

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
NV-NUOVA VIABILITA' INTERFERENZE VIARIE
NV54 - PERCORSO CICLOPEDONALE DA PORTO S. PANCRAZIO A S. MICHELE
PONTE CICLOPEDONALE
Relazione di calcolo opere provvisionali**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA
IL PROGETTISTA INTEGRATORE  Ing. Giovanni MALAVENDA ingegnere di Venezia n. 4289 Data: Aprile 2021	Consorzio Iricav Due ing. Paolo CARMONA Data: Aprile 2021	ing. Luca Zaccaria iscritto all'ordine degli ingegneri di Ravenna n.A1206 Data: Aprile 2021		-

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	FOGLIO			
I N 1 7	1 1	E	I 2	CL	N V 5 4 A 2	0 0 1	B	-	-	-	p - - -

VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
Firma	Data
 Luca RANDOLFI	

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	CODING	30/03/21	S.Cecchi	30/03/21	P. Luciani	30/03/21	 Giuseppe Fabrizio COPPA Data: 30/04/21
B	REVISIONE PER RECEPIMENTO ISTRUTTORIA ENTE VALIDATORE	CODING	30/04/21	S.Cecchi	30/04/21	P. Luciani	30/04/21	

CIG. 8377957CD1



CUP: J41E9100000009

File: IN1711EI2CLNV54A2001B.DOC

Cod. origine:





Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A2001	B

INDICE

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
3	UNITÀ DI MISURA	7
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	8
4.1	Acciaio per palancole di sostegno	8
4.2	Copriferrì	8
5	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	9
5.1	RILEVATI E RINTERRI	9
5.2	STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI	9
5.3	LIQUEFACIBILITA' DEI TERRENI	10
6	ANALISI DEI CARICHI E CONDIZIONI DI CARICO	11
6.1	Carichi Permanenti strutturali (G_1)	11
6.2	Spinta Statica delle terre (G_2)	11
6.3	Sovraccarico Variabile da traffico stradale (Q)	14
7	COMBINAZIONI DI CARICO	15
8	MODELLAZIONE NUMERICA	18
8.1	Programma per l'analisi automatica	18
8.2	Modello di calcolo	18
9	ANALISI DEI RISULTATI	20
9.1	Sollecitazioni	20
9.2	Spostamenti	22
10	VERIFICHE DELL'OPERA	23
10.1	Verifiche strutturali	23
10.2	Verifiche geotecniche	25
11	TABULATO DI CALCOLO	27
12	DICHIARAZIONE SECONDO NTC2008 (§ 10.2)	51

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A2001	B

1 PREMESSA

La presente relazione afferisce ai calcoli e alle verifiche strutturali delle opere di sostegno provvisori delle spalle A e B del ponte ciclopedonale ubicato al km 1+150.00, nell'ambito della redazione dei documenti tecnici relativi alla progettazione esecutiva della Linea AV/AC Verona-Padova, Sub tratta Verona-Vicenza, 1° Sub Lotto Verona-Montebello Vicentino.

Le opere provvisorie in esame, sfruttate durante la realizzazione delle spalle della suddetta opera, per non creare soggezioni alle strade/ferrovie limitrofe, saranno rimosse non appena ultimate le sottostrutture.

Il ponte pedonale in oggetto ha uno sviluppo di 16.65 m ed è composto da un'unica campata. L'impalcato dapprima ospiterà il passaggio dei mezzi da cantiere per poi essere utilizzato come ponte ciclopedonale. Data la mole dei carichi da traffico iniziale, il ponte sarà verificato con carichi di prima categoria.

Si riporta a seguire per completezza graficamente la sezione di calcolo del sottovia, rimandando all'allegato apposito "IN1711EI2CLNV54A6001A" per i dettagli del caso.

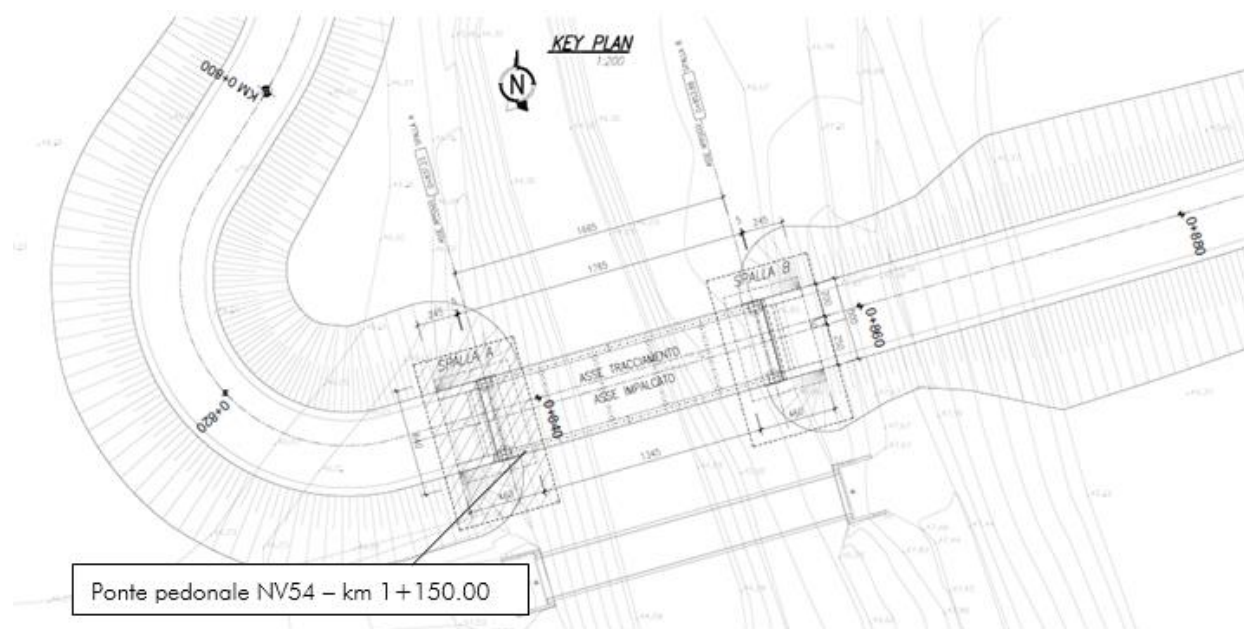


Figura 1.1: Stralcio planimetrico – Ubicazione Ponte pedonale NV54

A seguire si riportano alcune immagini di inquadramento dell'opera provvisoria oggetto della presente relazione di calcolo.

Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	11	EI2CLNV54A2001	B

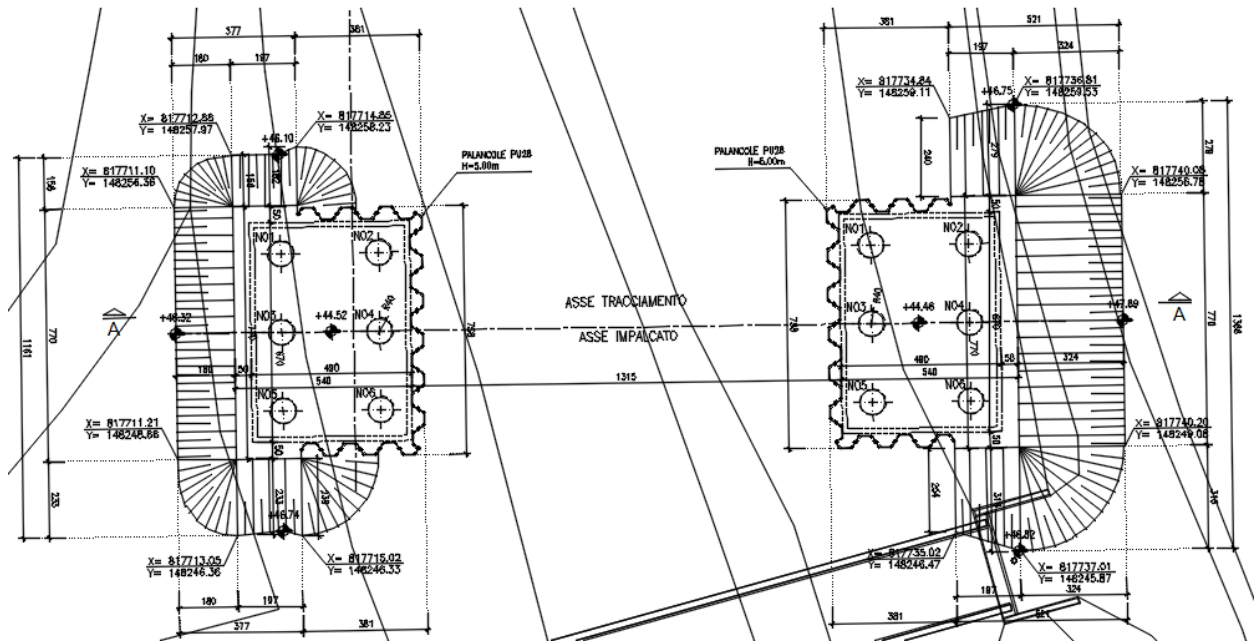


Figura 1.2: Pianta delle spalle con indicazione delle palancole provvisionali

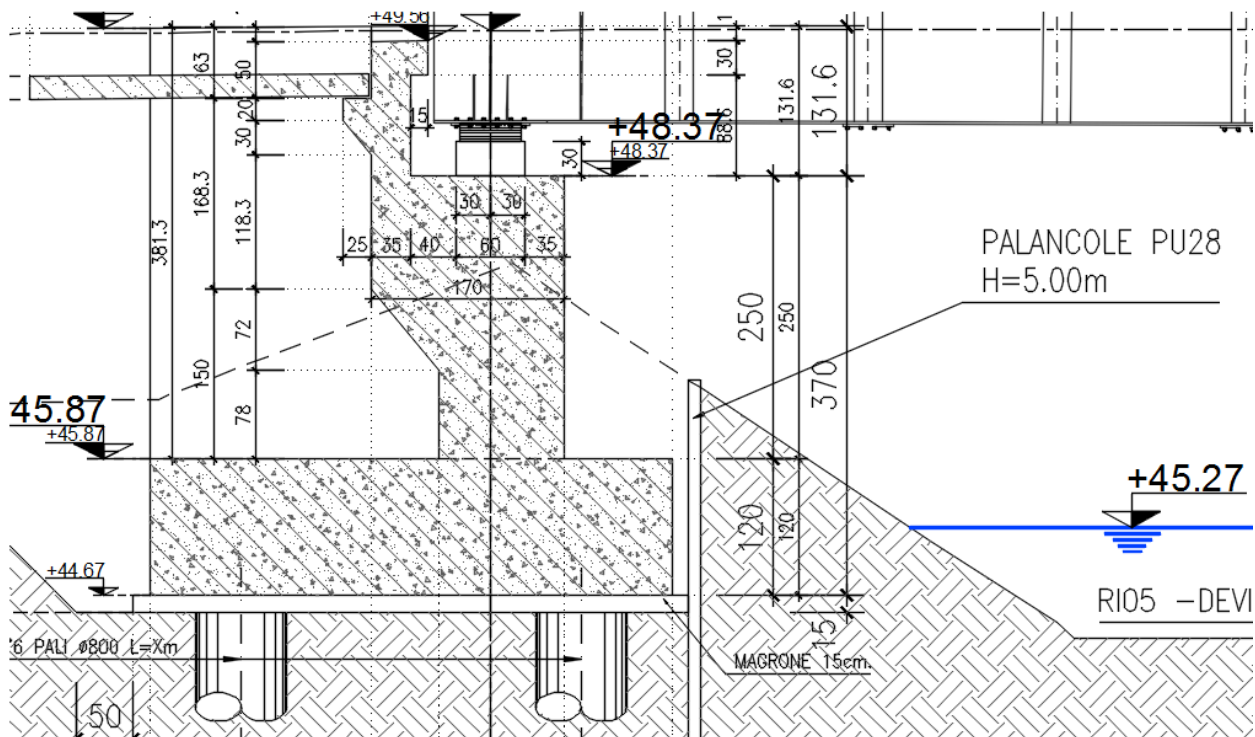




Figura 1.3: Sezione longitudinale della spalla A con indicazione delle palancole provvisionali

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 11</p>	<p>Codifica EI2CLNV54A2001</p>	<p>B</p>

Le palancole in esame, con altezza di scavo di circa 2.00 m, sono del tipo Larssen PU28; nel prospetto di seguito si fornisce una sintesi delle caratteristiche della paratia in esame.

