

# AUTOSTRADA (A14): BOLOGNA - BARI - TARANTO

TRATTO: BOLOGNA BORGO PANIGALE - BOLOGNA SAN LAZZARO

## POTENZIAMENTO IN SEDE DEL SISTEMA AUTOSTRADALE E TANGENZIALE DI BOLOGNA

“PASSANTE DI BOLOGNA”

### PROGETTO DEFINITIVO

#### AUTOSTRADA A14 / TANGENZIALE

63T – VIADOTTO SAVENA  
NUOVO VIADOTTO SAVENA

#### RELAZIONE OPERE PROVVISORIALI

<b>IL PROGETTISTA SPECIALISTICO</b>  Ing. Umberto Mele Ord. Ingg. Milano n.18641  RESPONSABILE STRUTTURE	<b>IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</b>  Ing. Raffaele Rinaldesi Ord. Ingg. Macerata N. A1068	<b>IL DIRETTORE TECNICO</b>  Ing. Andrea Tanzi Ordine Ingg. Parma N. 1154  PROGETTAZIONE NUOVE OPERE AUTOSTRADALI
---	---	---

CODICE IDENTIFICATIVO											Ordinatore <b>NR</b>
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	WBS	PARTE D'OPERA	Tipo	Disciplina	Progressivo	Rev.	SCALA -
111465	LL00	PD	AU	021	PO128	BER00	R	APE	4832	0	

	PROJECT MANAGER:		SUPPORTO SPECIALISTICO:				REVISIONE	
	Ing. Raffaele Rinaldesi Ord. Ingg. Macerata N. A1068						n.	data
	REDATTO:		VERIFICATO:		0	SETTEMBRE 2020	1	
					2		3	
					4	-		

<b>VISTO DEL COMMITTENTE</b>  IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO PROGETTO_RUP	<b>VISTO DEL CONCEDENTE</b>  <b>Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti</b> <small>DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI</small>
---	--



## Sommario

<b>1</b>	<b>GENERALITA'</b> .....	<b>3</b>
1.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA .....	3
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>MATERIALI DA COSTRUZIONE</b> .....	<b>5</b>
3.1	RESISTENZE DI PROGETTO .....	5
<b>4</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA</b> .....	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>ANALISI PARATIE</b> .....	<b>14</b>
5.1	DESCRIZIONE DELLE OPERE E SCELTE TIPOLOGICHE .....	14
5.2	METODOLOGIE DI CALCOLO .....	16
5.3	CRITERI DI VERIFICA DELLE PARATIE.....	18
5.3.1	<i>Modello geometrico di riferimento</i> .....	20
5.4	CRITERI DI VERIFICA DEGLI ANCORAGGI.....	20
5.5	VERIFICHE ESEGUITE .....	21
5.5.1	<i>Verifica a filamento dei tiranti</i> .....	21
5.5.2	<i>Verifica della resistenza strutturale dell'ancoraggio</i> .....	22
5.5.3	<i>Verifica delle sezioni in acciaio di carpenteria metallica</i> .....	23
5.5.4	<i>Verifica di stabilità dell'opera (stabilità locale del piede della paratia)</i> .....	25
5.6	ANALISI PARATIA MICROPALI CON UN ORDINE DI TIRANTI .....	25
5.6.1	<i>Fasi di calcolo</i> .....	25
5.6.2	<i>Parametri geotecnici</i> .....	30
5.6.3	<i>Risultati</i> .....	31
5.6.4	<i>Verifica strutturale dei micropali</i> .....	32
5.6.5	<i>Verifica a filamento degli ancoraggi</i> .....	32
5.6.6	<i>Verifica della resistenza strutturale dell'ancoraggio</i> .....	33
5.6.7	<i>Verifica della resistenza del terreno a valle</i> .....	34
5.6.8	<i>Verifica trave di ripartizione in acciaio</i> .....	34
5.6.9	<i>Verifiche SLE</i> .....	35
<b>6</b>	<b>APPENDICE B. ANALISI PARATIE. TABULATI DI CALCOLO PARATIE</b> .....	<b>36</b>
6.1	ANALISI SLE .....	36
6.2	ANALISI SLU GEO.....	52

# 1 GENERALITA'

## 1.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Nel presente documento si riportano i dimensionamenti delle opere provvisionali necessarie per la realizzazione delle fondazioni delle nuove spalle del viadotto Savena facente parte dell'attività di progettazione definitiva delle opere afferenti l'intervento di potenziamento in sede del sistema autostradale e tangenziale di Bologna – “Passante Evoluto”.

Le verifiche sono state eseguite in accordo con la normativa vigente (NTC 2018).

Le verifiche sismiche sono omesse, in quanto si prevede per queste opere una durata inferiore a 2 anni.

In particolare nel seguito si riporta:

- richiamo delle condizioni geotecniche: stratigrafia, parametri di progetto, falda;
- dimensionamento e verifiche geotecniche e strutturali delle opere di sostegno provvisionali.

I dimensionamenti sono stati eseguiti considerando la sezione ritenuta più significativa in relazione alla massima altezza di scavo ed alle condizioni geotecniche locali.

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nell'eseguire il dimensionamento dell'opera di cui alla presente relazione, si è fatto riferimento alla seguente normativa tecnica:

D.M. 17.01.2018          Norme tecniche per le costruzioni.

Circolare del 21/01/2019          Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. del 17/01/2018.

### 3 MATERIALI DA COSTRUZIONE

#### 3.1 RESISTENZE DI PROGETTO

Calcestruzzo per elementi in elevazione (spalle):	Classe C 32/40
Resistenza caratteristica a compressione:	$R_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$
Resistenza cilindrica a compressione:	$f_{ck} = 0,83 R_{ck} = 33,2 \text{ N/mm}^2$ $f_d = 18,81 \text{ N/mm}^2$
Calcestruzzo per baggioli:	Classe C 35/45
Resistenza caratteristica a compressione:	$R_{ck} = 45 \text{ N/mm}^2$
Resistenza cilindrica a compressione:	$f_{ck} = 0,83 R_{ck} = 37,35 \text{ N/mm}^2$ $f_d = 21,16 \text{ N/mm}^2$
Acciaio in barre: B450C avente caratteristiche:	
tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$
tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$

#### Tiranti

Tiranti permanenti classe 2 di protezione a trefoli in acciaio armonico

Trefoli	di diametro nominale (pollici)	0.6"
	sezione nominale (mm <sup>2</sup> )	139
Acciaio per tiranti in trefoli da 0.6" stabilizzati	tensione caratteristica a rottura	$f_{ptk} \geq 1870 \text{ MPa}$
	tensione caratteristica all'1% di deformaz. tot.	$f_{p(1)k} \geq 1640 \text{ MPa}$
Miscela cementizia di iniezione tiranti	secondo N.T.A. – soggetto ad approvazione della D.L.	
	classe di resistenza minima	C25/30
	classe di esposizione	XC2
	eventuali additivi secondo N.T.A.	

#### Carpenteria metallica

Acciaio in profili a sezione aperta laminati a caldo saldati

Tipo EN 10025-2 S355 J2+N – per spessori nominali  $t \leq 40 \text{ mm}$

Tipo EN 10025-2 S355 K2+N – per spessori nominali  $t > 40$  mm

Acciaio in profili a sezione aperta laminati a caldo non saldati

Tipo EN 10025-2 S355 J0+N

Acciaio in profili a sezione cava

Tipo EN 10210-1 S355 J0H+N

## 4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Nel presente capitolo si riporta la caratterizzazione geotecnica per l'opera in esame in accordo alla relazione geotecnica generale della tratta A14 Bologna – Bari – Taranto nell'ambito del Potenziamento del Sistema Tangenziale di Bologna tra Borgo Panigale e San Lazzaro.

La stratigrafia è stata dedotta sulla base delle indagini geotecniche eseguite in corrispondenza dell'opera, rappresentate graficamente in figura seguente e sintetizzate nella seguente tabella.

*Tabella 1 - Indagini geognostiche di riferimento*

Sigla sond./pozz./prova	Quota p.c. (m s.l.m.)	Lunghezza (m)	Strumentazione installata
PB29	50.5	35.0	TA (6-21m); C(34.5m)
S18	50.1	25.0	-

TA = piezometri a tubo aperto (tratto filtrante);  
C = piezometro a cella di Casagrande (quota cella);  
DH = tubo per misure Down-hole

In particolare per la caratterizzazione geotecnica si fa riferimento alle indicazioni della relazione geotecnica generale. Il livello di falda è assunto cautelativamente a p.c. in relazione alla presenza del fiume, da lettura piezometrica il livello massimo è a quota +41.5÷42.5 m s.l.m. (PB29, S18) che coincide circa con fondo alveo.

