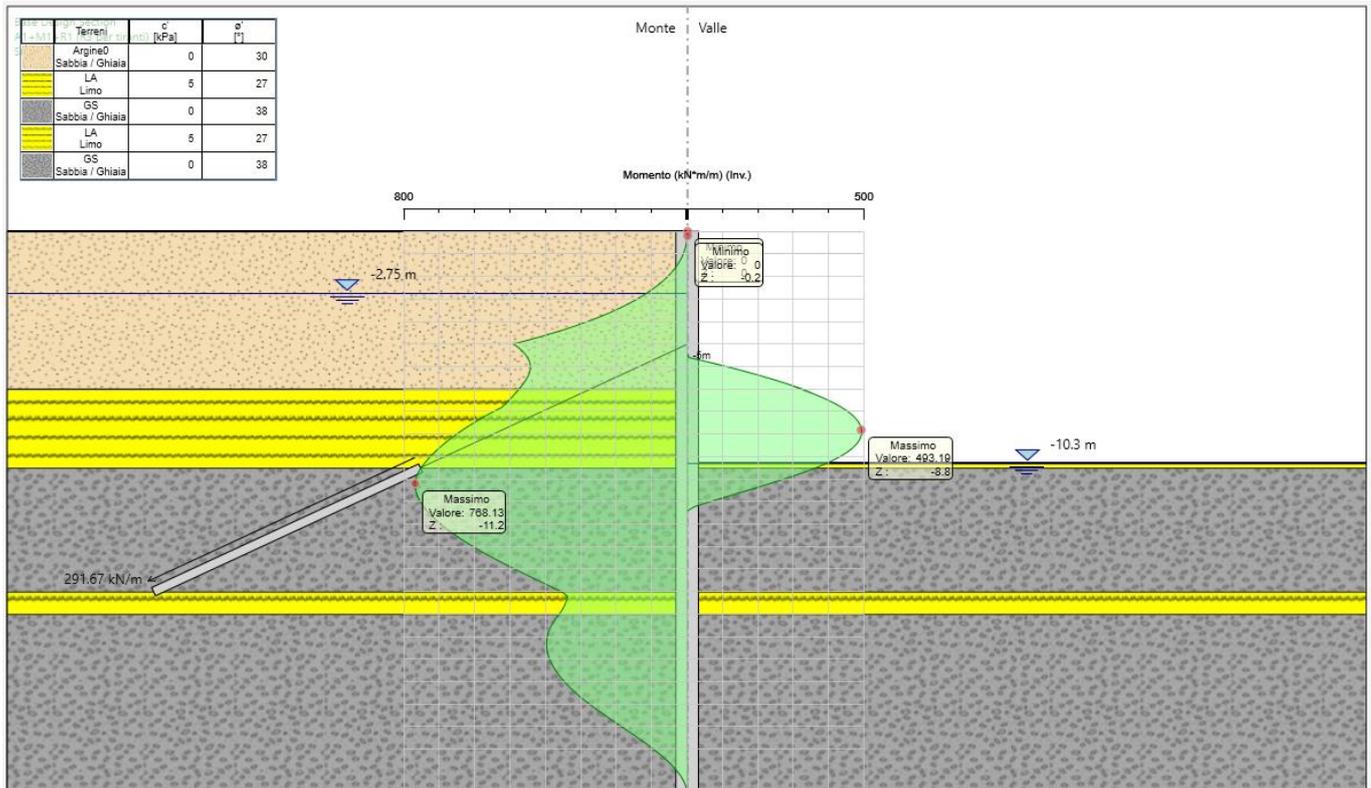


Figura 15 - Sezione 2, Involuppo del momento SLU

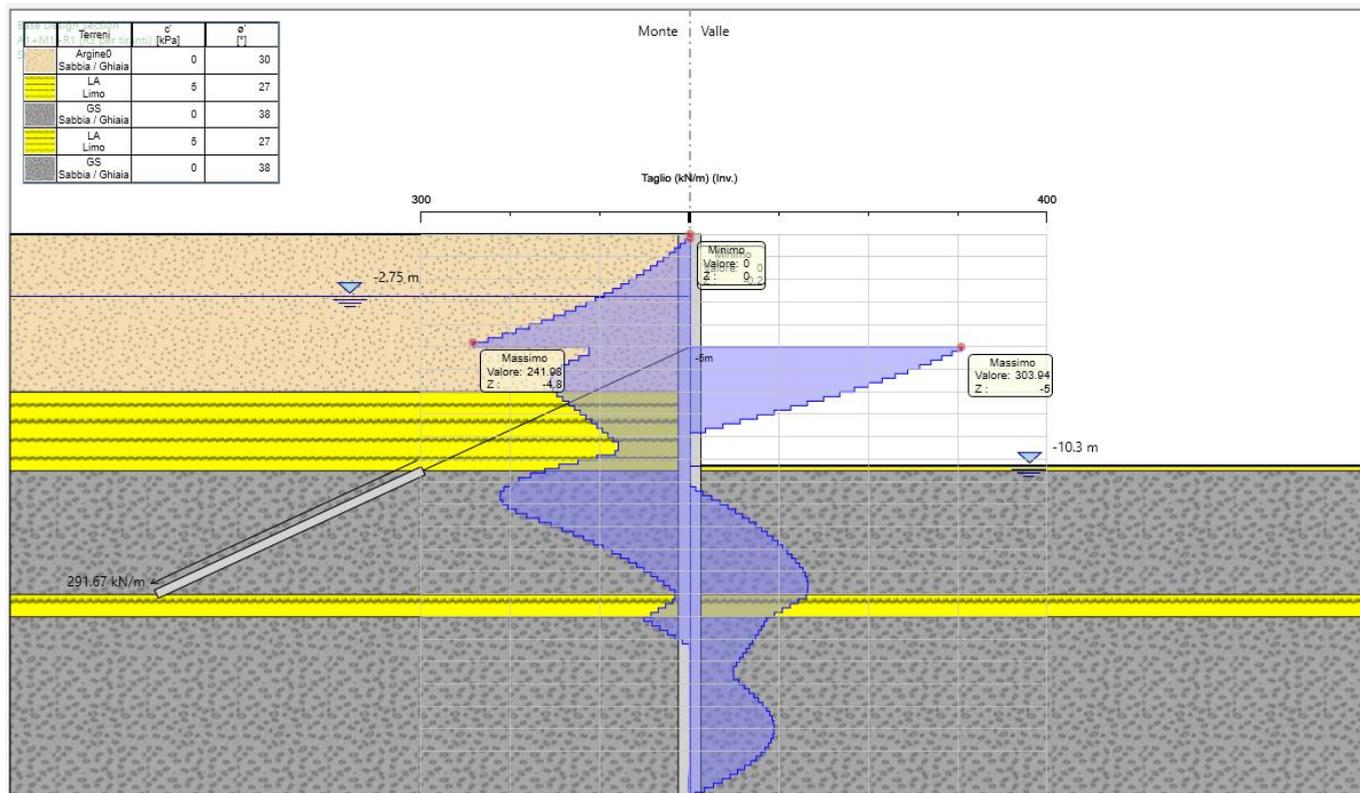


Figura 16 - Sezione 2, Involuppo del taglio SLU

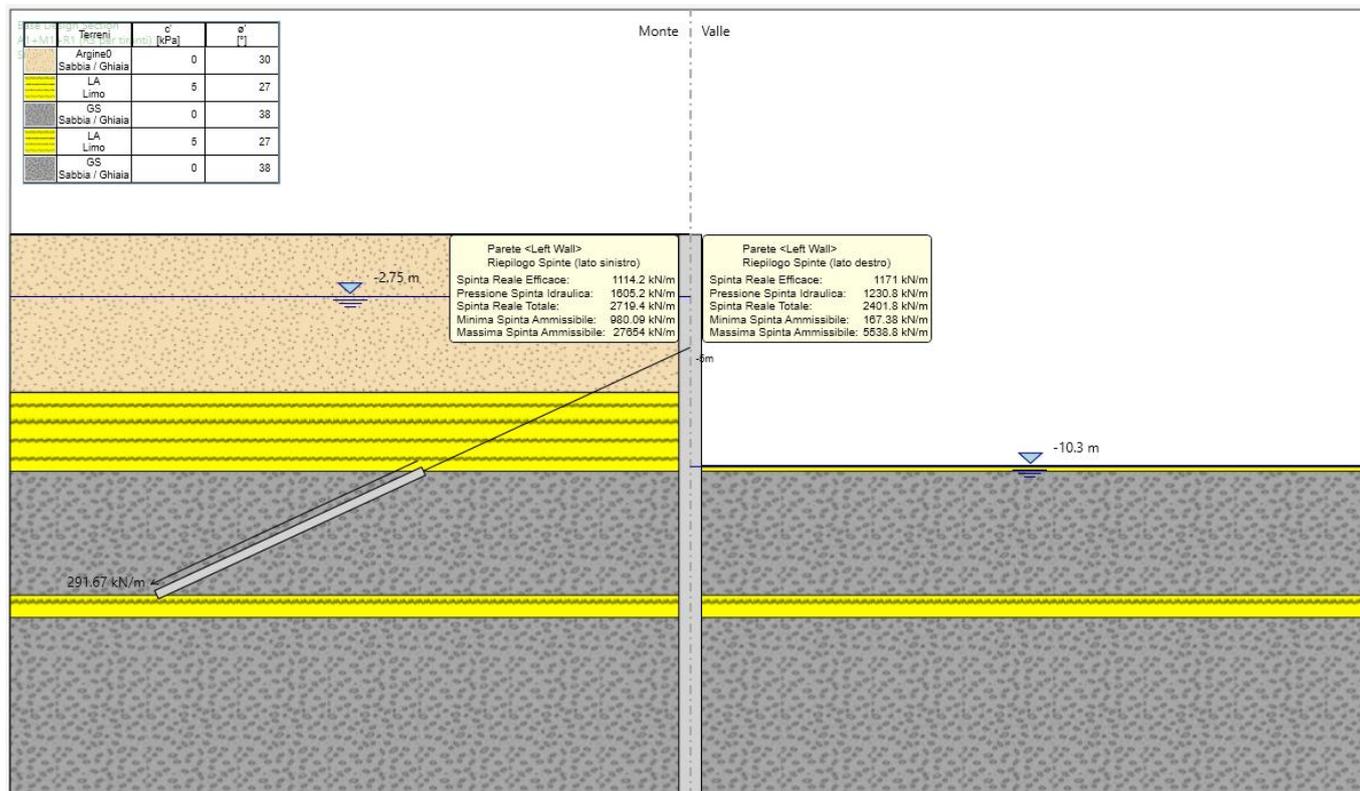


Figura 17 – Sezione 2, Riepilogo spinte SLU

La valutazione della reale spinta passiva mobilitata, in termini di percentuale, è riportata nell' Appendice di calcolo A, in calce alla relazione.