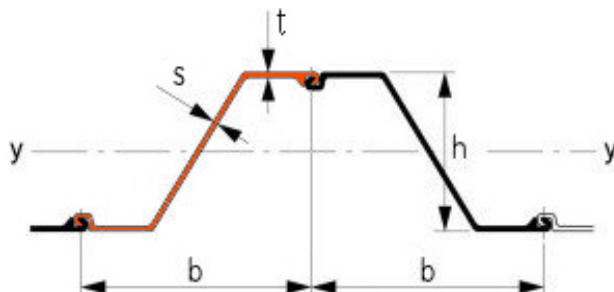


Figura 1.4: Legenda delle dimensioni di una palancale tipo Larssen

Tipo palancale	Larghezza sezione b	Altezza sezione h	Spessore orizzontale t	Spessore inclinato s	Area sezione	Momento d'inerzia	Modulo di sezione	Altezza dell'opera
[/]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[cm ² /m]	[cm ⁴ /m]	[cm ³ /m]	[m]
PU28	600	454	15.2	10.1	216.1	64460.0	2840.0	5.0



1.1.1.1 FASI COSTRUTTIVE

Sono previste le seguenti fasi costruttive:

1. Infissione delle palancole;
2. Scavo fino a quota fondo scavo di progetto;
3. Realizzazione delle spalle del ponte ciclopedonale;
4. Sfilamento delle palancole.

L'opera è stata progettata coerentemente con quanto previsto dalla normativa "Norme Tecniche per le Costruzioni"- DM 14.1.2008 e Circolare n .617 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".

Poiché si stima, per le lavorazioni necessarie alla realizzazione dei pali e dei plinti di fondazione, una durata inferiore a 2 anni, non sono state considerate le azioni sismiche, conformemente con quanto previsto nella succitata normativa.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A2001	B



2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L'analisi dell'opera e le verifiche degli elementi strutturali sono state condotte in accordo con le disposizioni legislative in elenco e in particolare con le seguenti norme e circolari:

- Decreto Ministeriale del 14 Gennaio 2008: "Norme Tecniche per le Costruzioni".
- Circolare M.LL.PP. n. 617 del 2 Febbraio 2009: Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale del 14/01/2008".

Si è tenuto inoltre conto dei seguenti documenti:



- UNI EN 1990 – Aprile 2006: Eurocodice: Criteri generali di progettazione strutturale.
- UNI EN 1991-1-1 – Agosto 2004: Eurocodice 1 – Parte 1-1: Azioni in generale – Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi variabili.
- UNI EN 1991-1-4 – Luglio 2005: Eurocodice 1. Azioni sulle strutture. Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
- UNI EN 1991-2 – Marzo 2005: Eurocodice 1. Azioni sulle strutture. Parte 2: Carichi da traffico sui ponti.
- UNI EN 1992-1-1 – Novembre 2005: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1992-2 – Gennaio 2006: Eurocodice 2. Progettazione delle strutture di calcestruzzo. Parte 2: Ponti di calcestruzzo – Progettazione e dettagli costruttivi.
- UNI-EN 1997-1 – Febbraio 2005: Eurocodice 7. Progettazione geotecnica. Parte 1: Regole generali.
- UNI-EN 1998-1 – Marzo 2005: Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica. Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
- UNI-EN 1998-5 – Gennaio 2005: Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- Legge 5-11-1971 n° 1086: "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica".
- Legge. 2 febbraio 1974, n. 64.: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- UNI EN 206-1-2016: Calcestruzzo. "Specificazione, prestazione, produzione e conformità".
- UNI 11104:2016 "Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206".
- RFI DTC SI MA IFS 001 B – Dicembre 2017: Manuale di progettazione delle opere civili.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A2001	B

3 UNITÀ DI MISURA

Le unità di misura usate nella presente relazione sono:

- lunghezze [m]
- forze [kN]
- momenti [kNm]
- tensioni [MPa]

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A2001	B

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

4.1 ACCIAIO PER PALANCOLE DI SOSTEGNO

I tubolari impiegati come armature dei micropali sono laminati a caldo con profili a sezione cava; l'acciaio impiegato è del tipo S275JR (UNI EN 10210-1), avente le seguenti caratteristiche meccaniche:

$t \leq 40$ mm:



$f_{yk} \geq 275$ MPa

$f_{tk} \geq 430$ MPa

4.2 COPRIFERRI

Si riportano di seguito i copriferri nominali per le strutture in calcestruzzo armato:

Cordolo di collegamento	4.0 cm
Micropali provvisionali	6.0 cm

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	11	EI2CLNV54A2001	B

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

5.1 RILEVATI E RINTERRI

Sono riassunte nel prospetto riportato di seguito le caratteristiche del terreno di rinfianco (con γ pari al peso specifico del terreno; γ_{sat} pari al peso specifico saturo del terreno; c' pari alla coesione; ϕ' pari all'angolo di attrito; K_0 coefficiente di spinta a riposo):

Parametri del rilevato stradale				
γ	γ_{sat}	c'	ϕ'	k_0
(kN/m ³)	(kN/m ³)	(kPa)	(°)	(-)
19.00	19.00	0.0	35.0	0.426

5.2 STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI

Si esibiscono di seguito le caratteristiche geotecniche relative al terreno di fondazione della tratta in cui ricade il ponte ciclopedonale in esame, desunte dagli esiti delle indagini disponibili. Le formazioni indicate nei prospetti di seguito fanno riferimento alle unità geotecniche descritte nel seguente elenco:



- Unità 2 – Limi argillosi da compatti a molto compatti;
- Unità 3a – Sabbie limose/Limi sabbiosi da sciolti a mediamente addensati;
- Unità 3b – Limi argillosi e argille limose da tenere a mediamente compatte;
- Unità 4 – Sabbie da mediamente addensate a molto addensate;
- Unità 6 – Ghiaie/Ghiaie sabbiose, con presenza locale di ciottoli eterometrici.

La quota rispetto alla quale è individuata la stratigrafia riportata a seguire, corrispondente a 46.1 m s.l.m. , è assunta coincidente col p.c. locale dell'opera in esame intercettato sulla linea.

Per quanto riguarda la falda di progetto, questa è assunta alla quota di 43.1 m s.l.m. , ossia a circa 3.0 m dal p.c. Per ulteriori dettagli circa la posizione della falda di progetto si faccia riferimento alla relazione geotecnica della WBS NV54 in oggetto.

Tabella 1 - Stratigrafia e valori caratteristici dei parametri geotecnici di calcolo

Strato	Formazione	spessore strato	z_{base} strato	γ	ϕ'_k	c'_k	c_{uk}	E'	Note
		(m)	(m da p.c.)	(kN/m ³)	(°)	(kPa)	(kPa)	(kN/m ²)	
1	UG6	3.5	3.5	19	36	0	-	40000	
2	UG3b	1.0	4.5	19	-	-	25	5000	
3	UG6	9.5	14.0	19	39	0	-	50000	
4	UG2	2.5	16.5	19	-	-	60	10000	
5	UG4	10.0	26.5	19	37	0	-	150000	
6	UG6	3.5	30.0	19	39	0	-	150000	
z_w		Profondità della falda dal p.c.					3.0	m	

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A2001	B

LEGENDA

γ = peso di volume naturale;

ϕ_k' = valore caratteristico dell'angolo di attrito;



c_k' = valore caratteristico della resistenza al taglio in condizioni drenate;

c_{uk} = valore caratteristico della coesione non drenata;

E' = modulo elastico del terreno.

5.3 LIQUEFACIBILITA' DEI TERRENI

Non sono stati rilevati livelli di terreni potenzialmente liquefacibili in corrispondenza dell'opera in esame; per maggiori dettagli si rimanda alla relazione geotecnica relativa alla WBS in esame.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A2001	B

6 ANALISI DEI CARICHI E CONDIZIONI DI CARICO

In accordo con quanto prescritto al par.2.4.1-NTC2008, le verifiche sismiche di opere provvisorie possono omettersi quando le relative durate previste in progetto siano inferiori a due anni. Nell'analisi riportata di seguito non si considera pertanto l'azione sismica.

6.1 CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI (G₁)

I carichi permanenti strutturali sono rappresentati dai pesi propri delle strutture portanti. Essi sono valutati sulla base della geometria degli elementi strutturali e del peso specifico assunto per i materiali:

calcestruzzo armato:	$\gamma_{c.a.}$	= 25 kN/m ³ ;
acciaio:	γ_b	= 78.5 kN/m ³ .

6.2 SPINTA STATICA DELLE TERRE (G₂)

Nel modello di calcolo impiegato dal software di calcolo "ParatiePlus", la spinta del terreno viene determinata investigando l'interazione statica tra terreno e la struttura deformabile a partire da uno stato di spinta a riposo del terreno sulla paratia.

I parametri che identificano il tipo di legge costitutiva possono essere distinti in due sottoclassi: parametri di spinta e parametri di deformabilità del terreno.

I parametri di spinta sono il coefficiente di spinta a riposo K_0 , il coefficiente di spinta attiva K_a e il coefficiente di spinta passiva K_p .

Il coefficiente di spinta a riposo fornisce lo stato tensionale presente in sito prima delle operazioni di scavo. Esso lega la tensione orizzontale efficace s'_h a quella verticale s'_v attraverso la relazione:

$$\sigma'_h = K_0 \cdot \sigma'_v$$

K_0 dipende dalla resistenza del terreno, attraverso il suo angolo di attrito efficace ϕ' e dalla sua storia geologica. Si può assumere che:

$$K_0 = K_0^{NC} \cdot (OCR)^m$$

dove

$$K_0^{NC} = 1 - \text{sen } \phi'$$

è il coefficiente di spinta a riposo per un terreno normalconsolidato ($OCR = 1$). L'OCR è il grado di sovraconsolidazione e m è un parametro empirico, di solito compreso tra 0.4 e 0.7.

I coefficienti di spinta attiva e passiva sono forniti dalla teoria di Rankine per una parete liscia dalle seguenti espressioni:

$$K_a = \tan^2(45 - \phi'/2)$$

$$K_p = \tan^2(45 + \phi'/2)$$

Il software "ParatiePlus" impiega per K_a e K_p le formulazioni rispettivamente di Coulomb e Caquot – Kerisel.