Nella seguente figura si riporta uno stralcio del profilo stratigrafico in corrispondenza dell'opera.

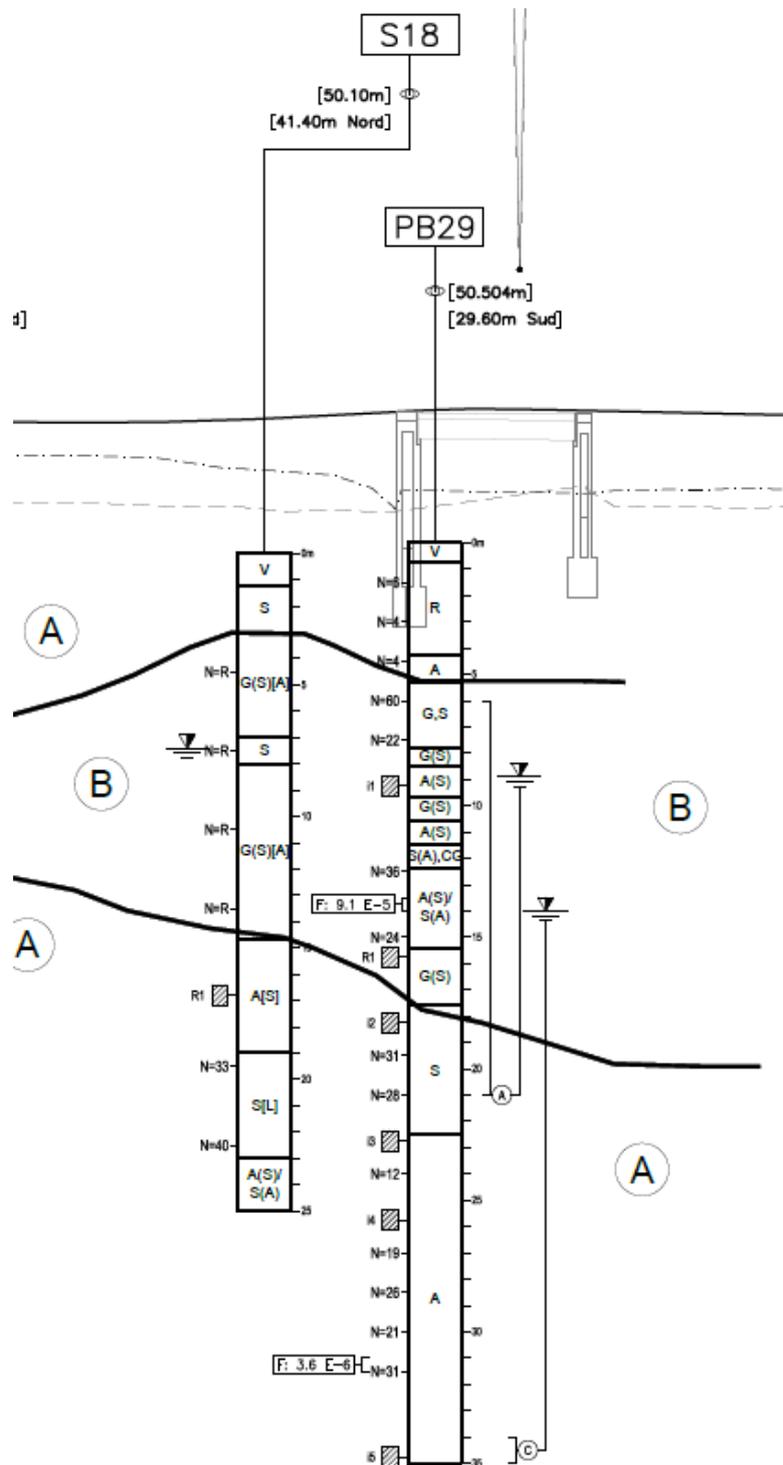


Figura 1 – stralcio profilo stratigrafico in corrispondenza dell'opera

Nell'area le indagini hanno intercettato la formazione A (nella facies più limosa) fino a quota +45.5 m s.l.m., poi la formazione B (ghiaia e sabbia) fino a quota +32.5 m ed a seguire la formazione A (argilla e limo) fino alla massima profondità nvestigata (35.0m).

Nelle seguenti tabelle si sintetizzano i parametri geotecnici delle unità geotecniche che interferiscono con l'opera.

*Tabella 2 - Parametri medi caratteristici dei materiali formazione A*

Descrizione	$\gamma$	$c'$	$\phi'$	cu	$E'$
	(kN/m <sup>3</sup> )	(kPa)	(°)	(kPa)	(kPa)
A - Limo argilloso	19÷20	0÷15	24÷29	cu = 30 + z (valori minimi) cu = 90 + 2 · z (valori massimi) cu = 60 + 1.5 · z (media)	120 · cu
<p><math>\gamma</math> = peso di volume del terreno  <math>c'</math> = coesione efficace  <math>\phi'</math> = angolo di resistenza al taglio                      cu = resistenza al taglio in condizioni non drenate  <math>E'</math> = modulo di deformazione elastico operativo per calcolo paratie</p>					

*Tabella 3 - Parametri medi caratteristici dei materiali Ghiaia e Sabbia (formazione B)*

Descrizione	$\gamma$	Nspt	$c'$	$\phi'$	$E'$
	(kN/m <sup>3</sup> )	(colpi/30cm)	(kPa)	(°)	(MPa)
B - Ghiaia e sabbia	19÷20	5÷R	0	33÷38	50
<p><math>\gamma</math> = peso di volume del terreno  <math>c'</math> = coesione efficace  <math>\phi'</math> = angolo di resistenza al taglio  <math>E'</math> = modulo di deformazione elastico operativo per calcolo paratie (= Eo / 5)</p>					