Nelle seguenti tabelle si riportano le verifiche strutturali e geotecniche dei tiranti e delle travi di ripartizione.

Tabella 15 – Sezione 2, Verifiche elementi strutturali

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza
T1	Stage 4	455.05	707.61	844.11	0.643	0.539	✓
T1	Stage 5	546.66	707.61	844.11	0.773	0.648	✓

Tabella 16 – Sezione 2, Involuppo verifiche del tirante

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza	Design Assumptior
T1	Stage 5	546.66	707.61	844.11	0.773	0.648	✓	A1+M1+R1 (R3 per

Tabella 17 - Sezione 2, Verifiche delle travi di ripartizione

ANCHOR DATA				DESIGN ACTIONS			DESIGN RESISTANCE						CHECK	
Sezione	Ordine	N ₀	i	(F _{Ed})			(R _d)						(R _d /F _{Ed}) _{min}	
				N _{Ed}	M _{Ed}	V _{Ed}	N _{pl,Rd}	M _{c,Rd}	V _{c,Rd}	M _{J,V,Rd}	M _{N,J,Rd}	M _{J,V,N,Rd}		
-	-	kN	m	kN	kNm	kN	kN	kNm	kN	kNm	kNm	kNm	–	
VI09-P14	1	547	1.20	0	82	273	3638	290	705	290	290	290	2.58	OK

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001	Rev. C	Foglio 30 di 65	

Verifica strutturale dei pali

Essendo le sollecitazioni della paratia della pila 14 inferiori rispetto a quelle della pila 13, a parità di armatura, è valida la verifica riportata al paragrafo 4.8.1.

4.9 Verifiche nei confronti degli stati limite idraulici

I livelli piezometrici misurati nell'area hanno una quota massima di circa +45.5 m s.l.m., quindi sempre al di sotto delle quote di scavo previste in progetto.

Il Rio Guà si configura come pensile rispetto alla campagna circostante, per questo i possibili eventi di piena instaureranno un moto di filtrazione verso l'esterno. Tale scenario è stato cautelativamente considerato nei calcoli statici delle paratie delle pile P13 e P14, ipotizzando un livello di falda spingente a quota +55.5 m s.l.m. in accordo agli studi idraulici.

In relazione alla transitorietà dell'evento di piena ed alla presenza di uno strato argilloso impervio (limo argilloso a bassa permeabilità che intessa il fondo scavo) tale innalzamento di falda non costituisce carico idraulico sull'acquifero profondo. Pertanto non sussiste il problema della stabilità del fondo scavo a breve termine.

Per la pila 14, le indagini riportano strati argillosi/limosi con spessori limitati di ordine metrico. Ipotizzando cautelativamente le discontinuità di tali livelli a bassa permeabilità, si esegue la verifica di sifonamento.

Sifonamento

In un terreno privo di legami coesivi, in presenza di filtrazione ascendente quando il gradiente idraulico è prossimo al valore critico $i = i_c \approx 1$, si annullano le forze intergranulari, si annulla la resistenza del terreno e le particelle solide possono essere trasportate dall'acqua in movimento, dando origine ad un fenomeno progressivo di erosione che conduce al collasso della struttura del terreno. Tale fenomeno è noto come instabilità idrodinamica (o sifonamento). Il fattore di sicurezza globale nei confronti del sifonamento è il rapporto tra il gradiente idraulico critico, $i_c \approx 1.0$, e quello presente in esercizio (gradiente di efflusso), i_E :

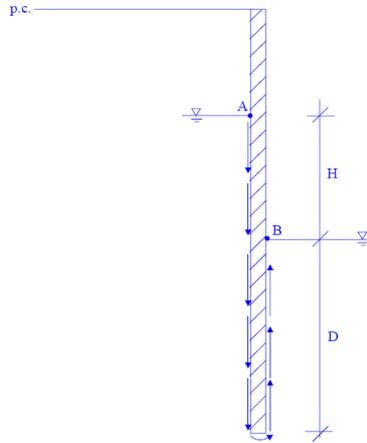
$$FS = i_c / i_E \approx 1 / i_E$$

In via cautelativa, con riferimento al percorso di filtrazione più corto (situazione più critica), nell'ipotesi di perdita di carico lineare con la profondità e trascurando lo spessore del diaframma, il gradiente di efflusso, i_E è dato da:

$$i_E = H / (H + 2 \cdot D)$$

dove H è la differenza di carico idraulico monte-valle e D è la profondità di infissione della paratia misurata sotto il fondo scavo.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E12 CL VI 09 B 1 001	Rev. C	Foglio 31 di 65



H scavo	H	D	i _E	FS
10.3 m	7.55	14.7	0.20	5.0

Si tratta quindi di gradienti di efflusso piuttosto bassi, tali da evitare il pericolo di sifonamento.

Nel seguito si esprime la verifica di sifonamento in termini di pressioni come richiesto da NTC 2008, le pressioni totali a fondo scavo dovranno essere maggiori delle pressioni idrostatiche instabilizzanti:

$$U_{inst,d} \leq \sigma_{stb,d}$$

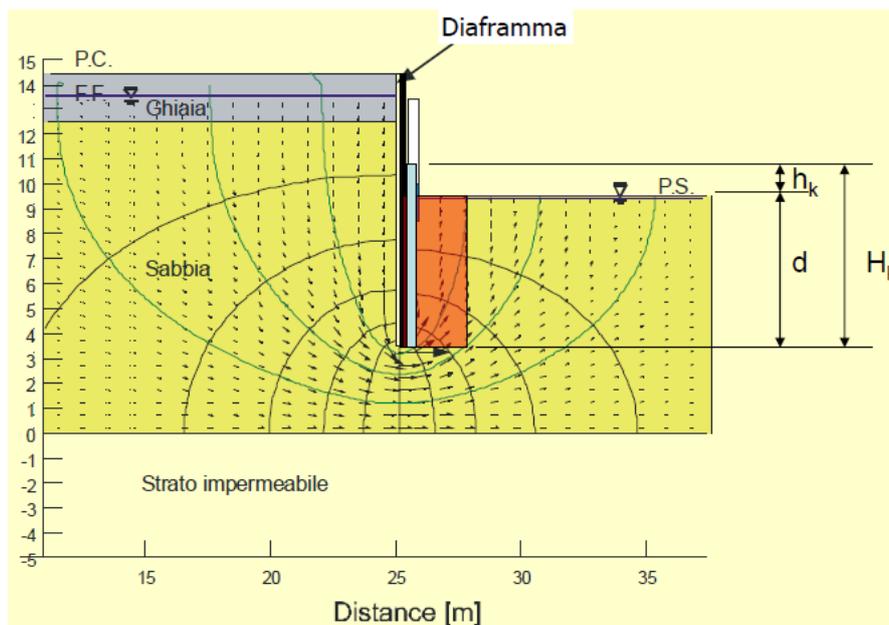


Figura 18 – Schema reticolo di filtrazione per verifica sifonamento

In termini di tensioni totali si verifica:

$$\gamma_{G,inst} (\gamma_w \cdot H_k) \leq \gamma_{G,std} (\gamma_{sat,k} \cdot d)$$

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001	Rev. C	Foglio 32 di 65	

$$1.3 \cdot (\gamma_w \cdot H_k) \leq 0.9 \cdot (\gamma_{sat,k} \cdot d)$$

Dove:

$\gamma_{G,inst} = 1.3$; $\gamma_{G,std} = 0.9$ coefficienti parziali di normativa NTC 2008.

γ_w = peso dell'acqua; $\gamma_{sat,k}$ = peso di volume del terreno (19 kN/m³).

H_k ; d = profondità indicate come da schema di Figura 18.

Nel caso in esame si valutano le pressioni al piede della paratia dal modello di calcolo Plaxis (vedasi figure seguenti) da cui si ricava H_k e quindi le pressioni delle seguenti relazioni

$$1.3 \cdot (\gamma_w \cdot H_k)$$

$$0.9 \cdot (\gamma_{sat,k} \cdot d)$$

Quindi da tabella seguente si verifica che: $1.3 \cdot (\gamma_w \cdot H_k) \leq 0.9 \cdot (\gamma_{sat,k} \cdot d)$.

La verifica è soddisfatta.

	d [m]	H_k [m] = d+hk	hk [m]	H [m]	$1.3 \cdot (\gamma_w \cdot H_k)$	$0.9 \cdot (\gamma_{sat,k} \cdot d)$
Sezione 1	14.7	18.475	3.775	7.55	240.175	251.37

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001	Rev. C	Foglio 33 di 65	

APPENDICE A. REPORT DI CALCOLO PARATIE PLUS

Sezione 1 – Pila 13

Descrizione del Software

ParatiePlus è un codice agli elementi finiti che simula il problema di uno scavo sostenuto da diaframmi flessibili e permette di valutare il comportamento della parete di sostegno durante tutte le fasi intermedie e nella configurazione finale.

Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno

Tipo : HORIZONTAL

Quota : 0 m

OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL

Quota : -6 m

OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL

Quota : -16 m

OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL

Quota : -21 m

OCR : 1

Strato di Terreno	Terreno	γ dry	γ sat	ϕ'	ϕ	c'	Su	Modulo	Elastico	Eu	Evc	Eur	Ah	Av	exp	Pa	Rur/Rvc	Rvc	Ku	Kvc	Kur		
		kN/m ³	kN/m ³	°	°	kPa	kPa				kPa	kPa				kPa			kPa	kN/m ³	kN/m ³	kN/m ³	
1	Argine	0	20	20	30	0		Constant			25000	40000											
2	LA	18.5	18.5	27		5		Constant			15000	24000											
3	GS	19	19	38		0		Constant			50000	80000											
4	S	19	19	35		0		Constant			50000	80000											

Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -25 m

Muro di sinistra

Sezione : PaliD1

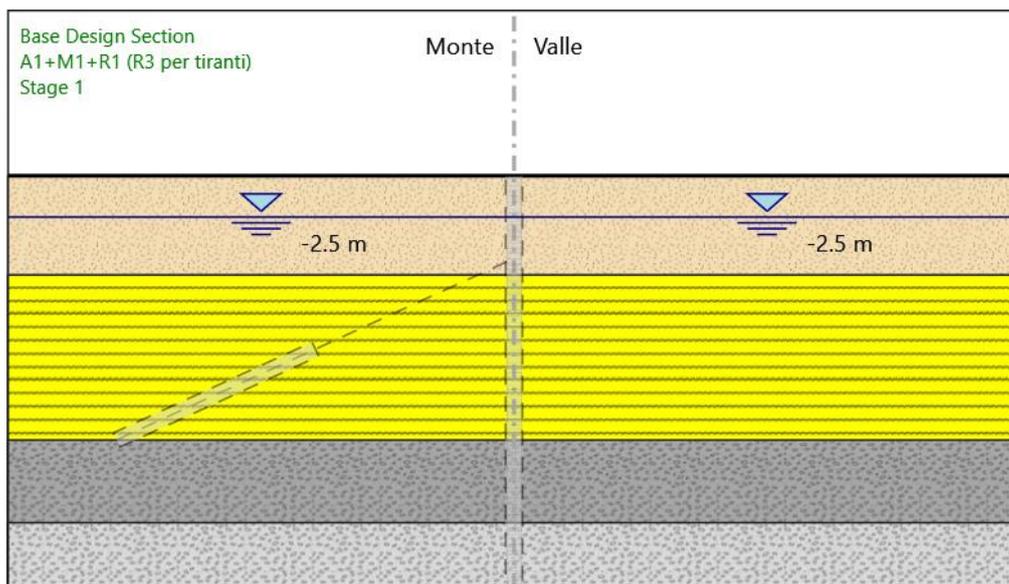
Area equivalente : 0.654498469497874 m

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>					
<p>VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="837 280 965 342">Progetto IN17</td> <td data-bbox="965 280 1061 342">Lotto 12</td> <td data-bbox="1061 280 1348 342">Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001</td> <td data-bbox="1348 280 1428 342">Rev. C</td> <td data-bbox="1428 280 1556 342">Foglio 34 di 65</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001	Rev. C	Foglio 34 di 65
Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001	Rev. C	Foglio 34 di 65		

Inerzia equivalente : 0.0409 m⁴/m
Materiale calcestruzzo : C25/30
Tipo sezione : Tangent
Spaziatura : 1.2 m
Diametro : 1 m
Efficacia : 1

Fasi di Calcolo

Stage 1



Stage 1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

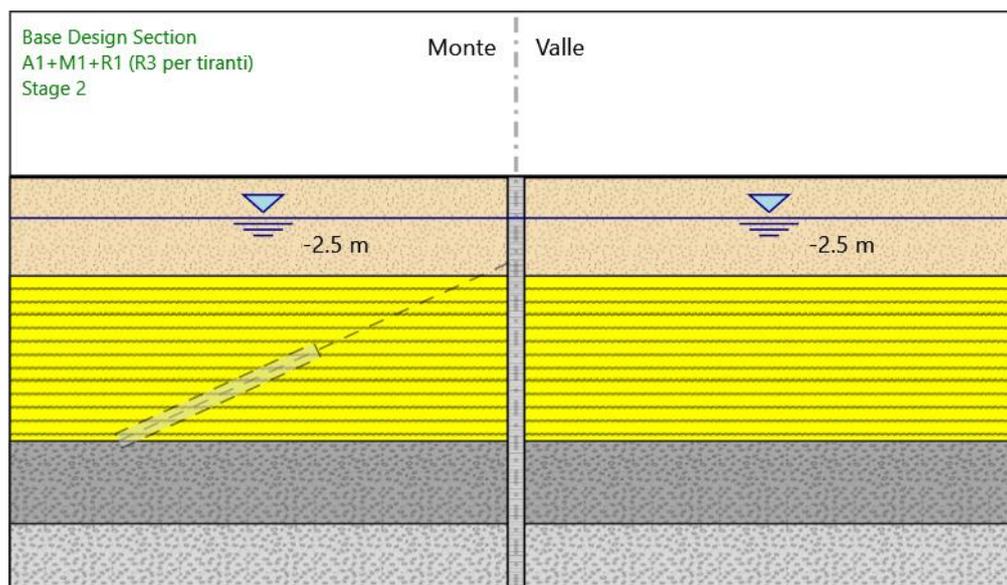
Falda acquifera

Falda di sinistra : -2.5 m

Falda di destra : -2.5 m



Stage 2



Stage 2

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -2.5 m

Falda di destra : -2.5 m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

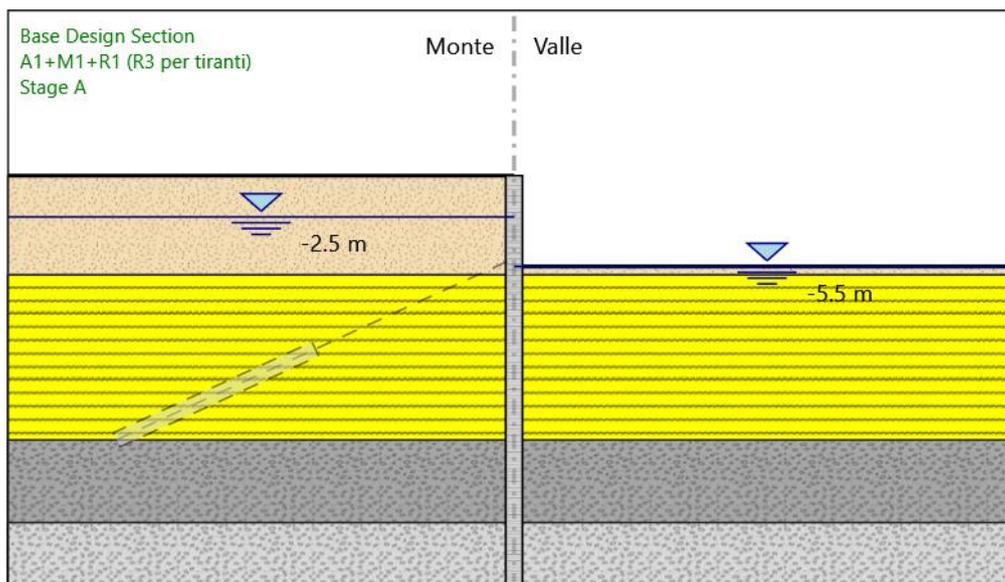
Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -25 m

Sezione : PaliD1



Stage A



Stage A

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -5.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-5.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -2.5 m

Falda di destra : -5.5 m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

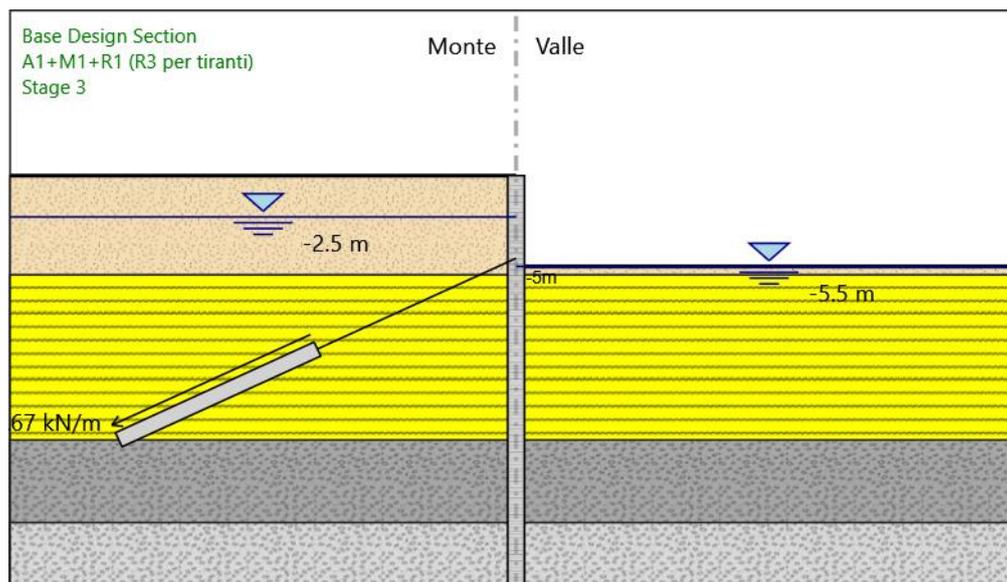
Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -25 m

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001</p>	<p>Rev. C</p>	<p>Foglio 37 di 65</p>	

Sezione : PaliD1

Stage 3



Stage 3

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -5.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-5.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -2.5 m

Falda di destra : -5.5 m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -25 m