Formulazione di Coulomb per k_a

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

dove:

ϕ' è l'angolo di attrito del terreno

β è l'angolo d'inclinazione del diaframma rispetto alla verticale

δ è l'angolo di attrito paratia-terreno

i è l'angolo d'inclinazione del terreno a monte della paratia rispetto all'orizzontale

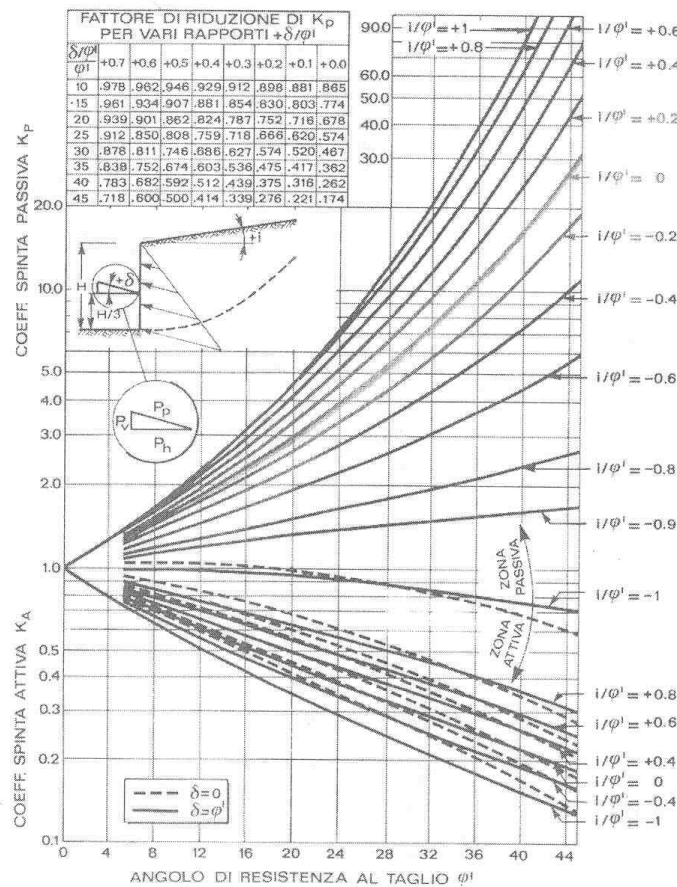




Figura 6.1: Formulazione di Caquot – Kerisel per K_p (superfici di rottura curvilinee)

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto</p> <p>IN17</p>	<p>Lotto</p> <p>11</p>	<p>Codifica</p> <p>EI2CLNV54A2001</p>	<p>B</p>

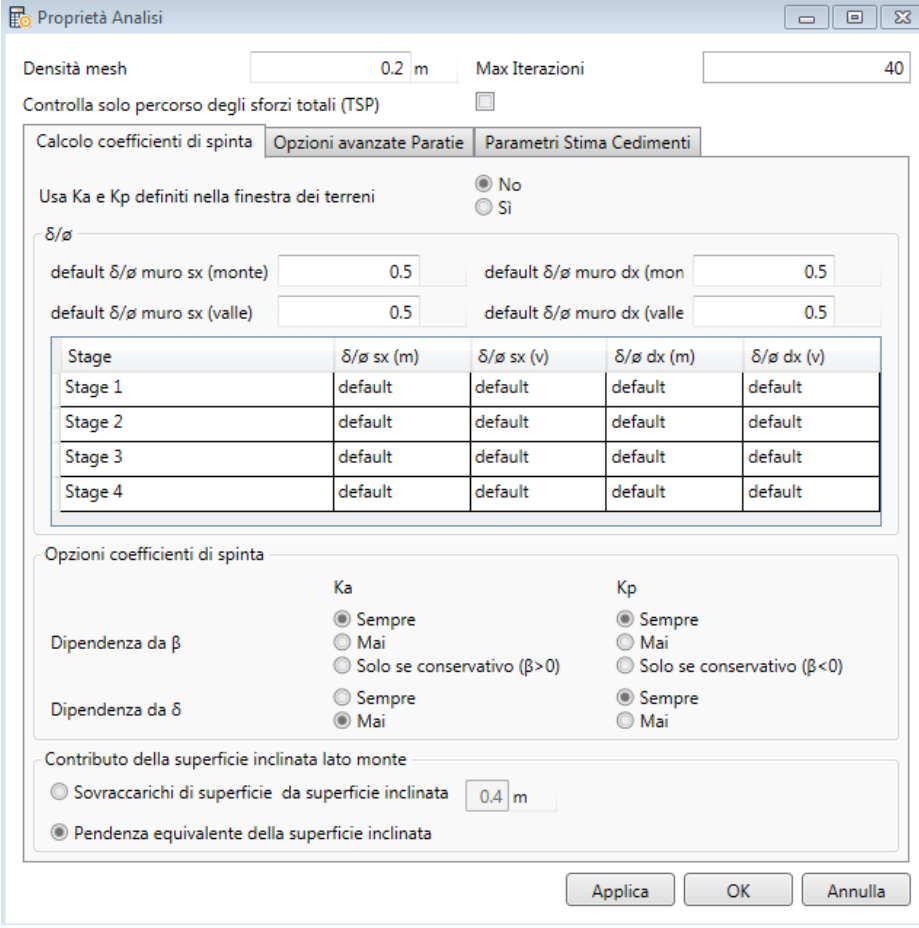
Per quanto riguarda le assunzioni fatte per l'attrito paratia-terreno (angolo δ), di default viene tenuto in conto solo nel calcolo di k_p . Il coefficiente k_a viene sempre valutato con le formule di Coulomb, non considerando l'effetto di δ .

Il contributo ai coefficienti di spinta legato all'inclinazione della superficie di scavo (angolo β), sia a monte che a valle è tenuto in conto sia per k_a che per k_p . L'angolo β utilizzato in queste valutazioni viene stimato in base alla geometria.

Dell'inclinazione i del pendio a ridosso dell'opera si è tenuto conto nel calcolo del coefficiente di spinta attiva k_a con la formula di Coulomb.

L'angolo d'attrito δ all'interfaccia tra parete e terreno è posto cautelativamente pari a $0.5 \phi'$.

Nel prospetto di seguito la sintesi delle assunzioni fatte per la valutazione dei parametri di spinta del terreno.



Proprietà Analisi

Densità mesh: 0.2 m Max Iterazioni: 40

Controlla solo percorso degli sforzi totali (TSP):

Calcolo coefficienti di spinta: Opzioni avanzate Paratie Parametri Stima Cedimenti

Usa K_a e K_p definiti nella finestra dei terreni: No Sì

δ/ϕ

default δ/ϕ muro sx (monte): 0.5 default δ/ϕ muro dx (mon): 0.5

default δ/ϕ muro sx (valle): 0.5 default δ/ϕ muro dx (valle): 0.5

Stage	δ/ϕ sx (m)	δ/ϕ sx (v)	δ/ϕ dx (m)	δ/ϕ dx (v)
Stage 1	default	default	default	default
Stage 2	default	default	default	default
Stage 3	default	default	default	default
Stage 4	default	default	default	default

Opzioni coefficienti di spinta

K_a

Dipendenza da β : Sempre Mai Solo se conservativo ($\beta > 0$)

Dipendenza da δ : Sempre Mai

K_p

Dipendenza da β : Sempre Mai Solo se conservativo ($\beta < 0$)

Dipendenza da δ : Sempre Mai

Contributo della superficie inclinata lato monte

Sovraccarichi di superficie da superficie inclinata: 0.4 m

Pendenza equivalente della superficie inclinata

Applica OK Annulla



Infine, il valore limite della tensione orizzontale sarà pari a

$$\sigma'_h = K_a \cdot \sigma'_v - 2 \cdot c' \cdot \sqrt{K_a}$$

$$\sigma'_h = K_p \cdot \sigma'_v + 2 \cdot c' \cdot \sqrt{K_p}$$



a seconda che il collasso avvenga in spinta attiva o passiva rispettivamente.

Nelle formulazioni sopra riportate, c' è la coesione drenata del terreno.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A2001	B

6.3 SOVRACCARICO VARIABILE DA TRAFFICO STRADALE (Q)

A monte dell'opera di sostegno viene considerata la presenza di un carico variabile da traffico stradale di entità pari a 10 kPa per un'estensione di 3.0 m, corrispondente ad un carico agente durante le lavorazioni per l'esecuzione delle spalle del ponte ciclopedonale.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A2001	B

7 COMBINAZIONI DI CARICO

Le verifiche strutturali sono effettuate secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite di esercizio (SLE) e agli stati limite ultimi (SLU), in accordo con la normativa vigente (NTC 2008). Sono state considerate le seguenti combinazioni delle azioni:

- Combinazione fondamentale, impiegata per le verifiche agli 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), impiegata per le verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

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

- Combinazione frequente, impiegata per le verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per le verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

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

In accordo con quanto prescritto al par.6.5.3.1.2 del DM 14.1.2008, la verifica di stabilità globale dell'insieme terreno-opera deve essere effettuata secondo l'Approccio 1:

- Combinazione 2: (A2+M2+R2)

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II e 6.8.I.



Le rimanenti verifiche della paratia devono essere effettuate considerando le seguenti combinazioni di coefficienti:

- Combinazione 1: (A1+M1+R1)

- Combinazione 2: (A2+M2+R1)

tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I.

In particolare, per le verifiche per il dimensionamento geotecnico delle paratie (GEO) si considera lo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e in particolare dal raggiungimento delle condizioni di equilibrio limite nel terreno interagente con la paratia. L'analisi di stabilità del tratto di paratia infisso e/o collasso per rotazione rigida al piede è stata condotta con la Combinazione 2 (A2+M2+R1), in cui i parametri di resistenza del terreno sono ridotti tramite i coefficienti parziali M2 e le azioni sono amplificate tramite i coefficienti parziali A2.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	11	EI2CLNV54A2001	B

Nelle verifiche strutturali delle paratie (STR) si considerano gli stati limite ultimi per il raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali (micropali e travi). Le analisi sono condotte in accordo con la Combinazione 1 (A1+M1+R1), in cui i parametri di resistenza del terreno (M1) sono unitari e le azioni sono amplificate mediante i coefficienti parziali A1.

Di seguito si riportano le Tabelle di riferimento per i coefficienti parziali delle azioni, dei materiali e delle resistenze.

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_{Qi}	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.

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	$\tan \phi'_k$	γ_ϕ	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_r	1,0	1,0

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	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$

Tabella 6.8.I – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.

Coefficiente	R2
γ_R	1.1

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A2001	B

Per quanto riguarda i tiranti di ancoraggio, la verifica di sfilamento della fondazione dell'ancoraggio deve essere effettuata con riferimento alla combinazione **A1+M1+R3**, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tab. 6.2.I, 6.2.II e 6.6.I.

Tabella 6.6.I – Coefficienti parziali per la resistenza di ancoraggi

	SIMBOLO	COEFFICIENTE PARZIALE
	γ_R	
Temporanei	$\gamma_{Ra,t}$	1,1
Permanenti	$\gamma_{Ra,p}$	1,2

Di seguito si riporta la sintesi delle combinazioni adottate per le verifiche dell'opera provvisoria:

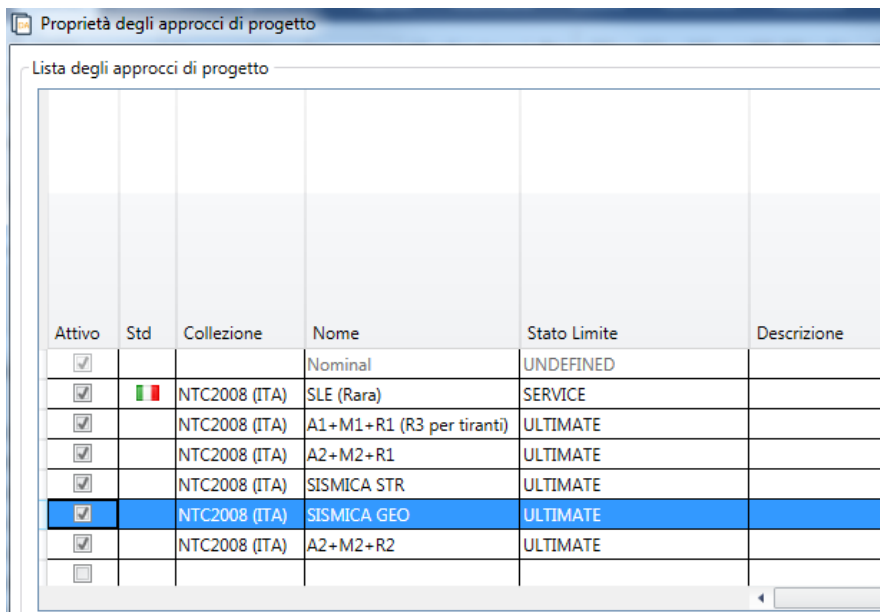
SLU di tipo Geotecnico (GEO):


- Stabilità del tratto di paratia infissa e/o collasso per rotazione rigida al piede A2+M2+R1 (Comb. 2)
- Stabilità globale dell'insieme terreno-opera A2+M2+R2 (Comb. 2)
- Sfilamento dei tiranti A1+M1+R3 (Comb. 1)



SLU di tipo Strutturale (STR):

- Resistenza elementi strutturali (micropali e trave di testa) A1+M1+R1 (Comb. 1)

Si riporta a seguire un elenco delle combinazioni di carico implementate nel programma per le verifiche.