Sondaggio PB29

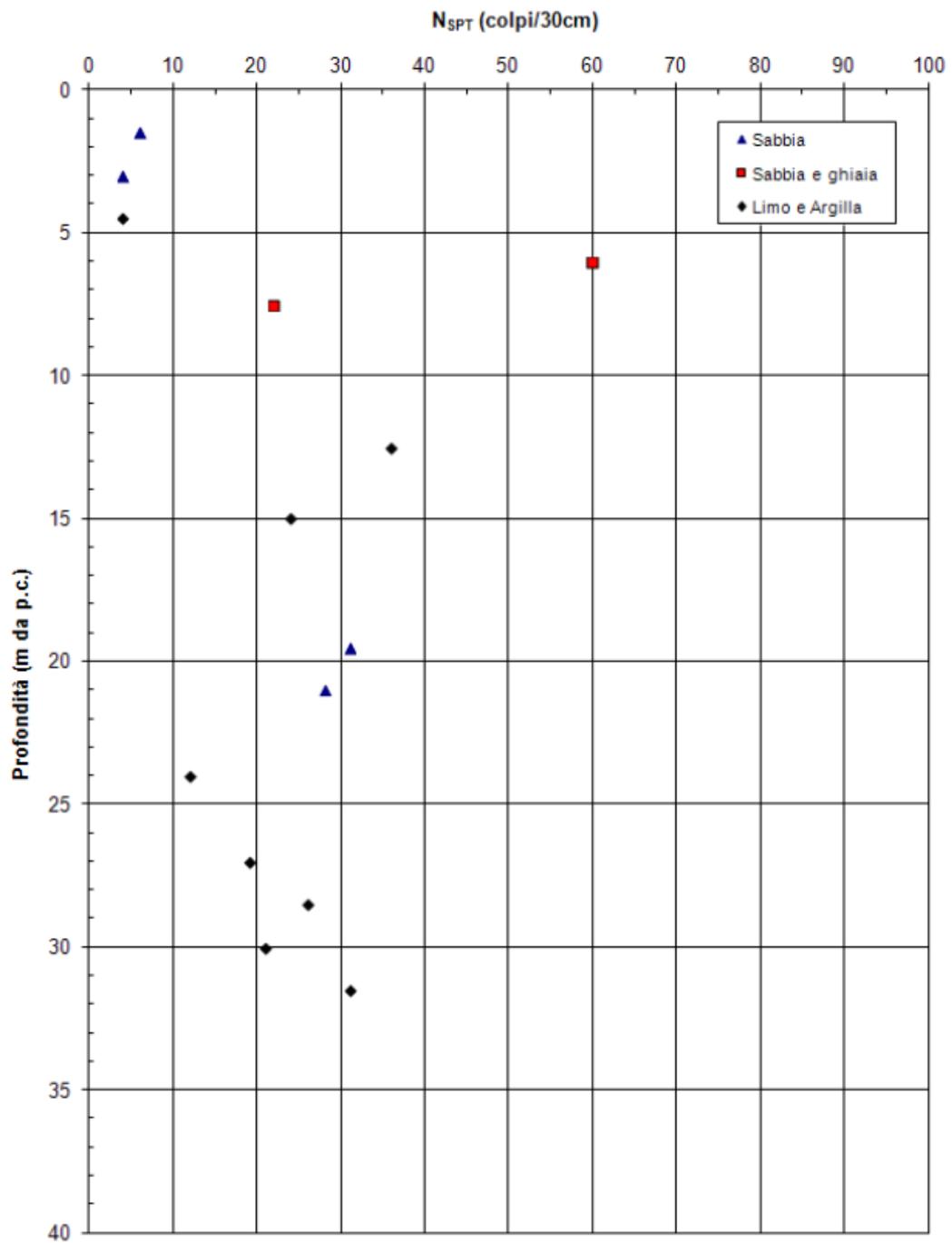


Figura 2 –  $N_{spt}$  (PB29)

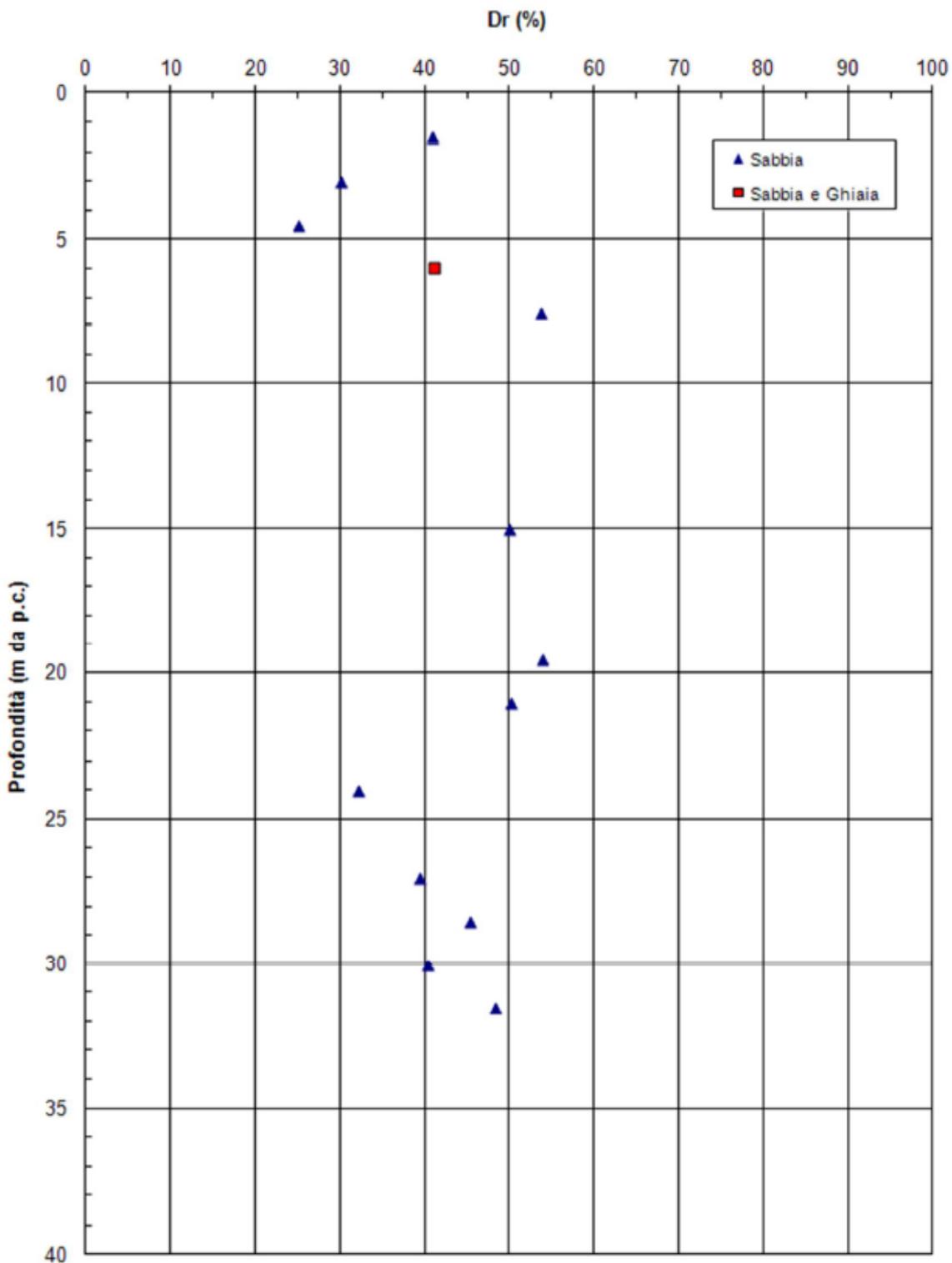


Figura 3 – Densità relativa (PB29)

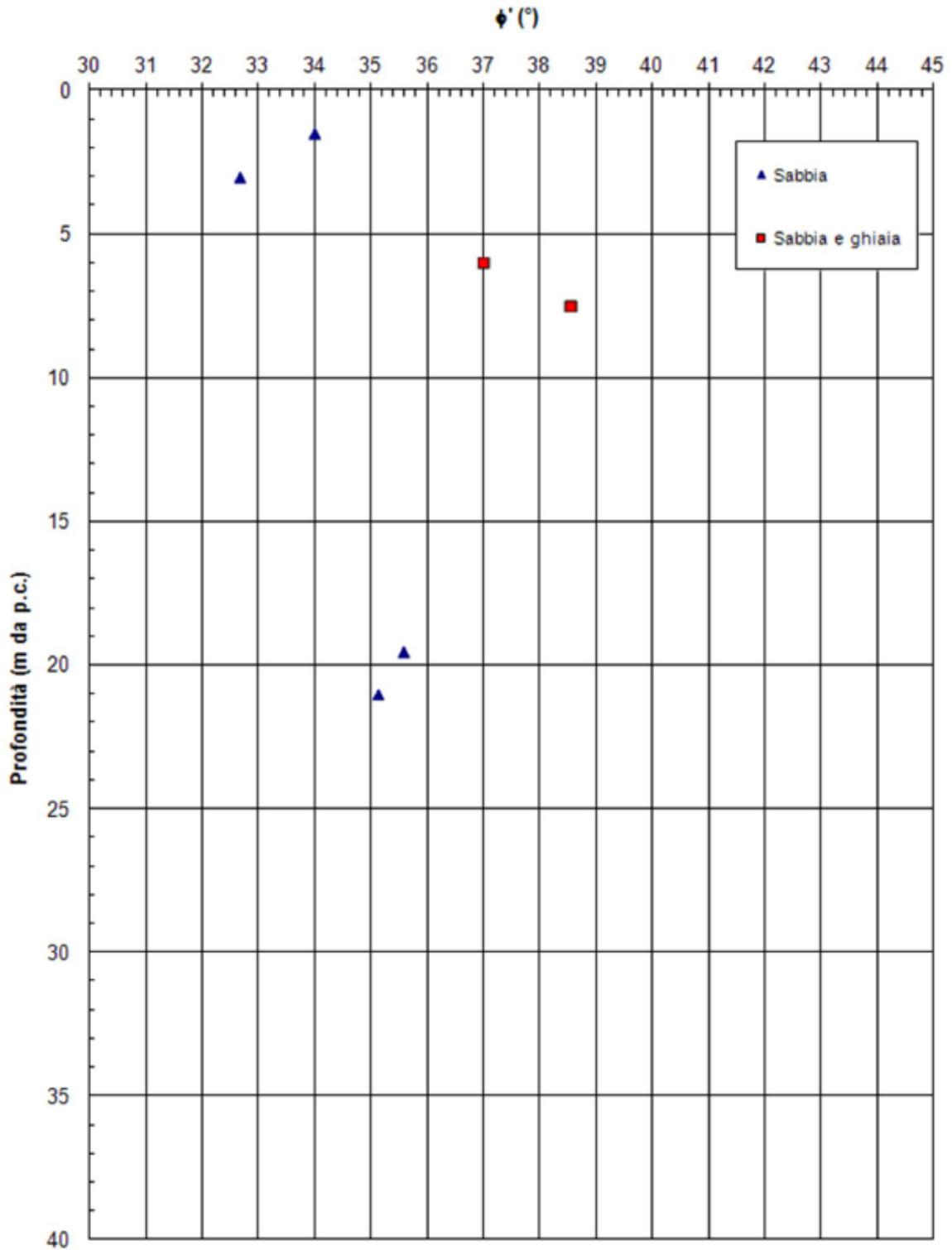


Figura 4 – Angolo di resistenza al taglio (PB29)