Sezione : PaliD1



Tirante : T1

X : 0 m

Z : -5 m

Lunghezza bulbo : 13 m

Diametro bulbo : 0.18 m

Lunghezza libera : 13 m

Spaziatura orizzontale : 1.2 m

Precarico : 350 kN

Angolo : 25 °

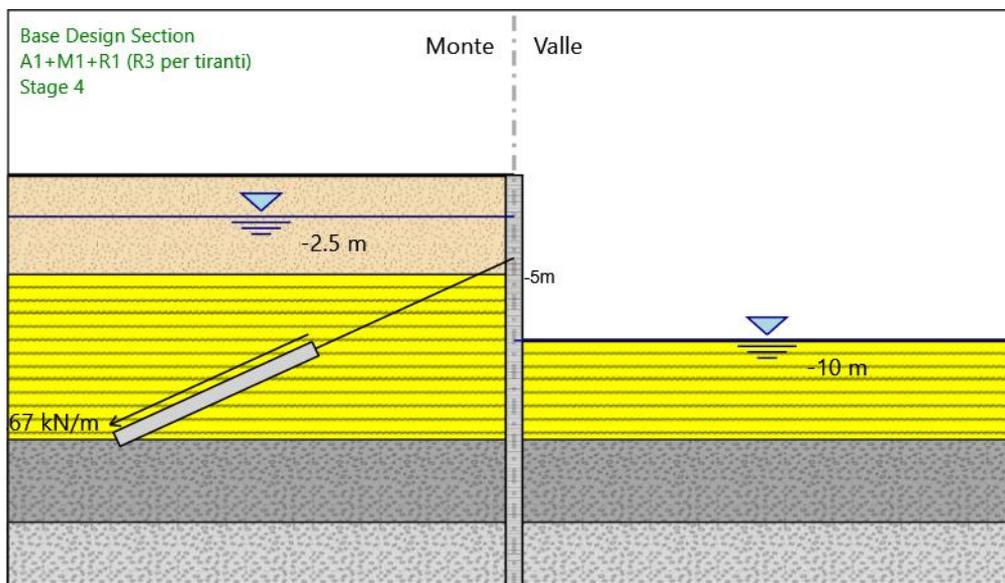
Sezione : 4 strands

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 4

Area : 0.000556 m²

Stage 4



Stage 4

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -10 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17 Lotto 12 Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001 Rev. C Foglio 40 di 65

-10 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -2.5 m

Falda di destra : -10 m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -25 m

Sezione : PaliD1

Tirante : T1

X : 0 m

Z : -5 m

Lunghezza bulbo : 13 m

Diametro bulbo : 0.18 m

Lunghezza libera : 13 m

Spaziatura orizzontale : 1.2 m

Prezarico : 350 kN

Angolo : 25 °

Sezione : 4 strands

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 4

Area : 0.000556 m²

Descrizione Coefficienti Design Assumption

Nome	Carichi Permanenti Sfavorevoli (F_dead_load_unfavour)	Carichi Permanenti Favorevoli (F_dead_load_favour)	Carichi Variabili Sfavorevoli (F_live_load_unfavour)	Carichi Variabili Favorevoli (F_live_load_favour)	Carico Sismico (F_seism)	Pressioni Acqua Monte (F_WaterDR)	Pressioni Acqua Valle (F_WaterRes)	Carichi Permanenti Destabili (F_UPL_GDStab)	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_UPL_GStab)	Carichi Variabili Destabilizzanti (F_UPL_QDStab)	Carichi Permanenti Destabilizzanti (F_HYD_GDStab)	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_HYD_GStab)	Carichi Variabili Destabilizzanti (F_HYD_QDStab)
Simbolo	γ_G	γ_G	γ_Q	γ_Q	γ_{QE}	γ_G	γ_G	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SLE	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
(Rara/Frequente/Quasi Permanente)													
A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001	Rev. C	Foglio 41 di 65

Nome	Parziale su tan(ϕ') (F_Fr)	Parziale su c' (F_eff_cohe)	Parziale su Su (F_Su)	Parziale su qu (F_qu)	Parziale su peso specifico (F_gamma)
Simbolo	$\gamma\phi$	γc	γ_{cu}	γ_{qu}	$\gamma\gamma$
Nominal	1	1	1	1	1
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	1
A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1	1	1	1
A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1

Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Anch_T)	Parziale elementi strutturali (F_wall)
Simbolo	γRe	γap	γat	
Nominal	1	1	1	1
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1
A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1.2	1.1	1
A2+M2+R1	1	1.2	1.1	1

Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

Design Assumption	Stage 1	Stage 2	Stage A	Stage 3	Stage 4
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	V	V	V	V	V
A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V	V
A2+M2+R1					

Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

Tabella Inviluppi Momento WallElement

Selected Design Assumptions	Inviluppi: Momento	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
0	0	0
-0.2	0	0
-0.4	0.924	0
-0.6	2.984	0
-0.8	6.257	0
-1	10.819	0
-1.2	16.746	0
-1.4	24.113	0
-1.6	32.996	0
-1.8	43.471	0
-2	55.613	0
-2.2	69.496	0
-2.4	85.196	0
-2.6	102.787	0
-2.8	122.377	0
-3	144.111	0
-3.2	168.129	0
-3.4	194.575	0
-3.6	223.588	0
-3.8	255.308	0
-4	289.874	0
-4.2	327.422	0

GENERAL CONTRACTOR



IRICAV2

ALTA SORVEGLIANZA



VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Progetto
IN17Lotto
12Codifica Documento
EI2 CL VI 09 B 1 001Rev.
CFoglio
42 di 65

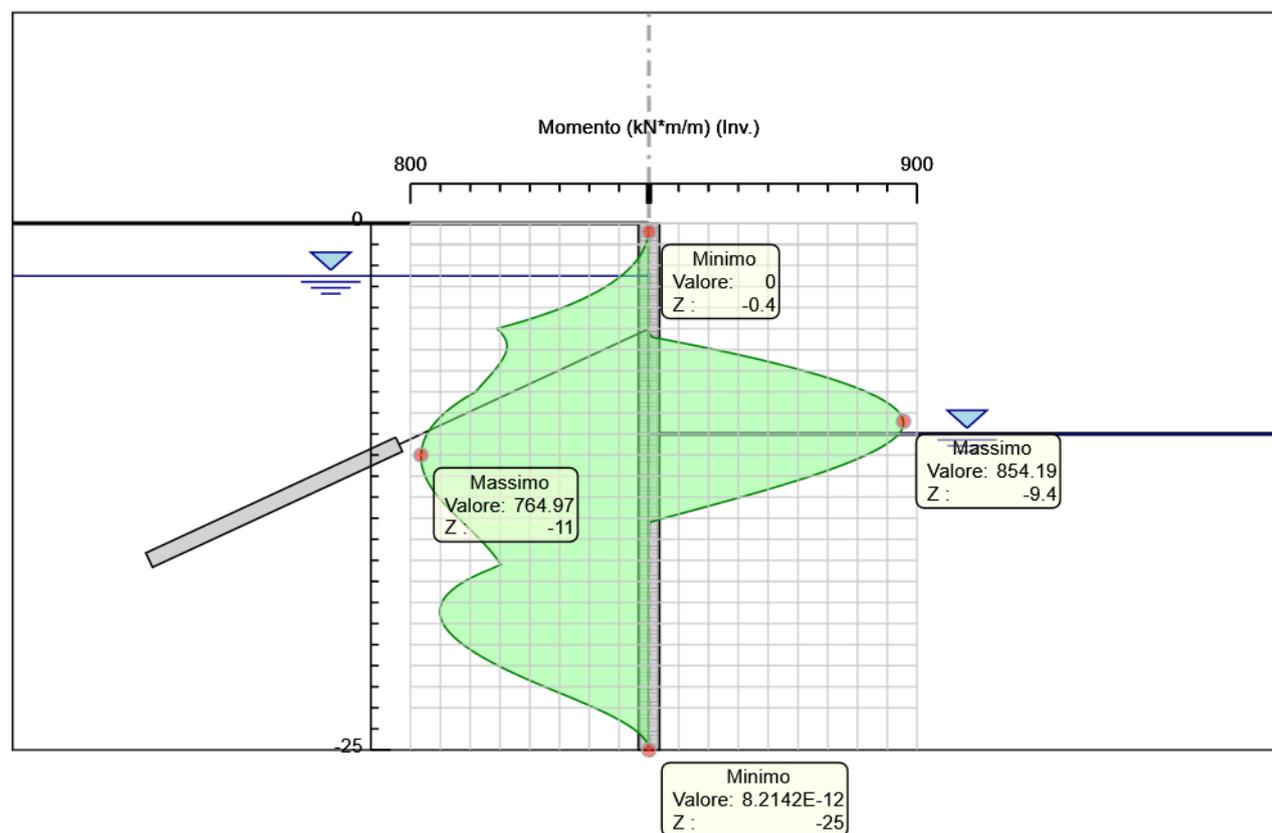
Selected Design Assumptions	Inviluppi: Momento	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-4.4	368.087	0
-4.6	412.002	0
-4.8	459.299	0
-5	510.107	0
-5.2	495.816	0
-5.4	485.285	10.209
-5.6	478.638	83.88
-5.8	475.929	155.028
-6	477.15	223.525
-6.2	482.244	289.245
-6.4	489.352	351.89
-6.6	498.17	411.359
-6.8	508.391	467.553
-7	519.704	520.371
-7.2	531.802	569.711
-7.4	544.372	615.473
-7.6	557.104	657.557
-7.8	569.684	695.863
-8	581.942	730.289
-8.2	606.552	760.734
-8.4	629.164	787.099
-8.6	649.833	809.283
-8.8	668.617	827.185
-9	685.569	840.705
-9.2	700.742	849.742
-9.4	714.186	854.195
-9.6	725.951	853.964
-9.8	736.083	848.948
-10	744.628	839.047
-10.2	751.628	824.159
-10.4	757.124	805.487
-10.6	761.155	783.226
-10.8	763.758	757.577
-11	764.966	728.74
-11.2	764.813	696.914
-11.4	763.327	662.297
-11.6	760.536	625.089
-11.8	756.466	585.489
-12	751.14	543.697
-12.2	744.579	499.911
-12.4	736.801	454.331
-12.6	727.823	407.157
-12.8	717.657	358.587
-13	706.364	308.82
-13.2	694.124	258.056
-13.4	681.11	206.494
-13.6	667.489	154.333
-13.8	653.417	101.773
-14	639.043	49.012
-14.2	624.512	0
-14.4	609.956	0
-14.6	595.505	0
-14.8	581.28	0
-15	567.393	0
-15.2	553.953	0
-15.4	541.061	0
-15.6	528.81	0
-15.8	517.289	0
-16	506.58	0
-16.2	496.76	0
-16.4	528.978	0
-16.6	563.339	0
-16.8	593.5	0