Attivo	Std	Collezione	Nome	Stato Limite	Descrizione
<input checked="" type="checkbox"/>			Nominal	UNDEFINED	
<input checked="" type="checkbox"/>		NTC2008 (ITA)	SLE (Rara)	SERVICE	
<input checked="" type="checkbox"/>		NTC2008 (ITA)	A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	ULTIMATE	
<input checked="" type="checkbox"/>		NTC2008 (ITA)	A2+M2+R1	ULTIMATE	
<input checked="" type="checkbox"/>		NTC2008 (ITA)	SISMICA STR	ULTIMATE	
<input checked="" type="checkbox"/>		NTC2008 (ITA)	SISMICA GEO	ULTIMATE	
<input checked="" type="checkbox"/>		NTC2008 (ITA)	A2+M2+R2	ULTIMATE	
<input type="checkbox"/>					

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A2001	B

8 MODELLAZIONE NUMERICA

8.1 PROGRAMMA PER L'ANALISI AUTOMATICA

Lo stato tenso-deformativo degli elementi strutturali in esame è stato investigato, come già anticipato, mediante il software di calcolo "ParatiePlus" ver.20.0, programma non lineare agli elementi finiti per l'analisi di strutture di sostegno flessibili.

8.2 MODELLO DI CALCOLO

Si è considerato un comportamento piano nelle deformazioni, analizzando una striscia di parete di larghezza unitaria.

La realizzazione dello scavo sostenuto dalla palancola viene seguita in tutte le varie fasi attraverso un'analisi statica incrementale: ogni passo di carico coincide con una ben precisa configurazione caratterizzata da una certa quota di scavo, da un insieme di puntoni e tiranti applicati e da una ben precisa disposizione di carichi applicati.

Poiché il comportamento degli elementi finiti è di tipo elastoplastico, ogni configurazione dipende in generale dalle configurazioni precedenti e lo sviluppo di deformazioni plastiche ad un certo passo condiziona la risposta della struttura nei passi successivi.



In questa impostazione particolare, inoltre, gli sforzi verticali nel terreno non sono per ipotesi influenzati dal comportamento deformativo orizzontale, ma sono una variabile del tutto indipendente, legata ad un calcolo basato sulle classiche ipotesi di distribuzione geostatica.

Nei modelli di calcolo implementati, l'esecuzione dello scavo è schematizzata mediante una successione di step, corrispondenti ad eventi che hanno rilevanza nello stato tenso-deformativo del sistema (approfondimenti dello scavo, applicazione di puntelli, applicazione di carichi ecc.).

Per le opere oggetto della presente relazione, essendo di carattere provvisoria, sono state considerate le condizioni di carico previste dalla normativa vigente:

- Stato limite di servizio → SLE
- Stato limite ultimo verifiche STR: Combinazione A1+M1 → SLU1
- Stato limite ultimo verifiche GEO: Combinazione A2+M2 → SLU2

Si fa presente che la sezione di verifica presentata nell'analisi a seguire fa riferimento a quella in corrispondenza della quale si registra la distanza minore della paratia dal binario più vicino (si veda la Fig. 1.4 della presente relazione di calcolo); le inerzie dei micropali sono state valutate trascurando il contributo del calcestruzzo, ovvero si è considerato il solo contributo dell'armatura tubolare metallica.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto</p> <p>IN17</p>	<p>Lotto</p> <p>11</p>	<p>Codifica</p> <p>EI2CLNV54A2001</p>	<p>B</p>

In fase di modellazione è stata implementata la seguente successione di step (in tutti è prevista la presenza del sovraccarico ferroviario):

Step 1: Condizione geostatica per la valutazione delle tensioni verticali e delle tensioni orizzontali in assenza di deformazioni (spinta in quiete). In tale step vengono definite le palancole;

Step 2: Scavo fino alla profondità di calcolo.

Di seguito, la rappresentazione degli step di analisi considerati.

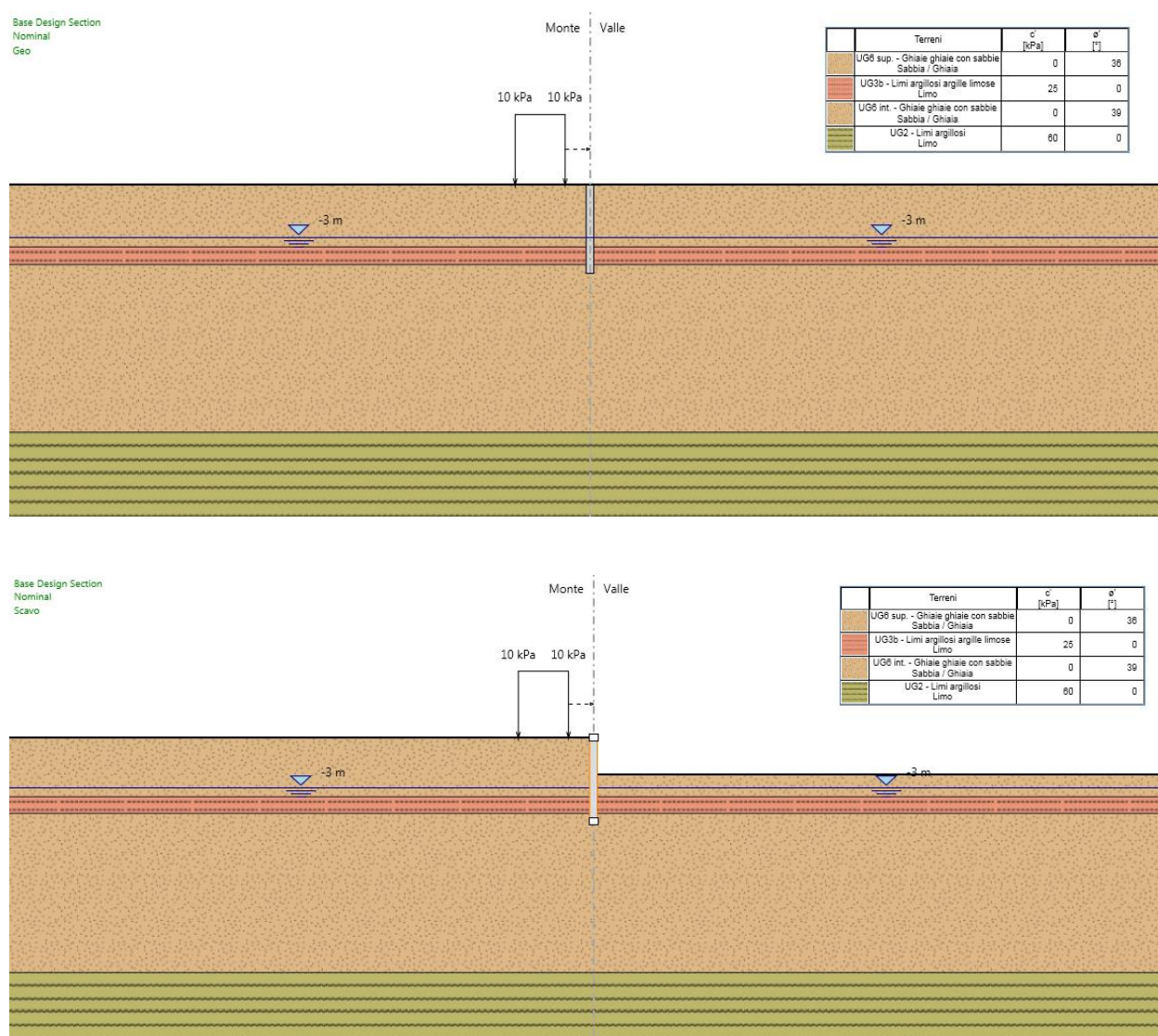




Figura 8.1: Step di calcolo delle palancole provvisionali

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto</p> <p>IN17</p>	<p>Lotto</p> <p>11</p>	<p>Codifica</p> <p>EI2CLNV54A2001</p>	<p>B</p>

9 ANALISI DEI RISULTATI

9.1 SOLLECITAZIONI

Nei paragrafi seguenti si riportano i risultati delle analisi condotte per il modello implementato, con le indicazioni dei valori massimi delle sollecitazioni flettenti e taglianti e delle rispettive profondità. I valori riportati sono relativi all'analisi al metro lineare di parete.