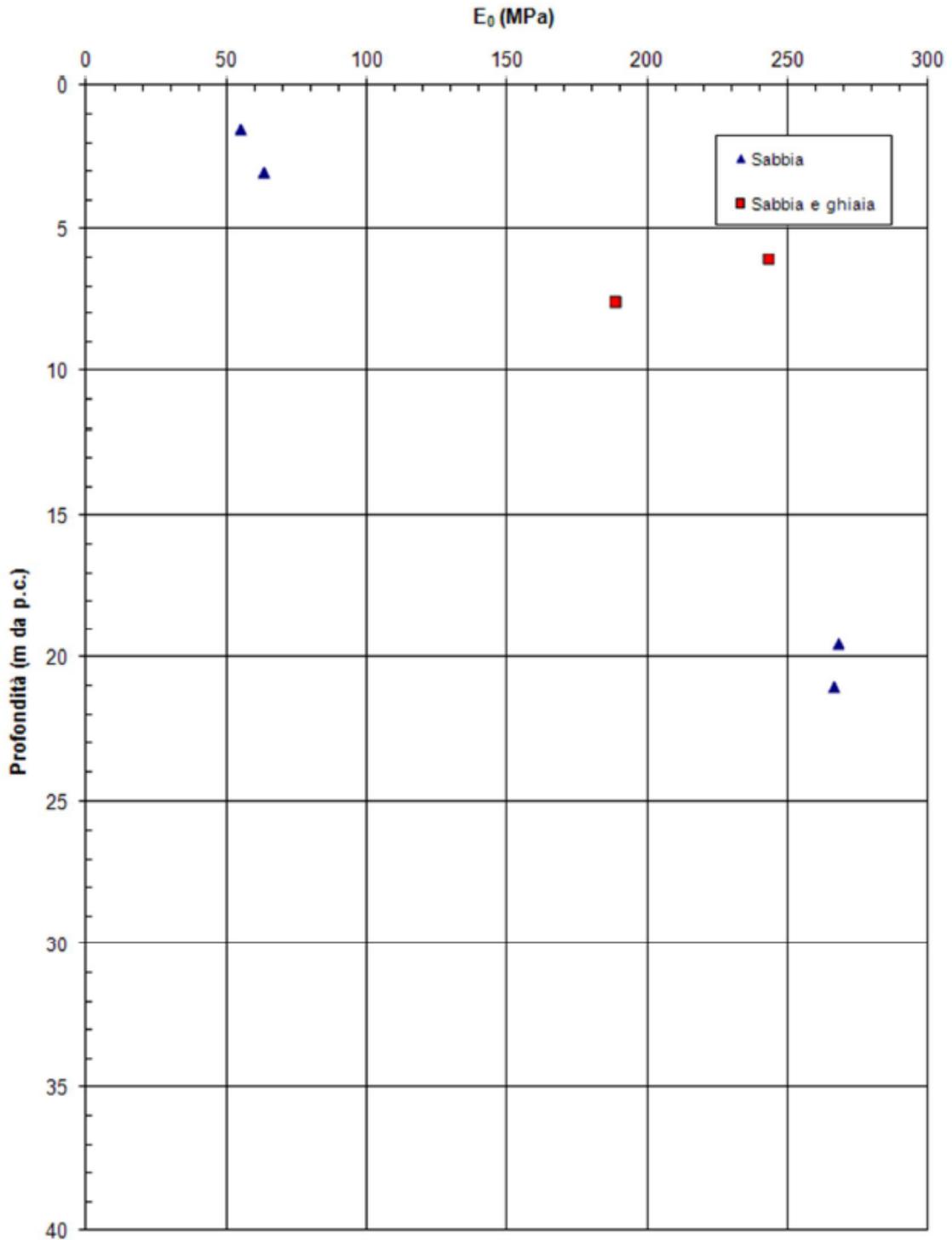


Figura 5 – Modulo di deformazione elastico iniziale (PB29)

## 5 ANALISI PARATIE

### 5.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE E SCELTE TIPOLOGICHE

Per la realizzazione delle fondazioni delle nuove spalle del ponte si prevedono paratie di micropali contrastate un ordine di tiranti attivi. In relazione alla varie fasi esecutive la paratia di micropali verrà realizzata dalla attuale quota della sede stradale oppure dalla quota della nuova viabilità appena realizzata (posta circa 1.2 m più in alto). Alcune paratie verranno utilizzate in una fase con scavo a sinistra e quindi tiranti a destra e nella fase successiva con scavo a destra e tiranti eseguiti a sinistra. L'altezza della trave di coronamento serve a colmare questa differenza di quota nelle due diverse fasi realizzative per cui si lavora dal piano stradale esistente e poi dal piano stradale nuovo, a quota più alta. L'altezza massima di scavo è di 4.8 m.

Le caratteristiche degli elementi strutturali previsti sono riportate di seguito.

#### Paratia di micropali:

$D_p = 200 \text{ mm}$	Diametro di perforazione micropali
$i = 0.33 \text{ m}$	Interasse micropali
$L = 9.0 \text{ m}$	Lunghezza micropali
$d_e = 127 \text{ mm (S355)}$	diametro esterno tubo armatura micropali
$s = 12.5 \text{ mm}$	spessore tubo armatura

#### Tiranti

$D_p = 160 \text{ mm}$	Diametro di perforazione
$i = 2.31 \text{ m}$	interasse tiranti
$n_{tr} = 3$	numero trefoli da 0.6''
$L_a = 11.0 \text{ m}$	Lunghezza fondazione (tratto attivo)
$L_p = 6.0 \text{ m}$	Lunghezza libera passiva
$\beta = 30^\circ$	Inclinazione rispetto all'orizzontale
$N_o = 320 \text{ kN}$	pretiro
Trave di ripartizione:	2 UPN200 (acciaio S355)

Nella seguente figura si riporta uno schema della sezione di calcolo.

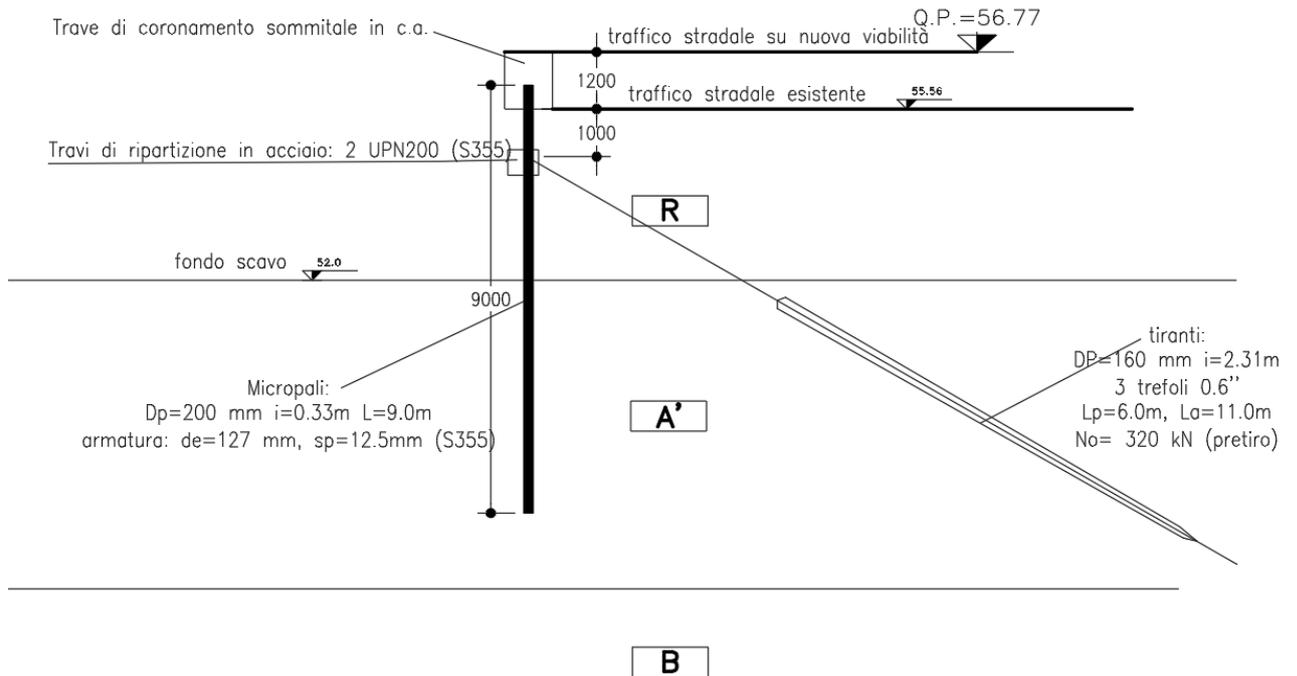


Figura 6 – sezione tipica opera di sostegno provvisoriale

## 5.2 METODOLOGIE DI CALCOLO

Le analisi finalizzate al dimensionamento delle strutture sono state condotte con il programma di calcolo “Paratie” Versione 7.0 della HarpaCeas s.r.l. di Milano.