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>					
<p>VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="837 280 965 342">Progetto IN17</td> <td data-bbox="965 280 1061 342">Lotto 12</td> <td data-bbox="1061 280 1348 342">Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001</td> <td data-bbox="1348 280 1428 342">Rev. C</td> <td data-bbox="1428 280 1556 342">Foglio 43 di 65</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001	Rev. C	Foglio 43 di 65
Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001	Rev. C	Foglio 43 di 65		

Selected Design Assumptions	Involuppi: Momento	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-17	619.621	0
-17.2	641.859	0
-17.4	660.366	0
-17.6	675.29	0
-17.8	686.779	0
-18	694.971	0
-18.2	700.003	0
-18.4	702.009	0
-18.6	701.117	0
-18.8	697.452	0
-19	691.134	0
-19.2	682.281	0
-19.4	671.004	0
-19.6	657.414	0
-19.8	641.615	0
-20	623.71	0
-20.2	603.797	0
-20.4	581.97	0
-20.6	558.323	0
-20.8	532.943	0
-21	505.918	0
-21.2	477.314	0
-21.4	447.269	0
-21.6	415.927	0
-21.8	383.429	0
-22	349.915	0
-22.2	315.826	0
-22.4	281.596	0
-22.6	247.65	0
-22.8	214.407	0
-23	182.276	0
-23.2	151.668	0
-23.4	122.986	0
-23.6	96.578	0
-23.8	72.739	0
-24	51.763	0
-24.2	33.94	0
-24.4	19.562	0
-24.6	8.92	0
-24.8	2.302	0
-25	0	0



Grafico Involuppi Momento



Momento

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>				
<p>VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001</p>	<p>Rev. C</p>	<p>Foglio 45 di 65</p>	

Tabella Involuppi Taglio WallElement

Selected Design Assumptions	Involuppi: Taglio Muro: WallElement	
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	0	0
-0.2	4.618	0
-0.4	10.302	0
-0.6	16.367	0
-0.8	22.811	0
-1	29.634	0
-1.2	36.836	0
-1.4	44.416	0
-1.6	52.374	0
-1.8	60.708	0
-2	69.417	0
-2.2	78.5	0
-2.4	87.954	0
-2.6	97.952	0
-2.8	108.666	0
-3	120.092	0
-3.2	132.228	0
-3.4	145.066	0
-3.6	158.602	0
-3.8	172.828	0
-4	187.739	0
-4.2	203.325	0
-4.4	219.577	0
-4.6	236.485	0
-4.8	254.039	0
-5	254.039	391.708
-5.2	119.37	391.708
-5.4	131.379	380.349
-5.6	142.607	368.359
-5.8	151.643	355.737
-6	158.484	342.484
-6.2	160.935	328.6
-6.4	162.053	313.226
-6.6	162.053	297.349
-6.8	161.84	280.969
-7	160.295	264.087
-7.2	157.418	246.701
-7.4	153.209	228.813
-7.6	147.668	210.421
-7.8	140.795	191.527
-8	132.59	172.129
-8.2	123.053	152.229
-8.4	113.058	131.826
-8.6	103.348	110.92
-8.8	93.918	89.51
-9	84.76	67.598
-9.2	75.864	45.183
-9.4	67.222	22.265
-9.6	58.824	0
-9.8	50.661	0
-10	74.436	0
-10.2	93.367	0
-10.4	111.303	0
-10.6	128.243	0
-10.8	144.186	4.24
-11	159.133	8.534
-11.2	173.085	12.849
-11.4	186.04	17.188
-11.6	197.999	21.557

GENERAL CONTRACTOR



IRICAV2

ALTA SORVEGLIANZA



VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Progetto
IN17Lotto
12Codifica Documento
EI2 CL VI 09 B 1 001Rev.
CFoglio
46 di 65

Selected Design Assumptions	Involuppi: Taglio	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-11.8	208.961	26.63
-12	218.928	32.807
-12.2	227.899	38.89
-12.4	235.873	44.89
-12.6	242.852	50.827
-12.8	248.834	56.467
-13	253.82	61.2
-13.2	257.81	65.067
-13.4	260.804	68.108
-13.6	262.802	70.362
-13.8	263.803	71.866
-14	263.809	72.659
-14.2	263.809	72.776
-14.4	262.818	72.776
-14.6	260.831	72.254
-14.8	257.849	71.129
-15	253.87	69.433
-15.2	248.895	67.2
-15.4	242.924	64.463
-15.6	236.357	61.254
-15.8	229.712	57.604
-16	222.983	53.543
-16.2	216.279	55.728
-16.4	193.625	61.647
-16.6	171.805	66.939
-16.8	150.805	71.658
-17	130.605	75.805
-17.2	111.188	79.453
-17.4	92.534	82.667
-17.6	74.625	85.509
-17.8	57.44	87.921
-18	40.959	89.561
-18.2	25.163	90.503
-18.4	10.03	90.817
-18.6	0	90.817
-18.8	0	90.572
-19	0	89.829
-19.2	0	88.648
-19.4	0	87.085
-19.6	0	85.192
-19.8	0	89.526
-20	0	99.566
-20.2	0	109.13
-20.4	0	118.235
-20.6	0	126.896
-20.8	0	135.127
-21	0	143.021
-21.2	0	150.225
-21.4	0	156.709
-21.6	0	162.491
-21.8	0	167.571
-22	0	170.443
-22.2	0	171.15
-22.4	0	171.15
-22.6	0	169.73
-22.8	0	166.219
-23	0	160.646
-23.2	0	153.036
-23.4	0	143.412
-23.6	0	132.04
-23.8	0	119.194
-24	0	104.883
-24.2	0	89.113

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Progetto
IN17

Lotto
12

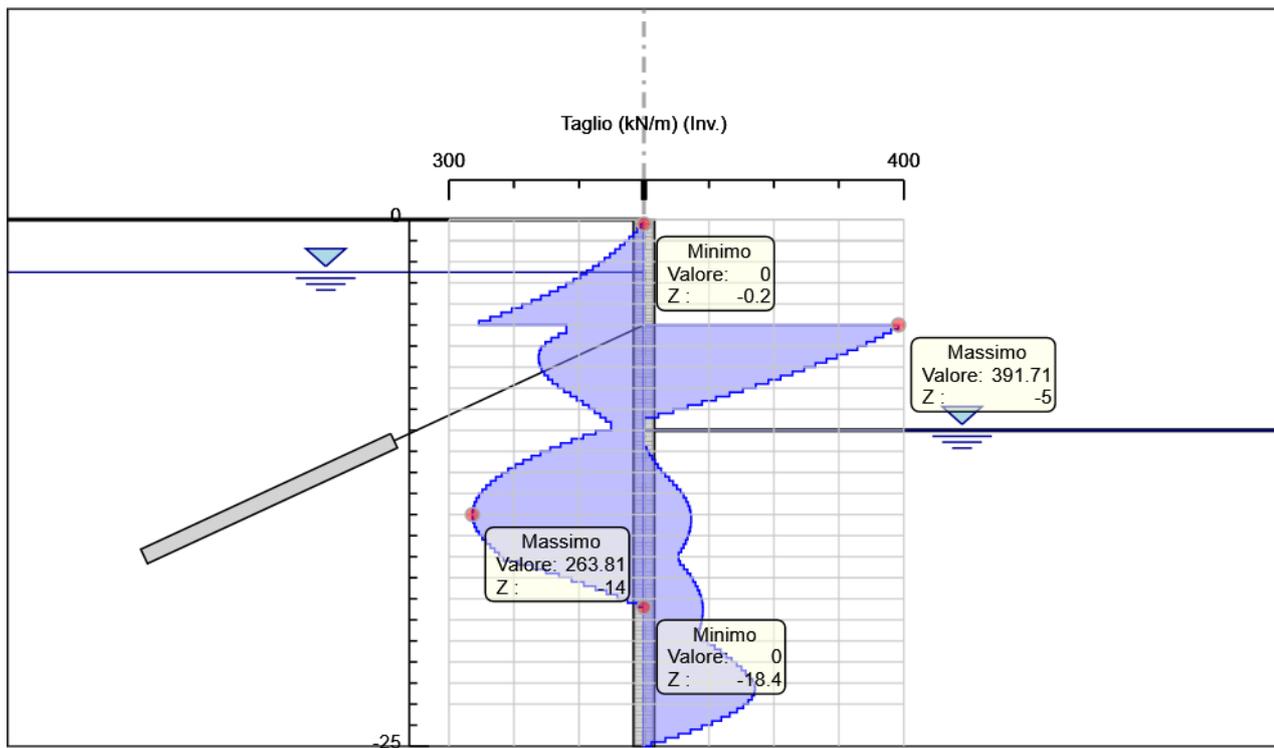
Codifica Documento
EI2 CL VI 09 B 1 001

Rev.
C

Foglio
47 di 65

Selected Design Assumptions	Inviluppi: Taglio	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-24.4	0	71.889
-24.6	0	53.213
-24.8	0	33.088
-25	0	11.512

Grafico Inviluppi Taglio



Taglio

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001	Rev. C	Foglio 49 di 65

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva
				%
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Stage 1	Left Wall	LEFT	8.84
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Stage 4	Left Wall	RIGHT	29.83

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva
				%
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Stage 4	Left Wall	LEFT	112.65
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Stage 1	Left Wall	RIGHT	190.82

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva
				%
A2+M2+R1	Stage 1	Left Wall	LEFT	8.86
A2+M2+R1	Stage 4	Left Wall	RIGHT	30.44

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva
				%
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Stage 4	Left Wall	LEFT	112.65
A2+M2+R1	Stage 1	Left Wall	RIGHT	188.26

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001	Rev. C	Foglio 50 di 65	

Sezione 2 – Pila 14

Descrizione del Software

ParatiePlus è un codice agli elementi finiti che simula il problema di uno scavo sostenuto da diaframmi flessibili e permette di valutare il comportamento della parete di sostegno durante tutte le fasi intermedie e nella configurazione finale.

Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno

Tipo : HORIZONTAL

Quota : 0 m

OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL

Quota : -7 m

OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL

Quota : -10.5 m

OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL

Quota : -16 m

OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL

Quota : -17 m

OCR : 1

Strato di Terreno	Terreno	γ dry	γ sat	ϕ'	ϕ	c'	Su	Modulo	Elastico	Eu	Evc	Eur	Ah	Av	exp	Pa	Rur/Rvc	Rvc	Ku	Kvc	Kur	
		kN/m ³	kN/m ³	°	°	kPa	kPa				kPa	kPa				kPa		kPa	kN/m ³	kN/m ³	kN/m ³	
1	Argine	0	20	20	30	0		Constant			25000	40000										
2	LA	18.5	18.5	27		5		Constant			15000	24000										
3	GS	19	19	38		0		Constant			50000	80000										
4	LA	18.5	18.5	27		5		Constant			15000	24000										
5	GS	19	19	38		0		Constant			50000	80000										

Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -25 m

Muro di sinistra

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE					
VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="842 282 967 340">Progetto IN17</td> <td data-bbox="967 282 1062 340">Lotto 12</td> <td data-bbox="1062 282 1353 340">Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001</td> <td data-bbox="1353 282 1433 340">Rev. C</td> <td data-bbox="1433 282 1549 340">Foglio 51 di 65</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001	Rev. C	Foglio 51 di 65
Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001	Rev. C	Foglio 51 di 65		

Sezione : PaliD1

Area equivalente : 0.654498469497874 m

Inerzia equivalente : 0.0409 m⁴/m

Materiale calcestruzzo : C25/30

Tipo sezione : Tangent

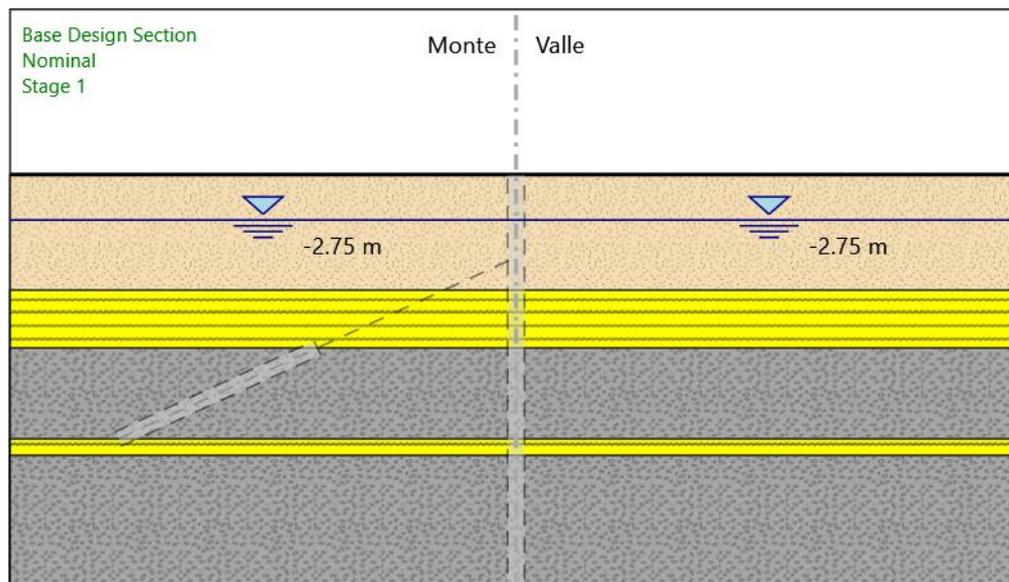
Spaziatura : 1.2 m

Diametro : 1 m

Efficacia : 1

Fasi di Calcolo

Stage 1



Stage 1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

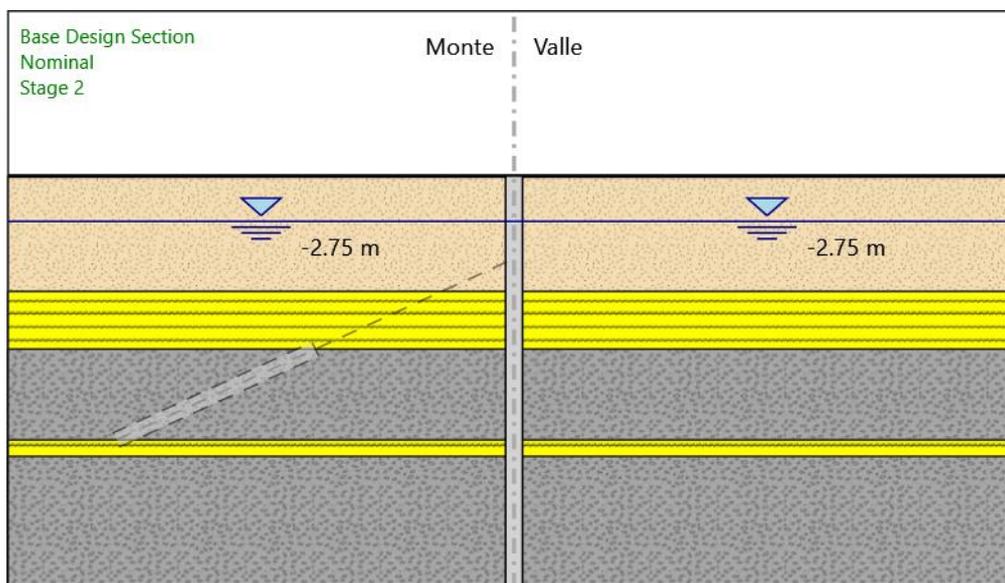
<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001</p>	<p>Rev. C</p>	<p>Foglio 52 di 65</p>

Falda acquifera

Falda di sinistra : -2.75 m

Falda di destra : -2.75 m

Stage 2



Stage 2

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -2.75 m

Falda di destra : -2.75 m

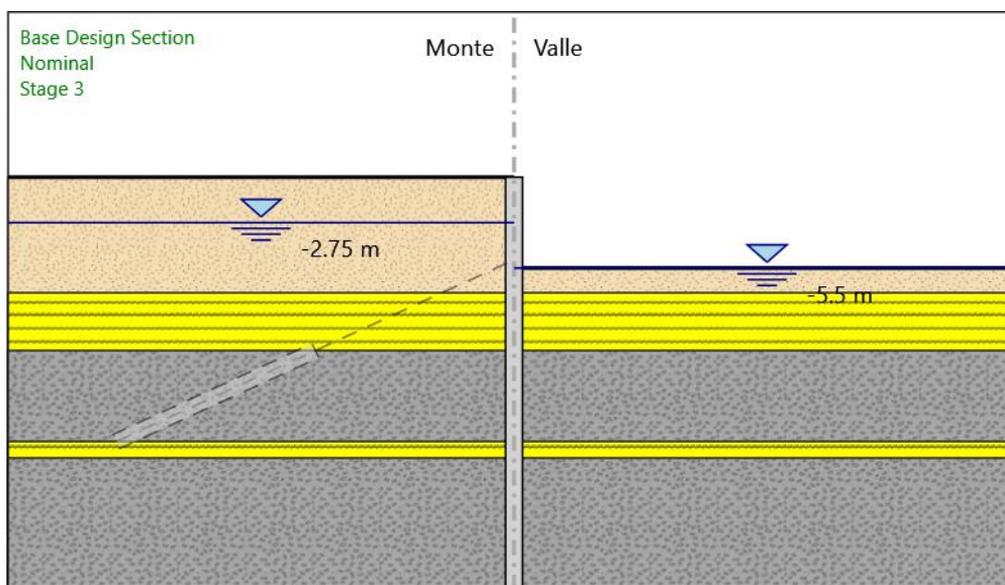
Elementi strutturali

Paratia : WallElement

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001	Rev. C	Foglio 53 di 65

X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -25 m
Sezione : PaliD1

Stage 3



Stage 3

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -5.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-5.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -2.75 m

Falda di destra : -5.5 m

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>			
<p>VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001</p>	<p>Rev. C</p>	<p>Foglio 54 di 65</p>

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

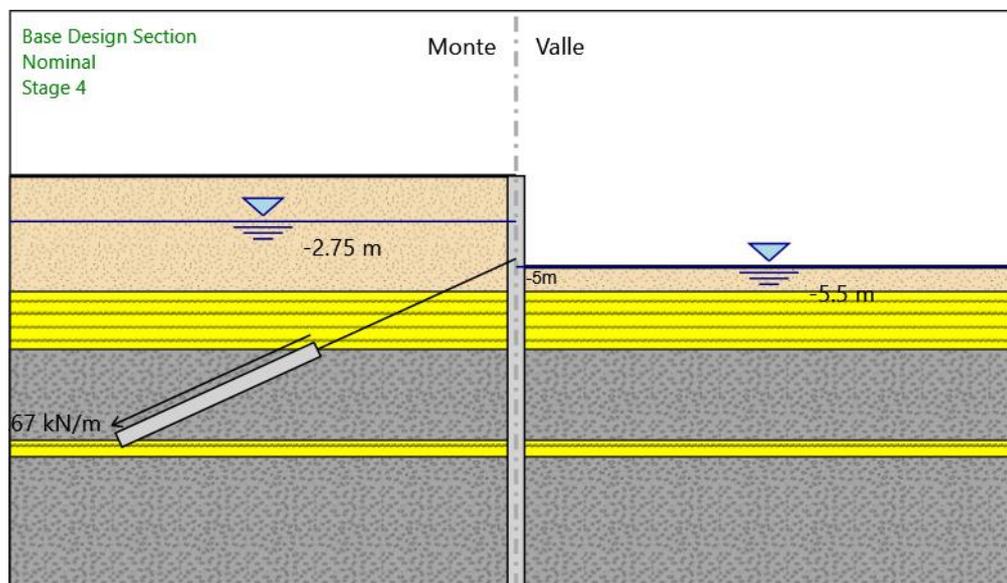
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -25 m

Sezione : PaliD1

Stage 4



Stage 4

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -5.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-5.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -2.75 m