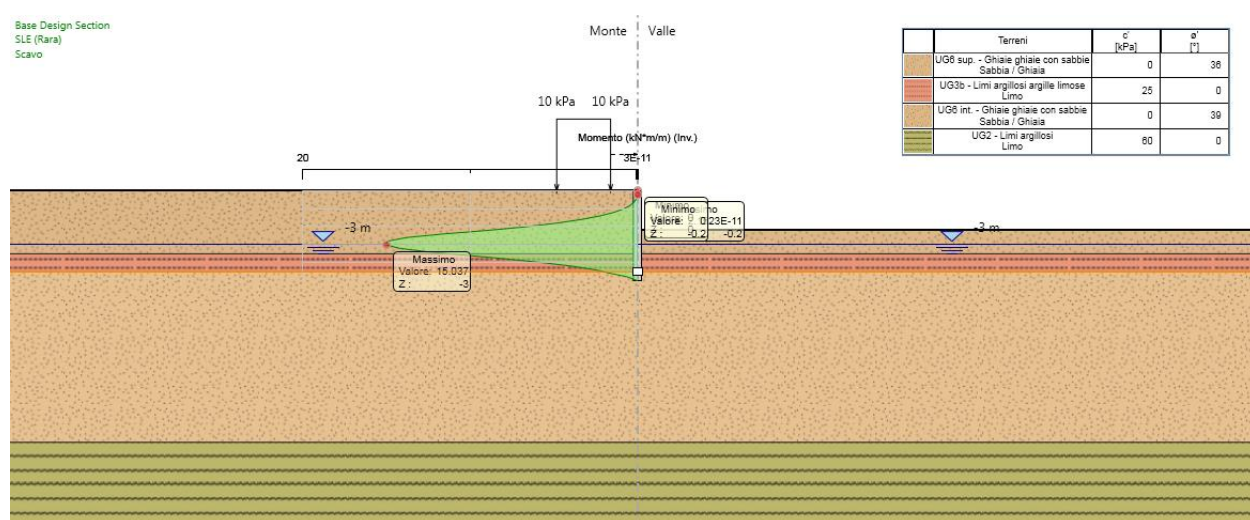


Figura 9.1: Involuppo SLE – diagramma del momento flettente

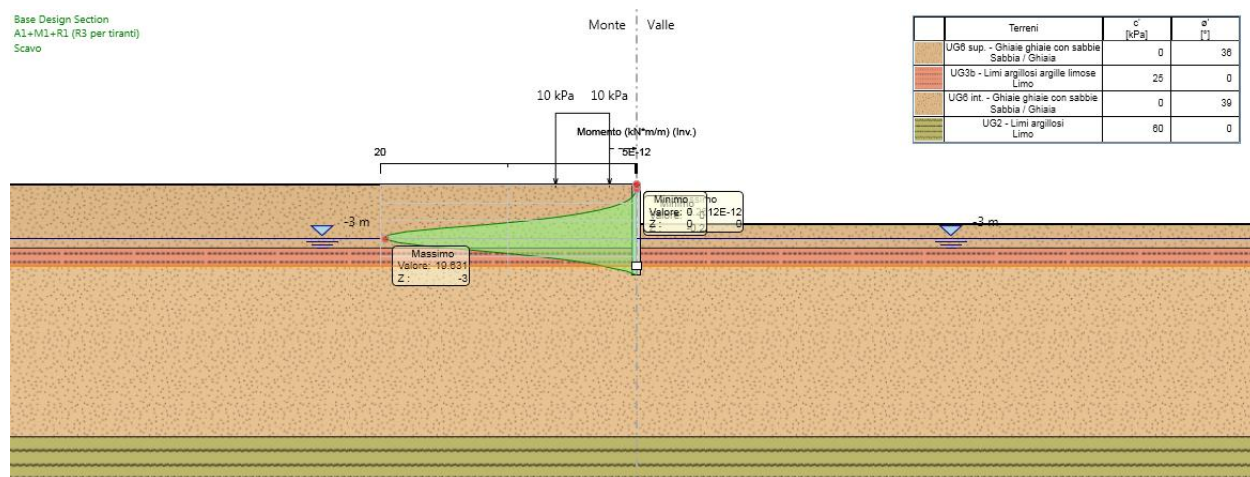


Figura 9.2: Involuppo SLU – diagramma del momento flettente

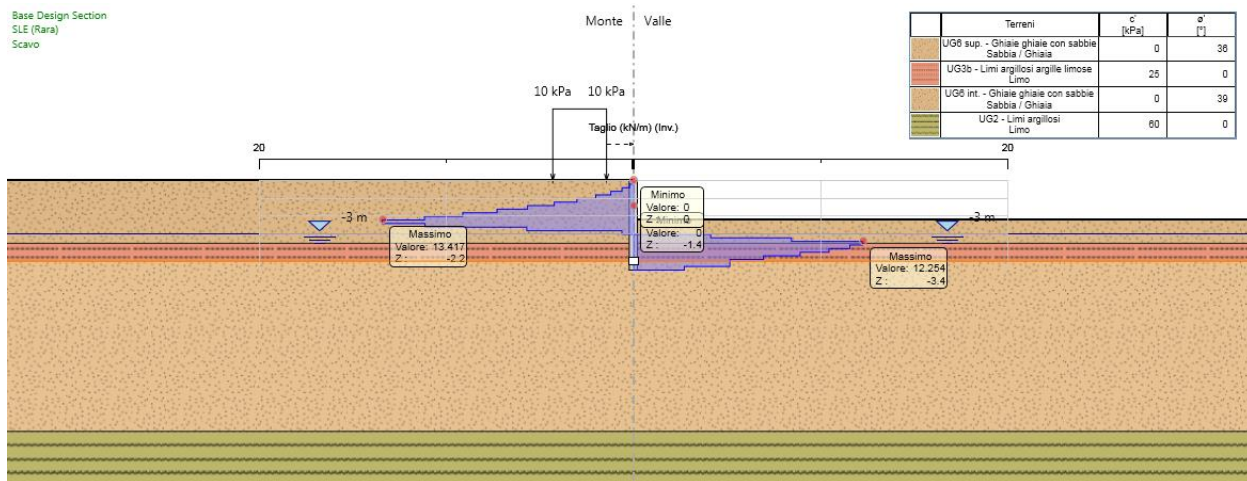


Figura 9.3: Involuppo SLE – diagramma del taglio

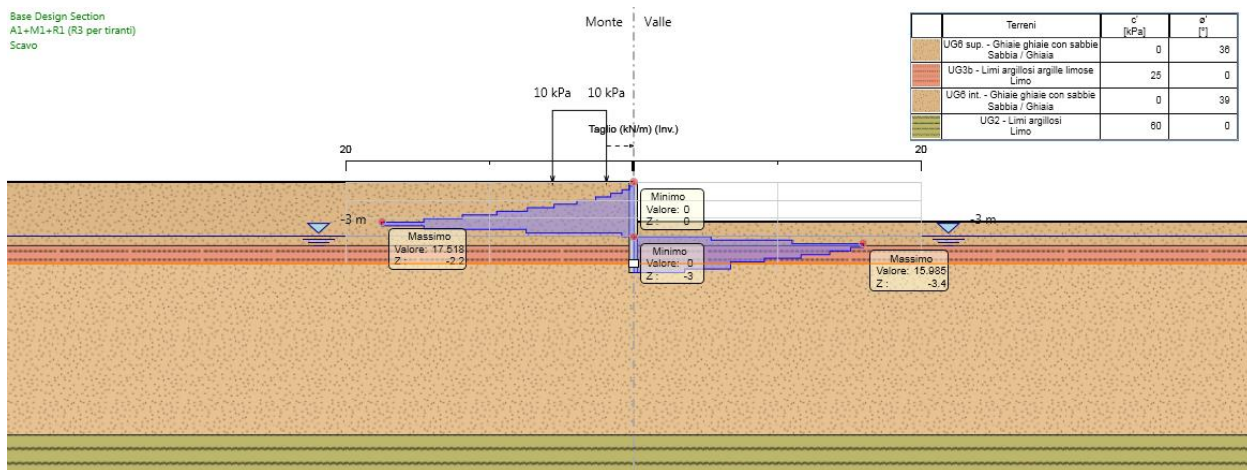




Figura 9.4: Involuppo SLU – diagramma del taglio

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto</p> <p>IN17</p>	<p>Lotto</p> <p>11</p>	<p>Codifica</p> <p>EI2CLNV54A2001</p>	<p>B</p>

9.2 SPOSTAMENTI

Di seguito si forniscono le indicazioni dei valori massimi degli spostamenti riscontrati in fase di esercizio.

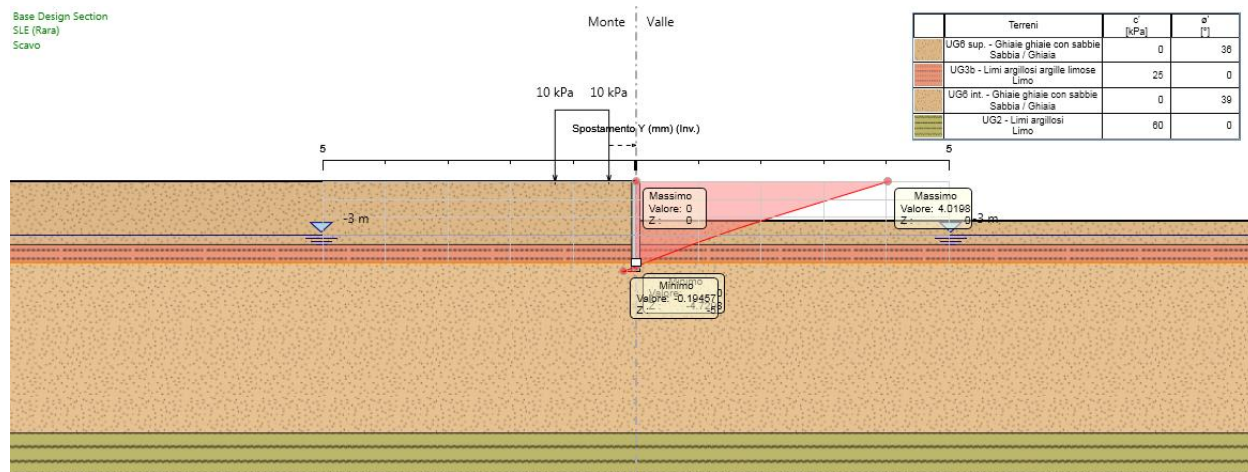




Figura 9.5: Involuppo SLE – spostamenti orizzontali della paratia

Lo spostamento massimo orizzontale della paratia risulta pari a circa 0.105 cm, ritenuto assolutamente ammissibile.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A2001	B

10 VERIFICHE DELL'OPERA

Si riportano a seguire le seguenti verifiche dell'opera provvisoria:

- Verifiche strutturali: sono eseguite le verifiche allo SLU a flessione e a taglio delle palancole metalliche;
- Verifiche geotecniche: sono eseguite le verifiche di stabilità globale dell'opera e di collasso per rotazione rigida attorno al piede dell'opera.

10.1 VERIFICHE STRUTTURALI

10.1.1 VERIFICA DELLE PALANCOLE



Di seguito si riporta la verifica strutturale del profilo metallico delle palancole PU28 secondo la combinazione A1+M1+R1, considerando le seguenti sollecitazioni massime flettenti e di taglio allo SLU:

Max. momento (assoluto) [kNm/m]	19.6	Z = -3.0 m
Max. taglio [kN/m]	17.52	Z = -2.2 m

La sezione della palanca considerata è di Classe II, pertanto le verifiche sono condotte in campo elastico. Di seguito, la sintesi del calcolo condotto. Le verifiche strutturali risultano soddisfatte.

Verifica strutturale palanca

Massimo momento agente (A1+M1+R1)	M_{max}	19.6	kN*m/m	
Modulo resistenza elastico palanca	W	2 840 000	mm ³ /m	
Tensione massima acciaio	σ_{max}	6.90	N/mm ²	
Massimo taglio agente a metro	$V_{ed/m}$	17.5	kN/m	
Area sezione acciaio	A	21610	mm ²	
Area resistente a taglio $A_V=2*A/\pi$	A_V	15591	mm ²	
Resistenza caratteristica acciaio	f_{yk}	275.0	N/mm ²	
Coefficiente di sicurezza del materiale	γ_{m0}	1.05		
Tensione di taglio	τ	1.12	N/mm ²	
Tensione di verifica secondo DM 14.1.2008 - 4.2.4.1.2	$\sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$	7.17	N/mm ²	< f_{yk}/γ_{m0} 262

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A2001	B

Sudette verifiche sono confermate col software di calcolo, andando a verificare che il tasso di sfruttamento dell'acciaio delle palancole a flessione e a taglio non superi quello massimo ammissibile a livello normativo.

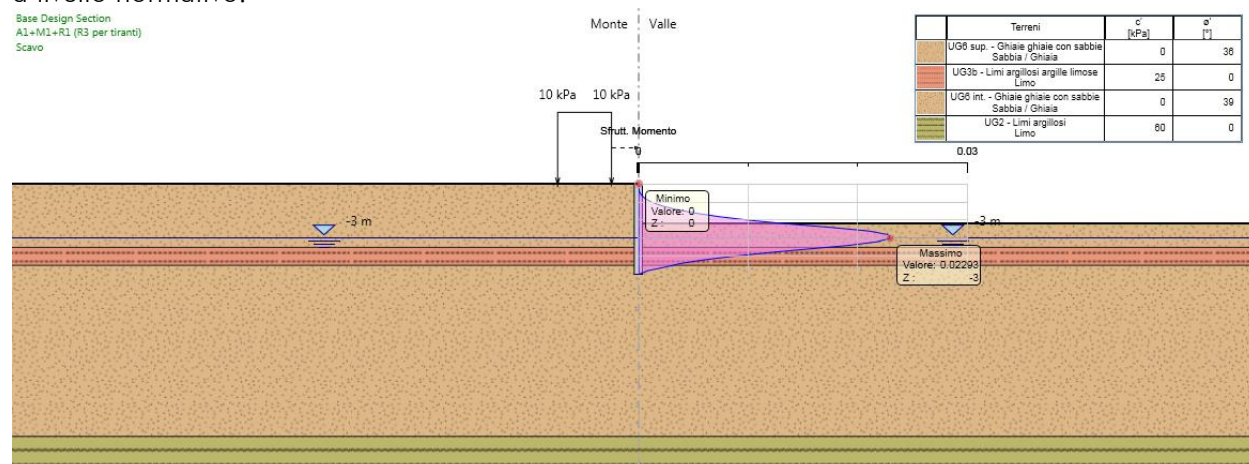


Figura 10.1: Massimo tasso di sfruttamento a flessione dell'acciaio dell'opera

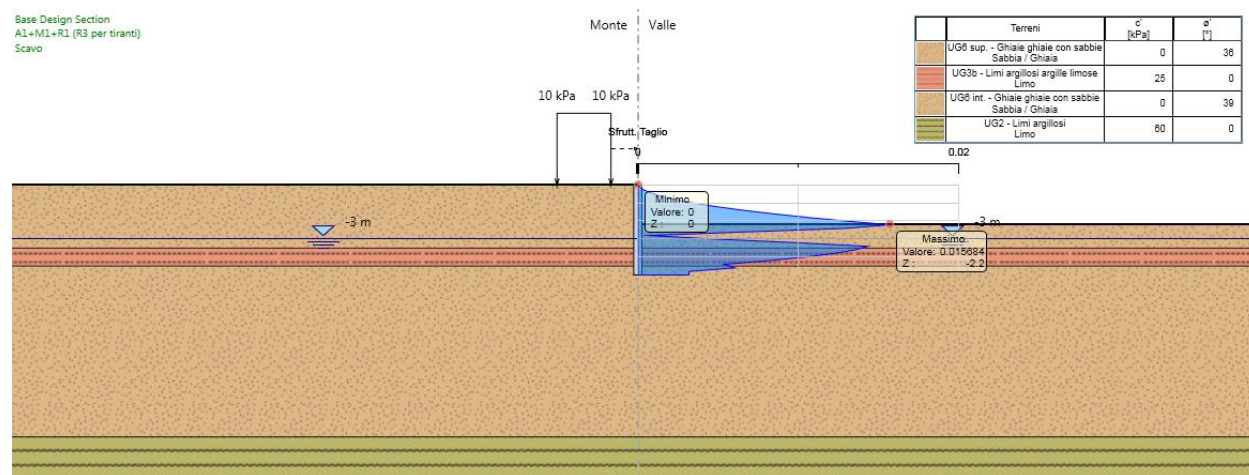




Figura 10.2: Massimo tasso di sfruttamento a taglio dell'acciaio dell'opera

Max. tasso sfruttamento a flessione	0.023	Z = -3.0 m
Max. tasso sfruttamento a taglio	0.016	Z = -2.2 m

I tassi di sfruttamento a flessione e taglio dell'acciaio delle palancole risultano < 1.0 , pertanto le verifiche strutturali delle stesse risultano soddisfatte.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A2001	B

10.2 VERIFICHE GEOTECNICHE

10.2.1 VERIFICA GEOTECNICA DI STABILITA' GLOBALE DELL'OPERA

In accordo con le norme tecniche, le verifiche di stabilità globale dell'insieme terreno-opera è stata condotta secondo l'Approccio 1 – Combinazione 2 (A2 + M2 + R2).