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

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

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

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

Con tale metodo, si può quindi seguire analiticamente la successione delle fasi di costruzione, di carico e di contrasto; consentendo di fornire informazioni attendibili sull'entità delle deformazioni, e sugli effetti che esse inducono sul diagramma delle pressioni esercitate dal terreno sulla paratia.

Il metodo sopra esposto è sicuramente valido per il calcolo delle sollecitazioni all'interno della struttura; tarando opportunamente i moduli mediante modellazioni più complete (es. FEM 2D) consente anche una ragionevole stima degli spostamenti orizzontali della parete di sostegno [Becci & Nova, 1987; Dhouib, 1995).

Il metodo di calcolo richiede la definizione di parametri, valutati in funzione delle caratteristiche geotecniche e fisiche dei terreni, delle caratteristiche geometriche e strutturali dell'opera. In particolare la pressione  $\sigma'h$  che lo scheletro solido del terreno esercita su una struttura di sostegno dipende dagli spostamenti che essa subisce per effetto di  $\sigma'h$  stessa ovvero dipende dall'interazione fra la struttura ed il terreno a tergo dell'opera. Nel caso in cui la struttura subisca uno spostamento verso valle, la  $\sigma'h$  sul paramento di monte può essere calcolata come:

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

dove:

$K_a$  = coefficiente di spinta attiva;

$\sigma'_v$  = tensione verticale efficace;

$c'$  = coesione efficace.

In condizioni statiche,  $K_a$  è funzione dell'angolo di attrito efficace dello scheletro solido  $\varphi'$ , dell'angolo di attrito fra struttura e terreno  $\delta$  (nelle analisi  $\delta < \varphi'$ ), dell'inclinazione  $\alpha$  del paramento di monte della struttura di sostegno (nelle analisi  $\alpha = 0^\circ$ ) e dell'inclinazione  $\beta$  del terrapieno a tergo dell'opera (nelle analisi  $\beta = 0^\circ$ ). Fra le varie formulazioni proposte per il calcolo di  $K_a$ , di seguito, si farà riferimento a quella di [Coulomb, 1773].

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

$$\sigma'_h = K_p \cdot \sigma'_v + 2 \cdot c' \cdot (K_p)^{0.5} \quad \text{pressione passiva}$$

dove:

$K_p$  = coefficiente di spinta attiva;

$\sigma'_v$  = tensione verticale efficace;

$c'$  = coesione efficace.

Analogamente al coefficiente di spinta attiva, in condizioni statiche si può porre  $K_p = K_p(\varphi', \delta)$ . Fra le varie formulazioni proposte per il calcolo di  $K_p$ , di seguito, si farà riferimento a quella di [Caquot-Kerisel, 1948] con  $\delta' \leq \varphi' / 2$ .

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

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

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

dove:

$K_0$  = coefficiente di spinta a riposo;

$\sigma'_v$  = tensione verticale efficace.

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

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

In particolare per il modulo elastico di calcolo delle paratie è stato adottato un valore di modulo pari a  $E_0/5$ , dove  $E_0$  è il modulo di deformazione elastico iniziale (basse deformazioni).

### 5.3 CRITERI DI VERIFICA DELLE PARATIE

Le paratie vengono progettate in accordo a quanto previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018.

Vengono esaminate sia le condizioni di stato limite ultimo (SLU), sia quelle di stato limite di esercizio (SLE). La prima combinazione SLU, indicata con la sigla STR, è quella di riferimento per le verifiche di resistenza degli elementi strutturali. La seconda SLU, indicata con la sigla GEO, è di riferimento per le verifiche di stabilità geotecnica. Le verifiche allo SLU sono da eseguire per le sole condizioni statiche in quanto si tratta di opere provvisionali. Per ogni Stato Limite Ultimo occorre che sia verificata la condizione:  $E_d \leq R_d$ .

Per le verifiche di resistenza allo stato limite ultimo si adotta l'approccio 1 previsto dalla normativa (A1+M1+R1). Nelle seguenti tabelle si riportano i coefficienti parziali indicati dalla normativa (moltiplicativi per le azioni e riduttivi per i parametri di resistenza del terreno).

Tabella 4 - Combinazioni per analisi statiche in esercizio (SLE)

Azioni ( $\gamma_F$ )				Proprietà del terreno ( $\gamma_M$ )		
Permanenti		Variabili		tan $\varphi'$	c'	cu
sfavorevoli	favorevoli	sfavorevoli	favorevoli			
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

*abella 5 - Combinazioni per analisi statiche SLU*

	Azioni ( $\gamma_F$ )				Proprietà del terreno ( $\gamma_M$ )		
	Permanenti		Variabili		tan $\varphi'$	c'	cu
	sfavorevoli	favorevoli	sfavorevoli	favorevoli			
STRU (A1 + M1)	1.30	1.00	1.50	0.00	1.00	1.00	1.00
GEO (A2 + M2)	1.00	1.00	1.30	0.00	1.25	1.25	1.40

### **Verifiche di esercizio (SLE)**

I valori delle proprietà meccaniche da adoperare nell'analisi sono quelli caratteristici e i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri di resistenza sono sempre unitari. Tale combinazione è di riferimento per le verifiche tensionali sui materiali e le verifiche di fessurazione. E' inoltre rappresentativa delle condizioni di deformazione dell'opera e del terreno circostante.

### **Verifiche di resistenza degli elementi strutturali (STR)**

Si considerano gli stati limite ultimi per raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali. L'analisi può essere svolta utilizzando la Combinazione 1 (A1+M1+R1), nella quale i coefficienti sui parametri di resistenza del terreno (M1) e sulla resistenza globale del sistema (R1) sono unitari, mentre le azioni permanenti e variabili sono amplificate mediante i coefficienti parziali del gruppo A1. In questo caso, i coefficienti parziali amplificativi delle azioni possono applicarsi direttamente alle sollecitazioni, calcolate con i valori caratteristici delle azioni e delle resistenze. Quindi i risultati dell'analisi STRU (A1+M1), possono essere cautelativamente ottenuti moltiplicando quelli dell'analisi SLE x 1.4. Si è verificato che tale modo di procedere, oltre che essere ingegneristicamente più corretto, porta a risultati in linea al metodo che prevede l'amplificazione delle azioni (peso di volume del terreno x 1.3 e azioni accidentali x 1.5), ed in ogni caso cautelativi ai fini delle verifiche di resistenza.

### **Verifiche stabilità geotecnica (GEO)**

Nelle verifiche agli stati limite ultimi per il dimensionamento geotecnico delle paratie (GEO), si considera lo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e, specificamente, dal raggiungimento delle condizioni di equilibrio limite nel terreno interagente con la paratia. L'analisi può essere condotta con la Combinazione 2 (A2+M2+R1), nella quale i parametri di resistenza del terreno sono ridotti tramite i coefficienti parziali del gruppo M2, i

coefficienti  $\gamma_R$  sulla resistenza globale ( $R_1$ ) sono unitari e le sole azioni variabili sono amplificate con i coefficienti del gruppo A2. I parametri di resistenza di progetto sono perciò inferiori a quelli caratteristici e di conseguenza il valore di progetto della spinta attiva è maggiore, e quello della resistenza passiva è minore, dei corrispondenti valori caratteristici. Le azioni di progetto  $E_d$  sono le risultanti o i momenti risultanti delle forze sulla paratia che producono il cinematismo di collasso ipotizzato, mentre le resistenze di progetto  $R_d$  sono le risultanti o i momenti risultanti delle forze che vi si oppongono.