Falda di destra : -5.5 m

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>					
<p>VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="837 280 965 342">Progetto IN17</td> <td data-bbox="965 280 1061 342">Lotto 12</td> <td data-bbox="1061 280 1348 342">Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001</td> <td data-bbox="1348 280 1428 342">Rev. C</td> <td data-bbox="1428 280 1556 342">Foglio 55 di 65</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001	Rev. C	Foglio 55 di 65
Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001	Rev. C	Foglio 55 di 65		

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -25 m

Sezione : PaliD1

Tirante : T1

X : 0 m

Z : -5 m

Lunghezza bulbo : 13 m

Diametro bulbo : 0.18 m

Lunghezza libera : 13 m

Spaziatura orizzontale : 1.2 m

Precarico : 350 kN

Angolo : 25 °

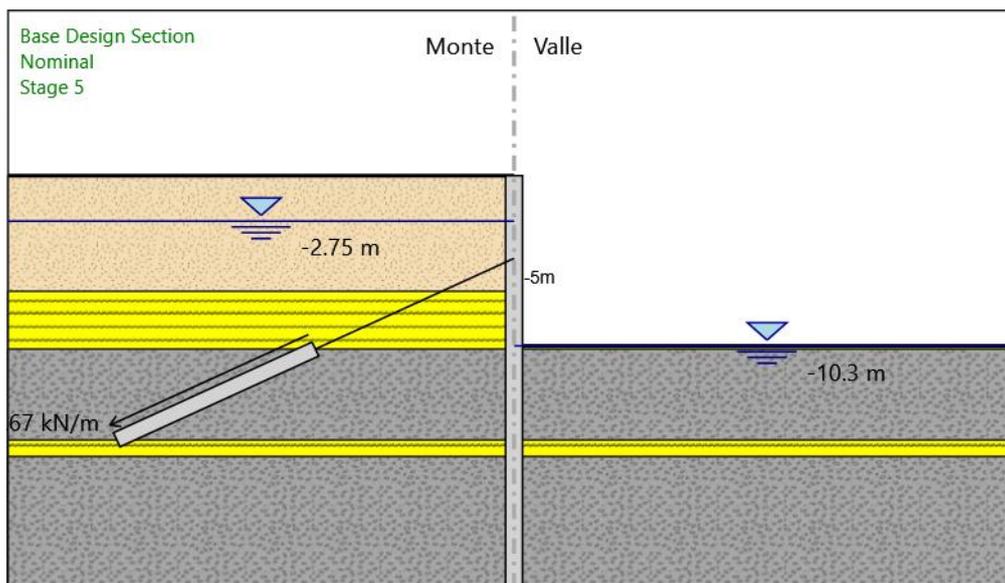
Sezione : 4 strands

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 4

Area : 0.000556 m²

Stage 5



Stage 5

Scavo

Muro di sinistra

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001	Rev. C	Foglio 57 di 65

Nome	Carichi	Carichi	Carichi	Carichi	Carico	Pressio	Pressio	Carichi	Carichi	Carichi	Carichi	Carichi	Carichi
	Permanenti Sfavorevoli (F_dead_load_unfavour)	Permanenti Favorevoli (F_dead_loa_d_favour)	Variabili Sfavorevoli (F_live_load_unfavour)	Variabili Favorevoli (F_live_load_favour)	Sismico (F_seism_load)	ni Acqua Lato Monte (F_Wat_erDR)	ni Acqua Lato Valle (F_Wat_erRes)	Permane nti Destabili zzanti (F_UPL_G_DStab)	Perman enti Stabilizz anti (F_UPL_GStab)	Variabili Destabiliz zanti (F_UPL_Q_DStab)	Permane nti Destabiliz zanti (F_HYD_GDStab)	Permane nti Stabilizz anti (F_HYD_GStab)	Variabili Destabiliz zanti (F_HYD_QDStab)
Simbolo	γ_G	γ_G	γ_Q	γ_Q	γ_{QE}	γ_G	γ_G	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

Nome	Parziale su $\tan(\phi')$ (F_Fr)	Parziale su c' (F_eff_cohe)	Parziale su Su (F_Su)	Parziale su qu (F_qu)	Parziale su peso specifico (F_gamma)
Simbolo	γ_ϕ	γ_c	γ_{cu}	γ_{qu}	γ_γ
Nominal	1	1	1	1	1
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	1
A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1	1	1	1
A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1

Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Anch_T)	Parziale elementi strutturali (F_wall)
Simbolo	γ_{Re}	γ_{ap}	γ_{at}	
Nominal	1	1	1	1
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1
A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1.2	1.1	1
A2+M2+R1	1	1.2	1.1	1

Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

Design Assumption	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4	Stage 5
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	V	V	V	V	V
A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V	V
A2+M2+R1					

Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

Tabella Inviluppi Momento WallElement

Selected Design Assumptions	Inviluppi: Momento	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
0	0	0
-0.2	0	0

GENERAL CONTRACTOR



IRICAV2

ALTA SORVEGLIANZA



VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Progetto
IN17Lotto
12Codifica Documento
EI2 CL VI 09 B 1 001Rev.
CFoglio
58 di 65

Selected Design Assumptions	Inviluppi: Momento	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-0.4	0.924	0
-0.6	2.96	0
-0.8	6.183	0
-1	10.664	0
-1.2	16.476	0
-1.4	23.691	0
-1.6	32.381	0
-1.8	42.618	0
-2	54.475	0
-2.2	68.022	0
-2.4	83.331	0
-2.6	100.473	0
-2.8	119.517	0
-3	140.552	0
-3.2	163.716	0
-3.4	189.147	0
-3.6	216.983	0
-3.8	247.359	0
-4	280.411	0
-4.2	316.272	0
-4.4	355.074	0
-4.6	396.946	0
-4.8	442.018	0
-5	490.414	0
-5.2	473.523	0
-5.4	460.201	0
-5.6	450.567	5.117
-5.8	444.674	59.043
-6	442.511	110.43
-6.2	443.901	159.152
-6.4	448.364	205.084
-6.6	455.407	248.1
-6.8	464.517	288.075
-7	475.182	324.883
-7.2	486.886	358.398
-7.4	498.395	388.307
-7.6	509.647	414.568
-7.8	524.557	437.139
-8	548.993	455.978
-8.2	572.162	471.044
-8.4	594.085	482.295
-8.6	614.777	489.69
-8.8	634.254	493.187
-9	652.529	492.744
-9.2	669.616	488.319
-9.4	685.523	479.872
-9.6	700.259	467.36
-9.8	713.83	450.741
-10	726.241	429.975
-10.2	737.493	405.018
-10.4	747.585	375.832
-10.6	756.535	343.493
-10.8	762.85	307.921
-11	766.671	269.738
-11.2	768.134	229.573
-11.4	767.368	188.056
-11.6	764.494	145.816
-11.8	759.631	103.484
-12	752.889	61.69
-12.2	744.373	21.064
-12.4	734.18	0
-12.6	722.404	0
-12.8	709.13	0

GENERAL CONTRACTOR



IRICAV2

ALTA SORVEGLIANZA

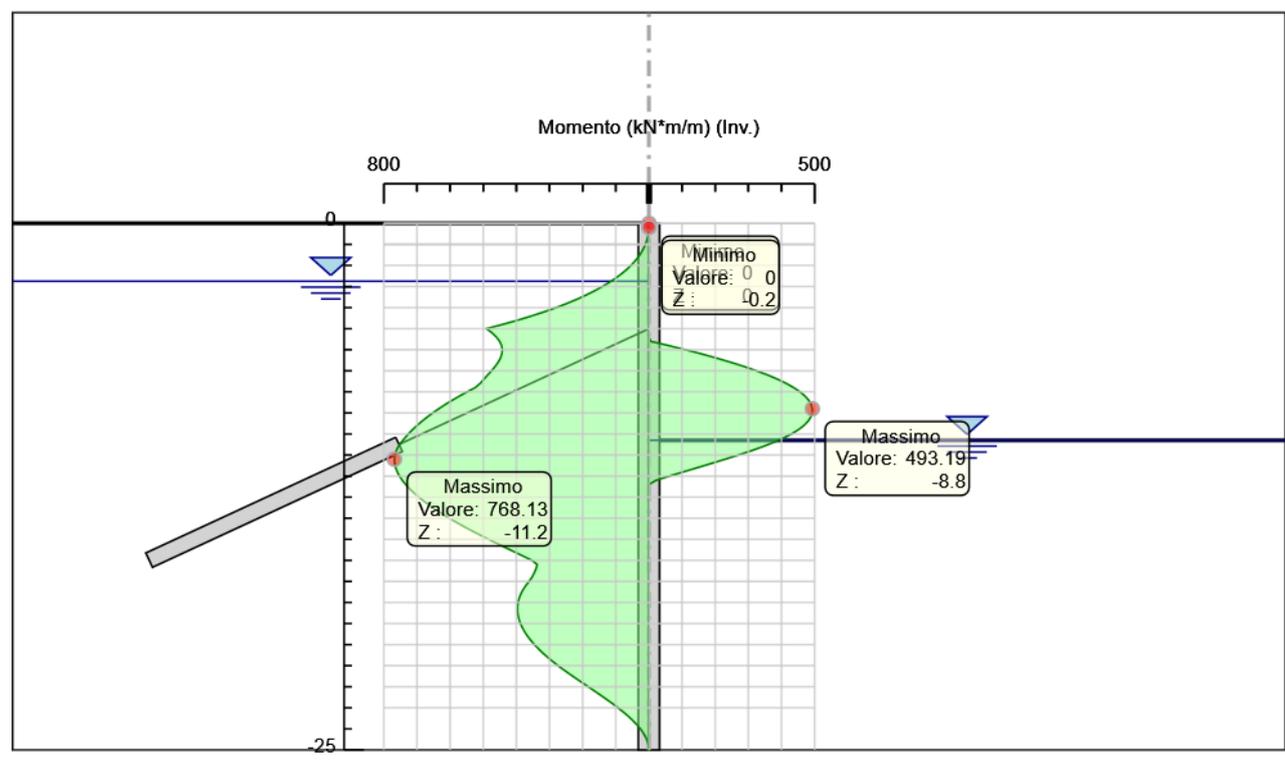


VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Progetto
IN17Lotto
12Codifica Documento
EI2 CL VI 09 B 1 001Rev.
CFoglio
59 di 65