I risultati ottenuti assicurano la stabilità globale dell'opera, garantendo, lungo tutte le superfici di scivolamento analizzate, dei coefficienti di sicurezza conformi a quanto richiesto dalle NTC.

L'analisi di stabilità globale è stata condotta mediante il programma "ParatiePlus", applicando il metodo di Bishop. Le superfici analizzate presentano coefficiente di sicurezza minimo pari a:

$$5.05 > 1.1$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

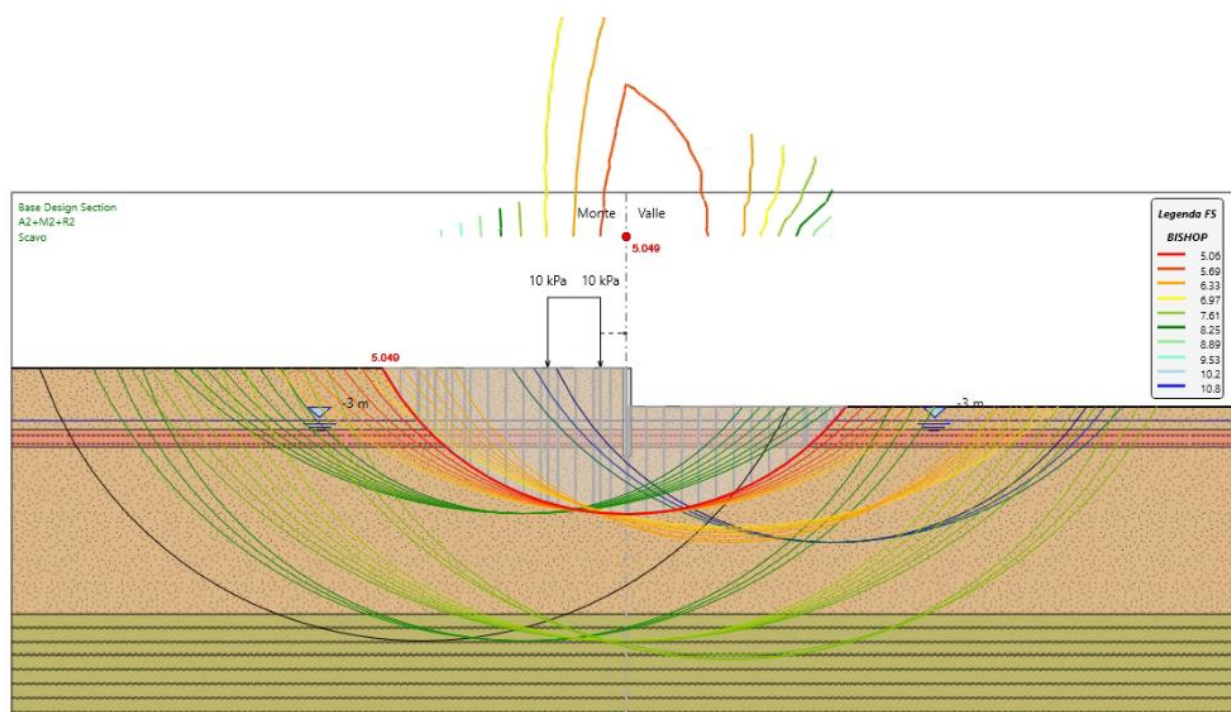




Figura 10.3: Risultati dell'analisi di stabilità globale dell'opera



10.2.2 VERIFICA GEOTECNICA A COLLASSO PER ROTAZIONE RIGIDA ATTORNO AL PIEDE

Le verifiche geotecniche sono svolte valutando il coefficiente di sicurezza in termini di rapporto di mobilitazione della spinta passiva, cioè come rapporto tra spinta passiva mobilitata al piede della paratia e la spinta passiva mobilitabile. La verifica è soddisfatta se tale rapporto è inferiore all'unità.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto</p> <p>IN17</p>	<p>Lotto</p> <p>11</p>	<p>Codifica</p> <p>EI2CLNV54A2001</p>	<p>B</p>

Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX) **0.51**

D.A. A2+M2+R1 (Stage di raggiungimento della profondità di scavo di progetto)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A2001	B

Descrizione Pareti

X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -5 m
Muro di sinistra

Sezione : PU28
Area equivalente : 0.02161 m
Inerzia equivalente : 0.0006 m⁴/m
Profilo palancola : PU_28



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

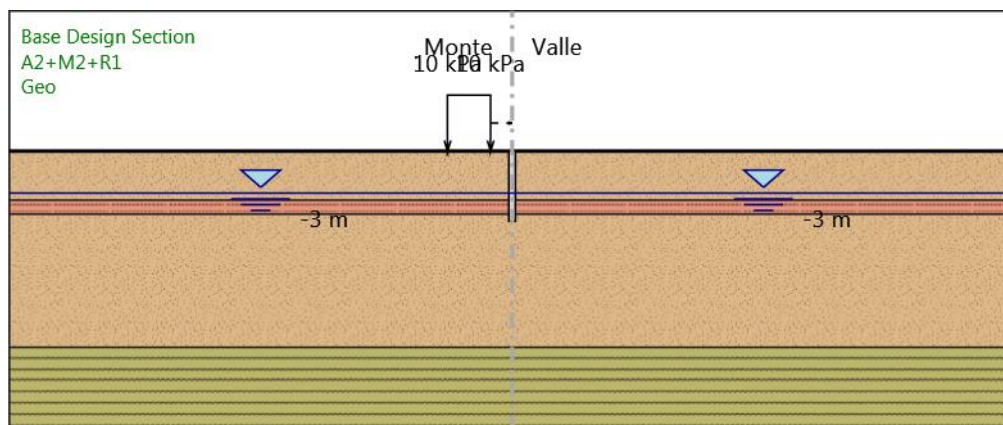
11

EI2CLNV54A2001

B

Fasi di Calcolo

Geo



Geo

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 : -3 m

Falda di destra : -3 m

Carichi



Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -4.5 m

X finale : -1.5 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto</p> <p>IN17</p>	<p>Lotto</p> <p>11</p>	<p>Codifica</p> <p>EI2CLNV54A2001</p>	<p>B</p>

Elementi strutturali

Paratia : Palancola PU28

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -5 m

Sezione : PU28

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

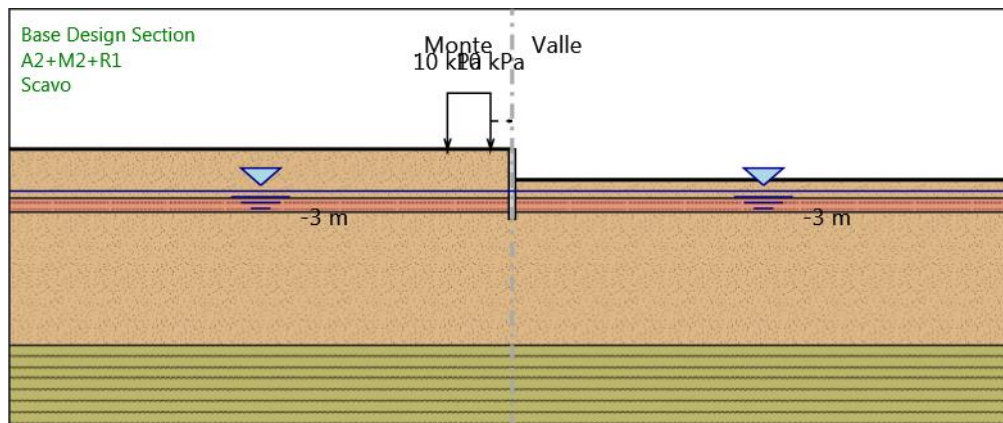
11

Codifica

EI2CLNV54A2001

B

Scavo



Scavo

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -2.2 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-2.2 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -3 m

Falda di destra : -3 m

Carichi



Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -4.5 m

X finale : -1.5 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto</p> <p>IN17</p>	<p>Lotto</p> <p>11</p>	<p>Codifica</p> <p>EI2CLNV54A2001</p>	<p>B</p>

Elementi strutturali

Paratia : Palancola PU28

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -5 m

Sezione : PU28



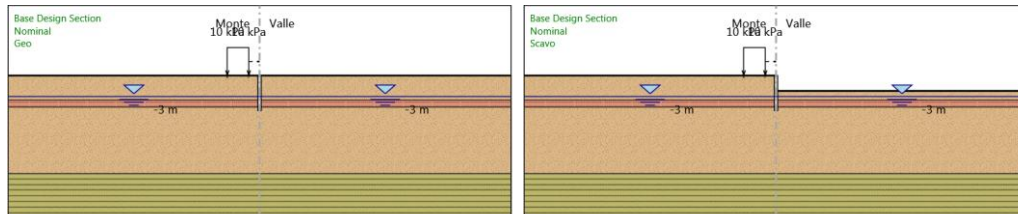


<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto</p> <p>IN17</p>	<p>Lotto</p> <p>11</p>	<p>Codifica</p> <p>EI2CLNV54A2001</p>	<p>B</p>

Tabella Configurazione Stage (Nominal)



GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	11	EI2CLNV54A2001	B

Descrizione Coefficienti Design Assumption

Coefficienti A



Nome	Carichi Permanenti Sfavorevoli	Carichi Permanenti Favorevoli	Carichi Variabili Sfavorevoli	Carichi Variabili Favorevoli	Carico Sismico (F_seism_load)	Pressioni Acqua Lato Monte	Pressioni Acqua Lato Valle	Carichi Permanenti Destabilizzanti
	(F_dead_load_unfavour)	(F_dead_load_favour)	(F_live_load_unfavour)	(F_live_load_favour)		(F_WaterDR)	(F_WaterRes)	(F_UPL_GDS)
Simbolo	γ_G	γ_G	γ_Q	γ_Q	γ_{QE}	γ_G	γ_G	γ_{Gdst}
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1
SLE (Rara)	1	1	1	1	0	1	1	1
A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1
A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1
A2+M2+R2	1	1	1.3	1	0	1	1	1

Coefficienti M

Nome	Parziale su $\tan(\phi')$	Parziale su c'	Parziale su S_u	Parziale su q_u	Parziale su peso specifico
	(F_Fr)	(F_eff_cohe)	(F_Su)	(F_qu)	(F_gamma)
Simbolo	γ_ϕ	γ_c	γ_{cu}	γ_{qu}	γ_γ
Nominal	1	1	1	1	1
SLE (Rara)	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
A2+M2+R2	1.25	1.25	1.4	1	1