In definitiva le analisi contemplano le seguenti combinazioni di carico.

SLE indicativa per le analisi di deformabilità e per le verifiche delle tensioni sui materiali e di fessurazione delle sezioni in c.a..

SLU STR per le verifiche di resistenza degli elementi strutturali in condizioni statiche.

SLU GEO per le verifiche di stabilità geotecnica in condizioni statiche.

### 5.3.1 *Modello geometrico di riferimento*

In accordo a quanto richiesto da normativa al paragrafo 6.5.2.2 NTC 2018, il modello geometrico deve tenere conto delle possibili variazioni del profilo del terreno a monte e a valle del paramento rispetto ai valori nominali. Nel caso in cui la funzione di sostegno è affidata alla resistenza del volume di terreno a valle dell'opera, la quota di valle deve essere diminuita di una quantità pari al minore dei seguenti valori:

- 10% dell'altezza di terreno da sostenere nel caso di opere a sbalzo;
- 10 % della differenza di quota fra il livello inferiore di vincolo e il fondo scavo nel caso di opere vincolate;
- 0,5 m.

Nel caso in esame, i calcoli sono stati eseguiti con altezze di scavo aumentate di 0.50 m.

## 5.4 CRITERI DI VERIFICA DEGLI ANCORAGGI

In accordo alla normativa, per il dimensionamento geotecnico, deve risultare rispettata la condizione  $E_d \leq R_d$  con specifico riferimento ad uno stato limite di sfilamento della

fondazione dell'ancoraggio. Questa verifica viene eseguita con riferimento alla combinazione  $A1+M1+R3$ , utilizzando, per il set  $R3$ , i seguenti valori dei coefficienti parziali  $\gamma_R$ :

$$\gamma_R = 1.1 \quad \text{per gli ancoraggi temporanei}$$

Il valore di resistenza caratteristica dei tiranti per le verifiche allo sfilamento viene determinato sulla base dei risultati delle prove geotecniche disponibili, applicando i coefficienti correttivi in funzione del numero di profili di indagine disponibili.

## 5.5 VERIFICHE ESEGUITE

Si descrivono nel seguito le verifiche eseguite per la tipologia di opere in oggetto.

### 5.5.1 Verifica a sfilamento dei tiranti

La lunghezza del bulbo di fondazione è ottenuta in modo tale che venga rispettata la condizione di normativa che la resistenza di progetto sia maggiore della massima sollecitazione assiale di progetto con un coefficiente parziale  $\gamma_{RTIR}$ .

$$P_{dTIR} \leq R_{adTIR}$$

dove:

$$R_{adTIR} = \frac{R_{akTIR}}{\gamma_{RTIR}}$$

$P_{dTIR}$  = valore massimo di progetto del tirante

$R_{akTIR}$  = valore caratteristico della resistenza allo sfilamento

$R_{adTIR}$  = valore di progetto della resistenza allo sfilamento

$\gamma_{RTIR}$  = coefficiente parziale 1.1 tiranti temporanei

Il calcolo di  $R_{akTIR}$  viene svolto assumendo il valore minimo fra i risultati delle seguenti formule:

$$R_{akTIR} = \frac{\pi \cdot D_{perf} \cdot L_{bulbo} \cdot \alpha \cdot \tau_{medio}}{\xi_{a3}} ;$$

in cui:

$D_{perf}$  = diametro di perforazione

$L_{bulbo}$  = lunghezza del bulbo

$\alpha$  = coefficiente empirico correlato con la metodologia di esecuzione delle iniezioni del tratto di fondazione

$\tau_{medio}$  = aderenza limite caratteristica bulbo-terreno,

$\xi_{a3}$  = fattori di correlazione, da stimare in funzione del numero dei profili di indagine disponibili

### 5.5.2 Verifica della resistenza strutturale dell'ancoraggio

Si prevede di armare i tiranti mediante trefoli da 0,6'' di acciaio avente tensione caratteristica all'1% di deformazione sotto carico  $f_{p(1)k} \leq 1640$  MPa e tensione caratteristica di rottura  $f_{ptk} \leq 1860$  MPa.

Il valore di progetto della resistenza, da confrontare con la massima azione di progetto, si calcola per ogni singolo trefolo, come:

$$R_{idTIR} = f_{yd} \cdot A \cdot n$$

dove:

A = area del singolo trefolo

n = numero dei trefoli

La resistenza di calcolo dell'acciaio (trefoli) si calcola usando l'espressione:

$$f_{yd} = \frac{f_{p(1)k}}{\gamma_s}$$

essendo:

$f_{p(1)k}$  = tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio per trefoli = 1640 MPa

$\gamma_s$  = coefficiente parziale di sicurezza = 1.15

Quindi  $f_{yd} = 1426$  MPa.

Si dovrà verificare che:

$$P_{dTIR} \leq R_{IdTIR}$$

### 5.5.3 Verifica delle sezioni in acciaio di carpenteria metallica

La verifica delle sezioni in acciaio viene eseguita secondo il criterio valido per sezioni compatte di classe 1 o 2 con il metodo plastico, adottando per il materiale  $f_{tk} = 510$  MPa (tensione caratteristica di rottura) e  $f_{yk} = 355$  MPa (tensione caratteristica di snervamento) – acciaio S355.

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

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} \geq N_{Ed} \quad \text{per sola azione assiale;}$$

$$M_{c,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yd} \geq M_{Ed} \quad \text{per solo momento flettente;}$$

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot f_{yd} / \sqrt{3} \geq V_{Ed} \quad \text{per solo taglio;}$$

$$M_{y,V,Rd} = M_{c,Rd} \cdot (1 - \rho) \geq M_{Ed} \quad \text{per momento flettente e taglio;}$$

dove:

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

$N_{pl,Rd}$  è il carico assiale resistente

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

$V_{c,Rd}$  è il taglio resistente

$A$  è l'area della sezione

$W_{pl}$  è il modulo di resistenza plastico

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

$$A_v = 2 \cdot A / \pi$$

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

Per le verifiche in caso di presso-flesso-tensione, con o senza taglio, di sezioni circolari sottili, si determina quindi il dominio di resistenza M-N, in caso di plasticizzazione della sezione fino al raggiungimento della deformazione ultima sulla fibra maggiormente tesa ( $\epsilon_u = 1\%$ ). Da tale dominio, si determina il momento ultimo mantenendo costante il rapporto M/N e pari a  $M_{Ed}/N_{Ed}$ . Le verifiche per sezioni circolari sottili sono quindi date dalle seguenti.

$$M_{N,y,Rd} = M_{ult}(N_{Ed}; M_{Ed}) \geq M_{Ed} \quad \text{presso-tenso-flessione}$$

$$M_{y,V,N,Rd} = (1 - \rho) \cdot M_{ult}(N_{Ed}; M_{Ed}) \geq M_{Ed} \quad \text{presso-tenso-flessione e taglio}$$

La verifica di stabilità delle membrature compresse e presso-inflesse si effettua soddisfacendo le seguenti disequazioni, in accordo alla vigente normativa:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \geq N_{Ed} \quad \text{stabilità assiale;}$$

$$FS_b = \frac{N_{Ed}}{\chi \cdot f_{yd} \cdot A} + \frac{M_{yeq,Ed}}{f_{yd} \cdot W_y \cdot \left( 1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr}} \right)} \leq 1 \quad \text{stabilità flessionale per aste presso - inflesse;}$$

dove:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}} \leq 1 \quad \text{è il fattore di riduzione per la stabilità assiale}$$

$$\Phi = 0.5 \left( 1 + \alpha (\lambda - 0.2) + \lambda^2 \right)$$

$\alpha$  è il fattore di imperfezione

$\lambda = \lambda / \lambda_c$  è la snellezza adimensionale

$M_{yeq,Ed} = \max \{ 1.3 \cdot M_{m,Ed}; 0.75 \cdot M_{Ed} \} \leq M_{Ed}$  è il momento equivalente di calcolo

$\alpha_{LT}$  è il fattore di imperfezione

$M_{cr}$  è il momento critico

$\beta$  pari a 1, o pari a 0.75 per sezioni saldate

$f = 1 - 0.5(1 - k_c) \left( 1 - 2.0(\lambda_{LT} - 0.8)^2 \right)$  è il fattore della reale distribuzione di momento

$k_c$  è il fattore correttivo

$W_y = \begin{cases} W_{y,pl} & \text{per sezioni di classe 1 e 2} \\ W_{y,el} & \text{per sezioni di classe 3} \end{cases}$  è il modulo di resistenza

Per la sezione tubolare del puntone, si effettua anche la verifica di stabilità per le membrature presso-inflesse. Si verifica che l'azione assiale massima sia inferiore della stabilità assiale resistente ( $N_{b,Rd} > N_{Ed}$ ) e inoltre si verifica che sia  $FS_b < 1$ .