Selected Design Assumptions	Involuppi: Momento	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-13	694.441	0
-13.2	678.41	0
-13.4	661.107	0
-13.6	642.596	0
-13.8	622.935	0
-14	602.178	0
-14.2	580.372	0
-14.4	557.597	0
-14.6	533.924	0
-14.8	509.418	0
-15	484.14	0
-15.2	458.308	0
-15.4	432.117	0
-15.6	405.747	0
-15.8	379.357	0
-16	353.092	0
-16.2	337.136	0
-16.4	340.839	0
-16.6	346.188	0
-16.8	353.171	0
-17	361.773	0
-17.2	371.976	0
-17.4	380.35	0
-17.6	386.951	0
-17.8	391.834	0
-18	395.05	0
-18.2	396.649	0
-18.4	396.68	0
-18.6	395.186	0
-18.8	392.213	0
-19	387.801	0
-19.2	381.991	0
-19.4	374.819	0
-19.6	366.322	0
-19.8	356.542	0
-20	345.54	0
-20.2	333.375	0
-20.4	320.103	0
-20.6	305.779	0
-20.8	290.454	0
-21	274.177	0
-21.2	256.996	0
-21.4	239.111	0
-21.6	220.719	0
-21.8	202.01	0
-22	183.171	0
-22.2	164.384	0
-22.4	145.825	0
-22.6	127.668	0
-22.8	110.085	0
-23	93.242	0
-23.2	77.307	0
-23.4	62.441	0.257
-23.6	48.807	0.455
-23.8	36.565	0.525
-24	25.875	0.498
-24.2	16.875	0.406
-24.4	9.676	0.279
-24.6	4.389	0.148
-24.8	1.126	0.045
-25	0	0

Grafico Involuppi Momento



Momento

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>			
<p>VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001</p>	<p>Rev. C</p>	<p>Foglio 61 di 65</p>

Tabella Involuppi Taglio WallElement

Selected Design Assumptions	Involuppi: Taglio Muro: WallElement	
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	0	0
-0.2	4.618	0
-0.4	10.185	0
-0.6	16.114	0
-0.8	22.406	0
-1	29.059	0
-1.2	36.074	0
-1.4	43.45	0
-1.6	51.187	0
-1.8	59.282	0
-2	67.735	0
-2.2	76.545	0
-2.4	85.708	0
-2.6	95.223	0
-2.8	105.173	0
-3	115.819	0
-3.2	127.156	0
-3.4	139.179	0
-3.6	151.882	0
-3.8	165.26	0
-4	179.305	0
-4.2	194.009	0
-4.4	209.363	0
-4.6	225.357	0
-4.8	241.982	0
-5	241.982	303.944
-5.2	112.518	303.944
-5.4	124.011	293.134
-5.6	134.725	281.695
-5.8	143.247	269.628
-6	149.578	256.934
-6.2	153.718	243.611
-6.4	155.666	229.66
-6.6	155.666	215.081
-6.8	155.423	199.875
-7	152.99	184.04
-7.2	148.364	167.577
-7.4	141.79	149.544
-7.6	135.143	131.303
-7.8	128.607	112.854
-8	122.178	94.196
-8.2	115.848	75.33
-8.4	109.612	56.256
-8.6	103.46	36.974
-8.8	97.385	17.484
-9	91.379	0
-9.2	85.432	0
-9.4	79.536	0
-9.6	83.092	0
-9.8	103.832	0
-10	124.78	0
-10.2	145.937	0
-10.4	161.698	0
-10.6	177.857	0
-10.8	190.916	0
-11	200.826	0.332
-11.2	207.586	6.544
-11.4	211.197	14.366
-11.6	211.659	24.315

GENERAL CONTRACTOR



IRICAV2

ALTA SORVEGLIANZA



VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Progetto
IN17Lotto
12Codifica Documento
EI2 CL VI 09 B 1 001Rev.
CFoglio
62 di 65

Selected Design Assumptions	Involuppi: Taglio	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-11.8	211.659	33.71
-12	208.971	42.583
-12.2	203.134	50.964
-12.4	194.147	58.882
-12.6	182.011	66.367
-12.8	168.171	73.448
-13	154.894	80.155
-13.2	142.173	86.515
-13.4	129.997	92.555
-13.6	118.357	98.303
-13.8	107.242	103.785
-14	96.64	109.029
-14.2	86.539	113.877
-14.4	76.926	118.365
-14.6	67.789	122.53
-14.8	59.114	126.388
-15	50.889	129.163
-15.2	43.099	130.953
-15.4	35.733	131.852
-15.6	28.777	131.948
-15.8	22.218	131.948
-16	16.042	131.325
-16.2	18.516	130.059
-16.4	26.747	121.088
-16.6	34.916	112.155
-16.8	43.01	103.278
-17	51.013	94.471
-17.2	51.013	85.751
-17.4	41.869	83.026
-17.6	33.006	80.064
-17.8	24.413	76.909
-18	16.08	73.598
-18.2	7.996	70.169
-18.4	0.151	66.653
-18.6	0	63.081
-18.8	0	59.479
-19	0	55.873
-19.2	0	52.285
-19.4	0	48.733
-19.6	0	48.902
-19.8	0	55.011
-20	0	60.825
-20.2	0	66.357
-20.4	0	71.62
-20.6	0	76.625
-20.8	0	81.383
-21	0	85.905
-21.2	0	89.425
-21.4	0	91.962
-21.6	0	93.544
-21.8	0	94.195
-22	0	94.195
-22.2	0	93.939
-22.4	0	92.795
-22.6	0	90.782
-22.8	0	87.916
-23	0	84.211
-23.2	0	79.678
-23.4	0	74.328
-23.6	0	68.17
-23.8	0.134	61.208
-24	0.462	53.45
-24.2	0.636	45.003

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Progetto
IN17

Lotto
12

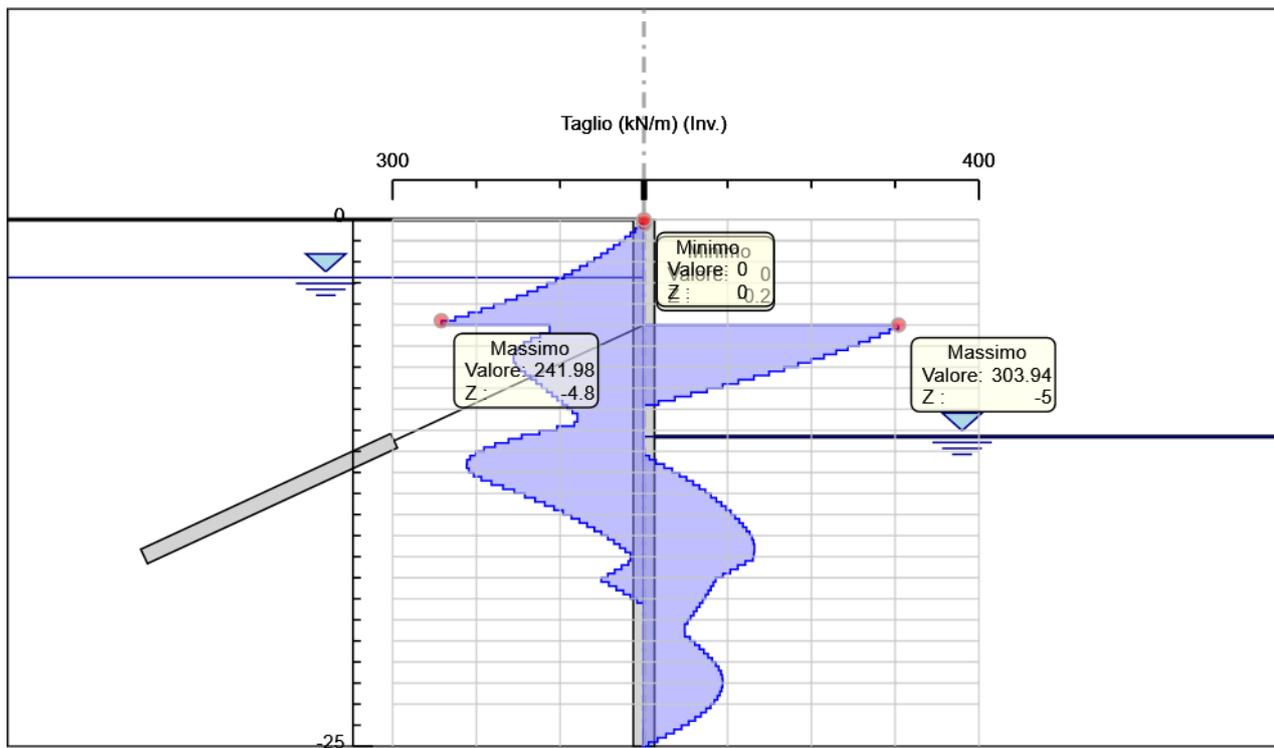
Codifica Documento
EI2 CL VI 09 B 1 001

Rev.
C

Foglio
63 di 65

Selected Design Assumptions	Inviluppi: Taglio	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-24.4	0.653	35.996
-24.6	0.653	26.432
-24.8	0.516	16.314
-25	0.224	5.633

Grafico Inviluppi Taglio



Taglio

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
VI09B - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 09 B 1 001	Rev. C	Foglio 65 di 65

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva
				%
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Stage 1 Left Wall		LEFT	6.86
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Stage 5 Left Wall		RIGHT	21.14

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva
				%
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Stage 5 Left Wall		LEFT	113.68
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Stage 1 Left Wall		RIGHT	192.93

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva
				%
A2+M2+R1	Stage 1 Left Wall		LEFT	6.87
A2+M2+R1	Stage 5 Left Wall		RIGHT	21.63

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva
				%
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Stage 5 Left Wall		LEFT	113.68
A2+M2+R1	Stage 1 Left Wall		RIGHT	191.7