Coefficienti R

Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp)	Parziale resistenza Tiranti permanenti	Parziale resistenza Tiranti temporanei	Parziale elementi strutturali
	(F_Soil_Res_walls)	(F_Anch_P)	(F_Anch_T)	(F_wall)
Simbolo	γ_{Re}	γ_{ap}	γ_{at}	
Nominal	1	1	1	1
SLE (Rara)	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
A2+M2+R2	1.1	1.2	1.1	1

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A2001	B

Risultati SLE (Rara)

Tabella Spostamento SLE (Rara) - LEFT Stage: Geo

Design Assumption: SLE (Rara) Tipo Risultato: Spostamento		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Spostamento orizzontale (mm)	
Geo	0	0	
Geo	-0.2	0	
Geo	-0.4	0	
Geo	-0.6	0	
Geo	-0.8	0	
Geo	-1	0	
Geo	-1.2	0	
Geo	-1.4	0	
Geo	-1.6	0	
Geo	-1.8	0	
Geo	-2	0	
Geo	-2.2	0	
Geo	-2.4	0	
Geo	-2.6	0	
Geo	-2.8	0	
Geo	-3	0	
Geo	-3.2	0	
Geo	-3.4	0	
Geo	-3.6	0	
Geo	-3.8	0	
Geo	-4	0	
Geo	-4.2	0	
Geo	-4.4	0	
Geo	-4.6	0	
Geo	-4.8	0	
Geo	-5	0	



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A2001	B

Tabella Risultati Paratia SLE (Rara) - Left Wall - Stage: Geo

Design Assumption: SLE (Rara) Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Geo	0	0	0
Geo	-0.2	0	0
Geo	-0.4	0	0
Geo	-0.6	0	0
Geo	-0.8	0	0
Geo	-1	0	0
Geo	-1.2	0	0
Geo	-1.4	0	0
Geo	-1.6	0	0
Geo	-1.8	0	0
Geo	-2	0	0
Geo	-2.2	0	0
Geo	-2.4	0	0
Geo	-2.6	0	0
Geo	-2.8	0	0
Geo	-3	0	0
Geo	-3.2	0	0
Geo	-3.4	0	0
Geo	-3.6	0	0
Geo	-3.8	0	0
Geo	-4	0	0
Geo	-4.2	0	0
Geo	-4.4	0	0
Geo	-4.6	0	0
Geo	-4.8	0	0
Geo	-5	0	0



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto</p> <p>IN17</p>	<p>Lotto</p> <p>11</p>	<p>Codifica</p> <p>EI2CLNV54A2001</p>	<p>B</p>

Tabella Spostamento SLE (Rara) - LEFT Stage: Scavo

Design Assumption: SLE (Rara) Tipo Risultato: Spostamento		Muro: LEFT
Stage	Z (m)	Spostamento orizzontale (mm)
Scavo	0	4.02
Scavo	-0.2	3.83
Scavo	-0.4	3.65
Scavo	-0.6	3.46
Scavo	-0.8	3.28
Scavo	-1	3.09
Scavo	-1.2	2.9
Scavo	-1.4	2.72
Scavo	-1.6	2.53
Scavo	-1.8	2.35
Scavo	-2	2.17
Scavo	-2.2	1.99
Scavo	-2.4	1.81
Scavo	-2.6	1.64
Scavo	-2.8	1.47
Scavo	-3	1.3
Scavo	-3.2	1.14
Scavo	-3.4	0.98
Scavo	-3.6	0.83
Scavo	-3.8	0.68
Scavo	-4	0.53
Scavo	-4.2	0.38
Scavo	-4.4	0.24
Scavo	-4.6	0.09
Scavo	-4.8	-0.05
Scavo	-5	-0.19



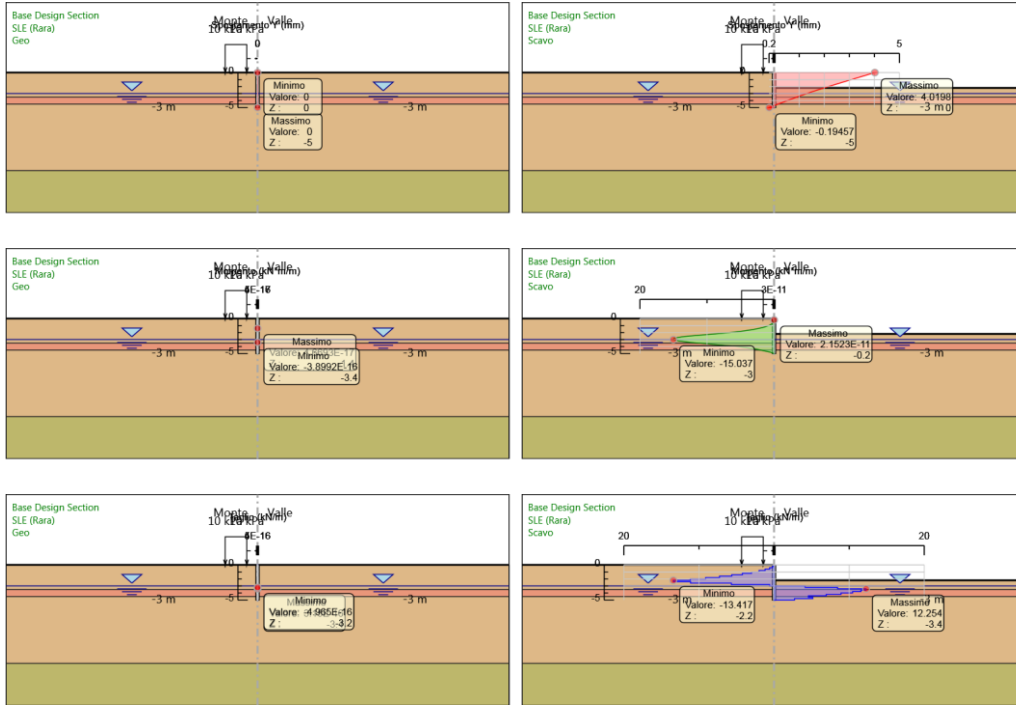
<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto</p> <p>IN17</p>	<p>Lotto</p> <p>11</p>	<p>Codifica</p> <p>EI2CLNV54A2001</p>	<p>B</p>



Tabella Risultati Paratia SLE (Rara) - Left Wall - Stage: Scavo

Design Assumption: SLE (Rara) Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Scavo	0	0	0
Scavo	-0.2	0	0
Scavo	-0.2	0	0
Scavo	-0.4	-0.04	-0.2
Scavo	-0.6	-0.16	-0.59
Scavo	-0.8	-0.4	-1.19
Scavo	-1	-0.8	-2
Scavo	-1.2	-1.4	-3
Scavo	-1.4	-2.24	-4.22
Scavo	-1.6	-3.37	-5.64
Scavo	-1.8	-4.82	-7.27
Scavo	-2	-6.64	-9.11
Scavo	-2.2	-8.87	-11.15
Scavo	-2.4	-11.56	-13.42
Scavo	-2.6	-13.78	-11.12
Scavo	-2.8	-14.92	-5.68
Scavo	-3	-15.04	-0.6
Scavo	-3.2	-14.21	4.13
Scavo	-3.4	-12.52	8.45
Scavo	-3.6	-10.07	12.25
Scavo	-3.8	-7.75	11.57
Scavo	-4	-5.66	10.45
Scavo	-4.2	-3.88	8.92
Scavo	-4.4	-2.49	6.95
Scavo	-4.6	-1.58	4.57
Scavo	-4.8	-0.54	5.16
Scavo	-5	0	2.72

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	11	EI2CLNV54A2001	B

Tabella Grafici dei Risultati



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A2001	B

Risultati A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

Tabella Risultati Paratia A1+M1+R1 (R3 per tiranti) - Left Wall - Stage: Geo

Design Assumption: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Geo	0	0	0
Geo	-0.2	0	0
Geo	-0.4	0	0
Geo	-0.6	0	0
Geo	-0.8	0	0
Geo	-1	0	0
Geo	-1.2	0	0
Geo	-1.4	0	0
Geo	-1.6	0	0
Geo	-1.8	0	0
Geo	-2	0	0
Geo	-2.2	0	0
Geo	-2.4	0	0
Geo	-2.6	0	0
Geo	-2.8	0	0
Geo	-3	0	0
Geo	-3.2	0	0
Geo	-3.4	0	0
Geo	-3.6	0	0
Geo	-3.8	0	0
Geo	-4	0	0
Geo	-4.2	0	0
Geo	-4.4	0	0
Geo	-4.6	0	0
Geo	-4.8	0	0
Geo	-5	0	0



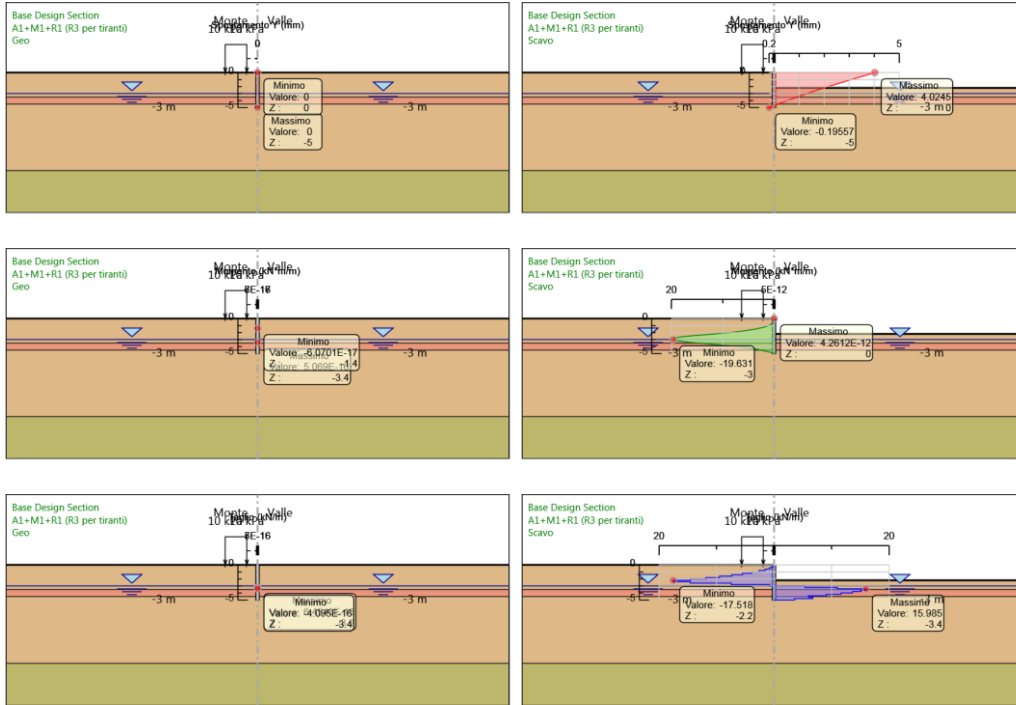
<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto</p> <p>IN17</p>	<p>Lotto</p> <p>11</p>	<p>Codifica</p> <p>EI2CLNV54A2001</p>	<p>B</p>



Tabella Risultati Paratia A1+M1+R1 (R3 per tiranti) - Left Wall - Stage: Scavo

Design Assumption: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Scavo	0	0	0
Scavo	-0.2	0	0
Scavo	-0.2	0	0
Scavo	-0.4	-0.05	-0.26
Scavo	-0.6	-0.21	-0.77
Scavo	-0.8	-0.52	-1.55
Scavo	-1	-1.04	-2.6
Scavo	-1.2	-1.82	-3.91
Scavo	-1.4	-2.92	-5.5
Scavo	-1.6	-4.39	-7.35
Scavo	-1.8	-6.29	-9.48
Scavo	-2	-8.66	-11.88
Scavo	-2.2	-11.57	-14.55
Scavo	-2.4	-15.08	-17.52
Scavo	-2.6	-17.98	-14.55
Scavo	-2.8	-19.47	-7.44
Scavo	-3	-19.63	-0.79
Scavo	-3.2	-18.55	5.39
Scavo	-3.4	-16.35	11.03
Scavo	-3.6	-13.15	15.99
Scavo	-3.8	-10.13	15.09
Scavo	-4	-7.4	13.64
Scavo	-4.2	-5.07	11.64
Scavo	-4.4	-3.26	9.09
Scavo	-4.6	-2.06	5.99
Scavo	-4.8	-0.71	6.74
Scavo	-5	0	3.55