#### 5.5.4 Verifica di stabilità dell'opera (stabilità locale del piede della paratia)

Si verifica che la spinta passiva di progetto mobilitata a valle sia inferiore a quella disponibile di progetto.

La verifica è condotta, in accordo alla normativa secondo l'Approccio 1 - Combinazione 2, ovvero A2+M2+R1.

## 5.6 ANALISI PARATIA MICROPALI CON UN ORDINE DI TIRANTI

### 5.6.1 Fasi di calcolo

La testa paratia è posta convenzionalmente al piano stradale. Le fasi di calcolo per l'analisi della paratia sono le seguenti.

Fase 1. Inizializzazione geostatica con p.c. orizzontale e falda a fondo scavo (testa pali).

Fase 2. Esecuzione delle paratia di micropali.

Fase 3. Scavo fino a -2.5 m per inserimento ordine di tiranti e applicazione carichi sul rilevato stradale a monte (20 kPa uniformemente distribuiti).

Fase 4. Inserimento ordine di tiranti a -2.2 m da testa paratia.

Fase 5. Scavo massimo (4.8+0.5=5.3 m).

L'analisi della paratia è stato ripetuto per la combinazione:

- SLU GEO (A2+M2): con parametri geotecnici abbattuti tramite i coefficienti della serie M2 e con i carichi accidentali amplificati di 1.3, al fine di verificare la stabilità dell'opera.

I risultati dell'analisi SLU STR (A1+M1) sono stati ottenuti dall'analisi SLE amplificando i risultati per coefficiente 1.4 come precedentemente indicato al paragrafo 5.3.