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	11	EI2CLNV54A2001	B

Tabella Grafici dei Risultati



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto</p> <p>IN17</p>	<p>Lotto</p> <p>11</p>	<p>Codifica</p> <p>EI2CLNV54A2001</p>	<p>B</p>

Risultati A2+M2+R1

Tabella Risultati Paratia A2+M2+R1 - Left Wall - Stage: Geo

Design Assumption: A2+M2+R1 Risultati Paratia				Muro: LEFT
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)	
Geo	0	0	0	
Geo	-0.2	0	0	
Geo	-0.4	0	0	
Geo	-0.6	0	0	
Geo	-0.8	0	0	
Geo	-1	0	0	
Geo	-1.2	0	0	
Geo	-1.4	0	0	
Geo	-1.6	0	0	
Geo	-1.8	0	0	
Geo	-2	0	0	
Geo	-2.2	0	0	
Geo	-2.4	0	0	
Geo	-2.6	0	0	
Geo	-2.8	0	0	
Geo	-3	0	0	
Geo	-3.2	0	0	
Geo	-3.4	0	0	
Geo	-3.6	0	0	
Geo	-3.8	0	0	
Geo	-4	0	0	
Geo	-4.2	0	0	
Geo	-4.4	0	0	
Geo	-4.6	0	0	
Geo	-4.8	0	0	
Geo	-5	0	0	

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

11

EI2CLNV54A2001

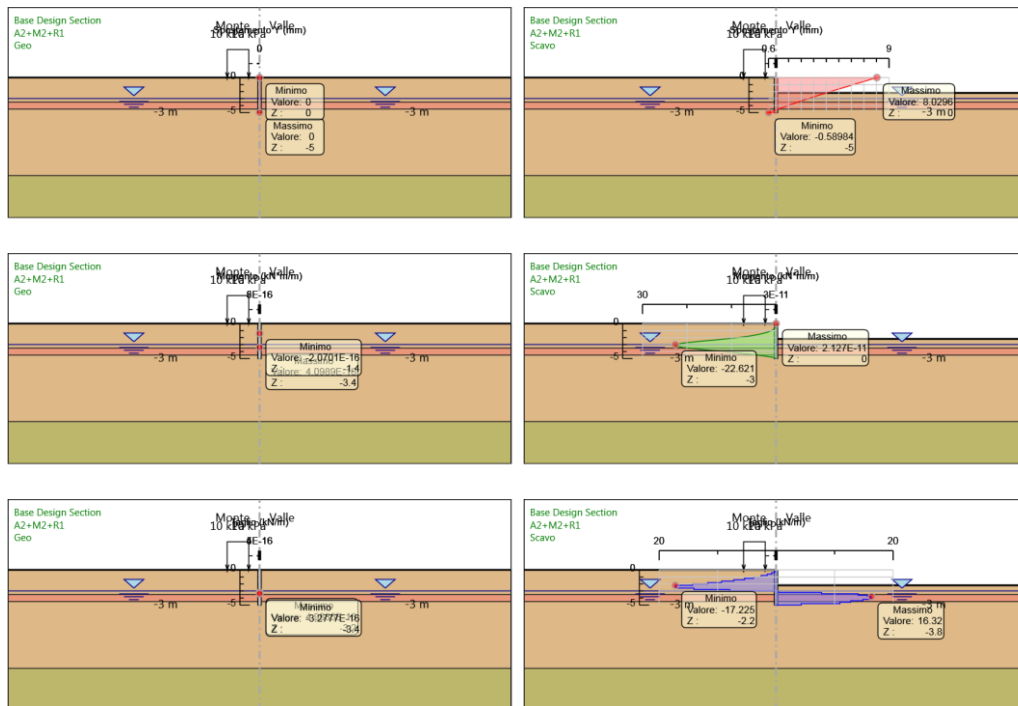
B



Tabella Risultati Paratia A2+M2+R1 - Left Wall - Stage: Scavo

Design Assumption: A2+M2+R1 Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Scavo	0	0	0
Scavo	-0.2	0	0
Scavo	-0.2	0	0
Scavo	-0.4	-0.05	-0.25
Scavo	-0.6	-0.2	-0.76
Scavo	-0.8	-0.51	-1.52
Scavo	-1	-1.02	-2.55
Scavo	-1.2	-1.78	-3.84
Scavo	-1.4	-2.86	-5.4
Scavo	-1.6	-4.31	-7.22
Scavo	-1.8	-6.17	-9.31
Scavo	-2	-8.5	-11.67
Scavo	-2.2	-11.37	-14.31
Scavo	-2.4	-14.81	-17.22
Scavo	-2.6	-18.24	-17.13
Scavo	-2.8	-21.04	-14.02
Scavo	-3	-22.62	-7.9
Scavo	-3.2	-22.53	0.47
Scavo	-3.4	-20.97	7.77
Scavo	-3.6	-18.17	14.03
Scavo	-3.8	-15.04	15.65
Scavo	-4	-11.78	16.32
Scavo	-4.2	-8.56	16.06
Scavo	-4.4	-5.59	14.87
Scavo	-4.6	-3.04	12.76
Scavo	-4.8	-0.85	10.92
Scavo	-5	0	4.27

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	11	EI2CLNV54A2001	B

Tabella Grafici dei Risultati



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto</p> <p>IN17</p>	<p>Lotto</p> <p>11</p>	<p>Codifica</p> <p>EI2CLNV54A2001</p>	<p>B</p>

Risultati A2+M2+R2

Tabella Risultati Paratia A2+M2+R2 - Left Wall - Stage: Geo

Design Assumption: A2+M2+R2 Risultati Paratia				Muro: LEFT
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)	
Geo	0	0	0	
Geo	-0.2	0	0	
Geo	-0.4	0	0	
Geo	-0.6	0	0	
Geo	-0.8	0	0	
Geo	-1	0	0	
Geo	-1.2	0	0	
Geo	-1.4	0	0	
Geo	-1.6	0	0	
Geo	-1.8	0	0	
Geo	-2	0	0	
Geo	-2.2	0	0	
Geo	-2.4	0	0	
Geo	-2.6	0	0	
Geo	-2.8	0	0	
Geo	-3	0	0	
Geo	-3.2	0	0	
Geo	-3.4	0	0	
Geo	-3.6	0	0	
Geo	-3.8	0	0	
Geo	-4	0	0	
Geo	-4.2	0	0	
Geo	-4.4	0	0	
Geo	-4.6	0	0	
Geo	-4.8	0	0	
Geo	-5	0	0	

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

11

EI2CLNV54A2001

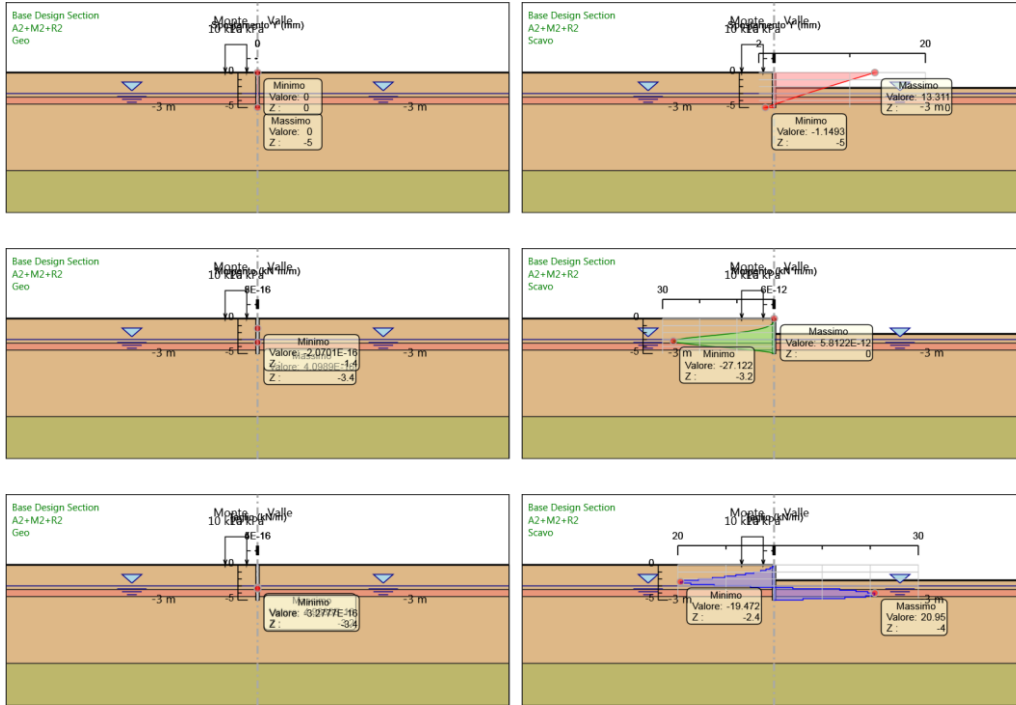
B



Tabella Risultati Paratia A2+M2+R2 - Left Wall - Stage: Scavo

Design Assumption: A2+M2+R2 Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Scavo	0	0	0
Scavo	-0.2	0	0
Scavo	-0.2	0	0
Scavo	-0.4	-0.06	-0.28
Scavo	-0.6	-0.22	-0.83
Scavo	-0.8	-0.56	-1.67
Scavo	-1	-1.12	-2.8
Scavo	-1.2	-1.96	-4.22
Scavo	-1.4	-3.15	-5.94
Scavo	-1.6	-4.74	-7.94
Scavo	-1.8	-6.79	-10.24
Scavo	-2	-9.35	-12.84
Scavo	-2.2	-12.5	-15.74
Scavo	-2.4	-16.29	-18.95
Scavo	-2.6	-20.19	-19.47
Scavo	-2.8	-23.65	-17.31
Scavo	-3	-26.14	-12.46
Scavo	-3.2	-27.12	-4.91
Scavo	-3.4	-26.34	3.9
Scavo	-3.6	-23.61	13.67
Scavo	-3.8	-20.2	17.03
Scavo	-4	-16.31	19.47
Scavo	-4.2	-12.12	20.95
Scavo	-4.4	-7.96	20.81
Scavo	-4.6	-4.15	19.05
Scavo	-4.8	-1.2	14.72
Scavo	-5	0	6.01

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	11	EI2CLNV54A2001	B

Tabella Grafici dei Risultati



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto</p> <p>IN17</p>	<p>Lotto</p> <p>11</p>	<p>Codifica</p> <p>EI2CLNV54A2001</p>	<p>B</p>



Normative adottate per le verifiche degli Elementi Strutturali

Normative Verifiche

Calcestruzzo	NTC
Acciaio	NTC
Tirante	NTC



Coefficienti per Verifica Tiranti

GEO FS	1
ξ_{a3}	1.8
γ_s	1.15

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto</p> <p>IN17</p>	<p>Lotto</p> <p>11</p>	<p>Codifica</p> <p>EI2CLNV54A2001</p>	<p>B</p>

Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

Design Assumption	Geo Scavo	
SLE (Rara)	V	V
A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V
A2+M2+R1		
A2+M2+R2	V	V

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A2001	B

12 DICHIARAZIONE SECONDO NTC2008 (§ 10.2)

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di codici di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo delle sollecitazioni è stato condotto attraverso un'analisi agli elementi finiti.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi pseudostatica secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 17/01/2018. La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Lo stato tenso-deformativo dei sottostrutture è stato investigato mediante il software di calcolo PARATIE PLUS di CEAS srl.

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.