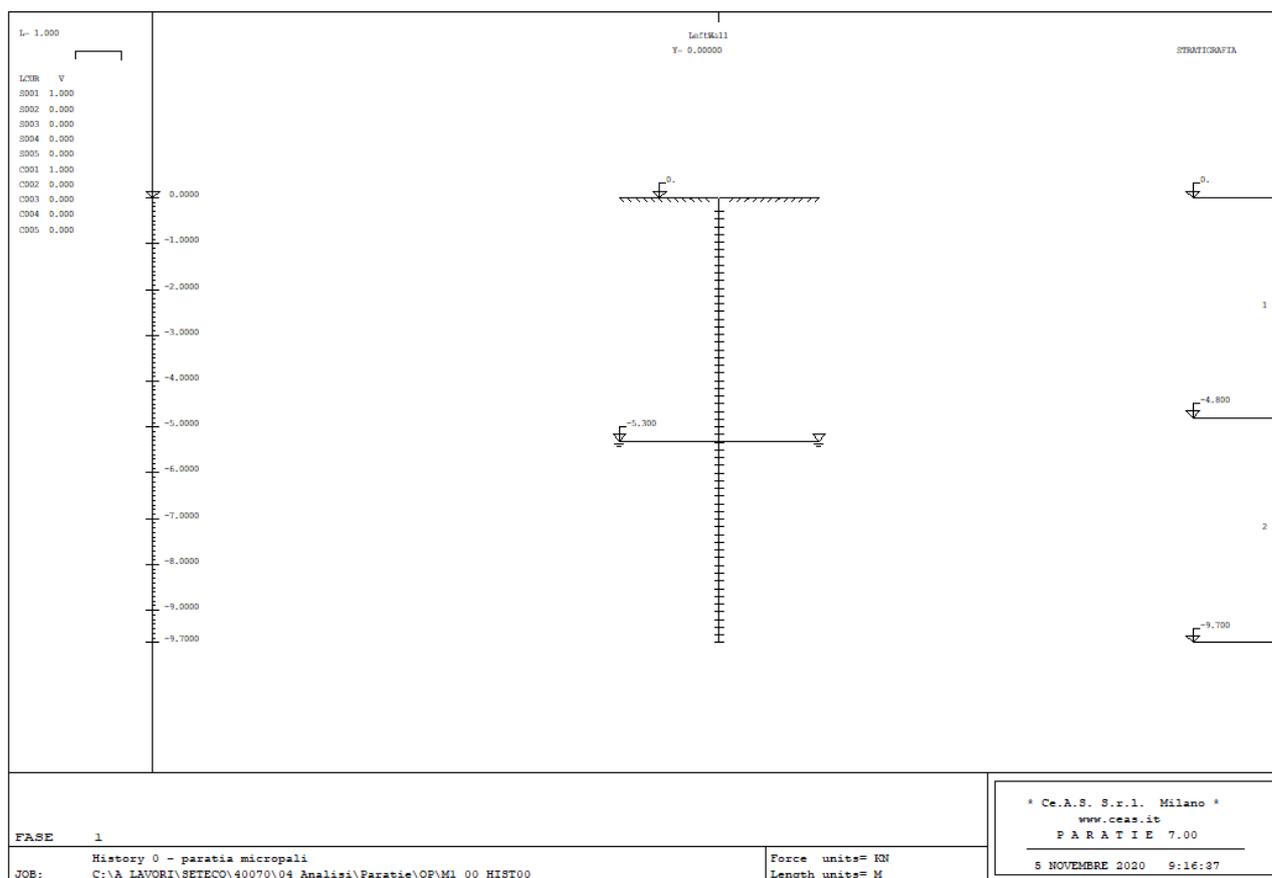


Figura 7: Fase 1 – inizializzazione geostatica

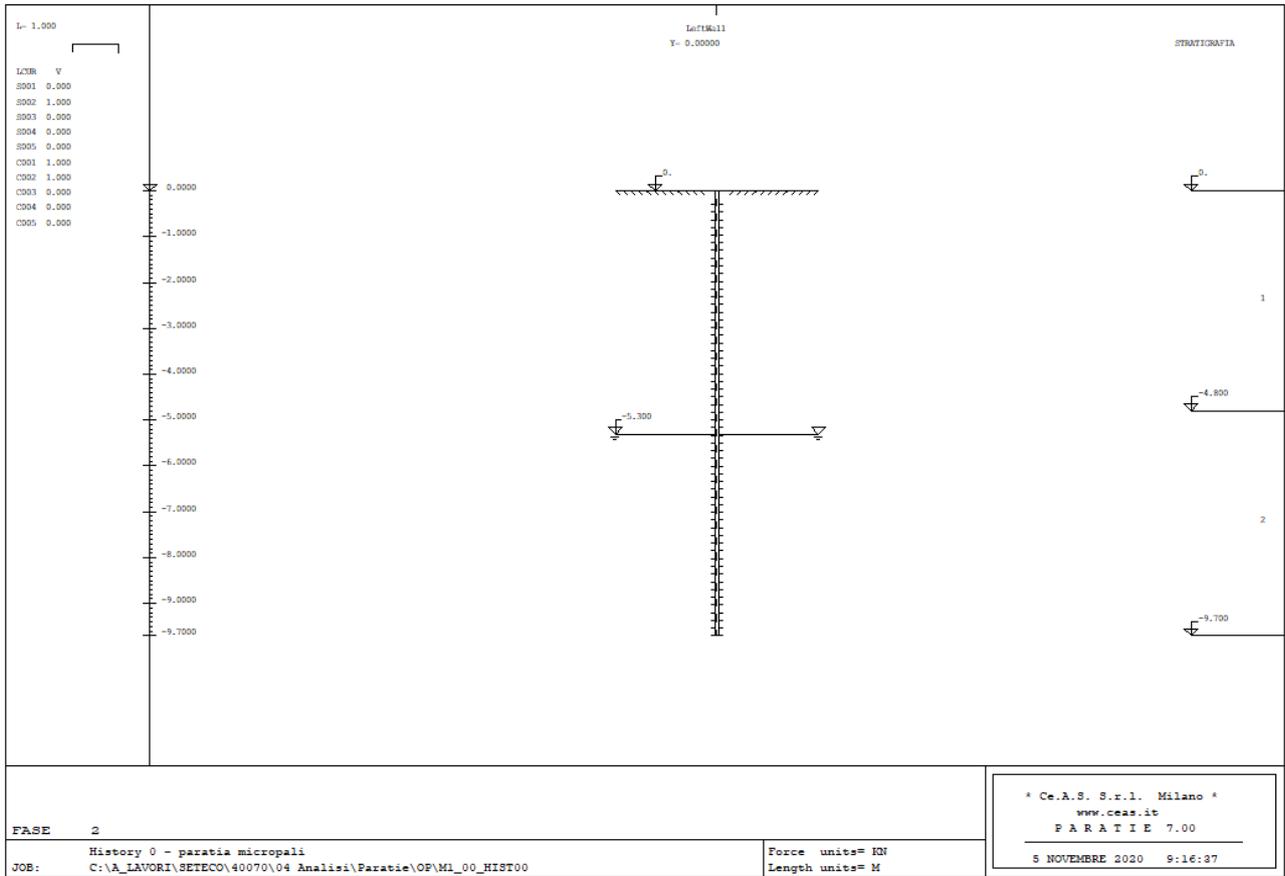


Figura 8: Fase 2 – Realizzazione paratia

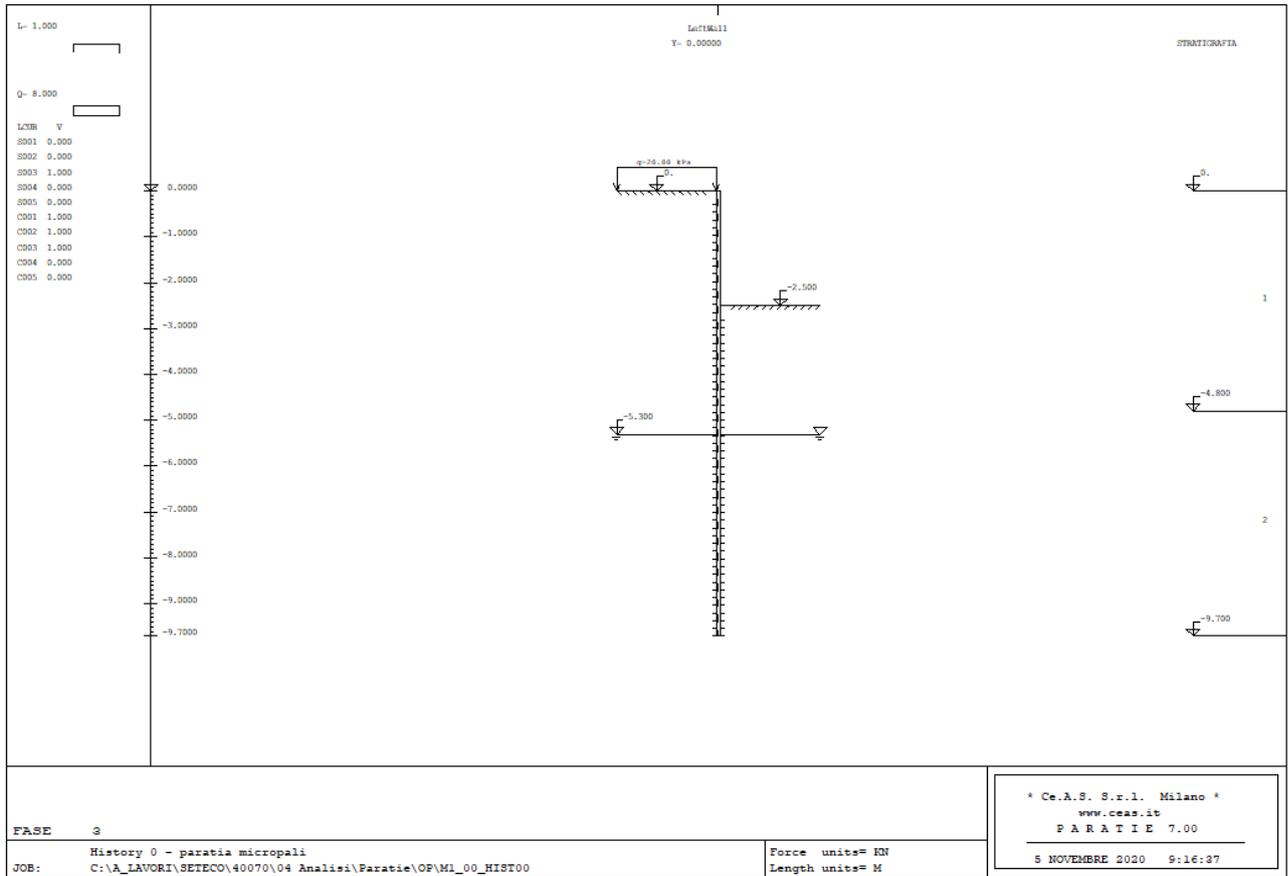


Figura 9: Fase 3 – scavo per inserimento tiranti.

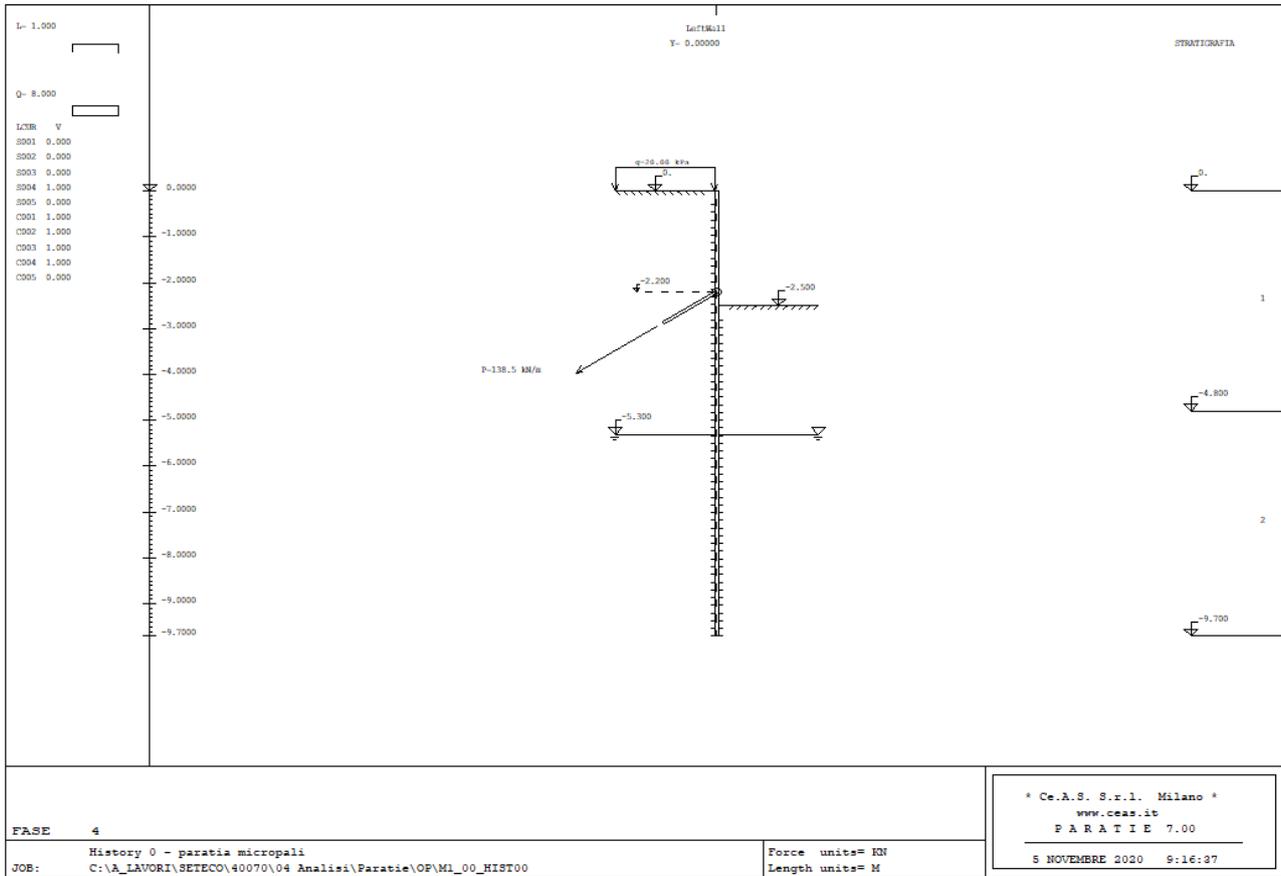


Figura 10: Fase 4 – Inserimento tiranti

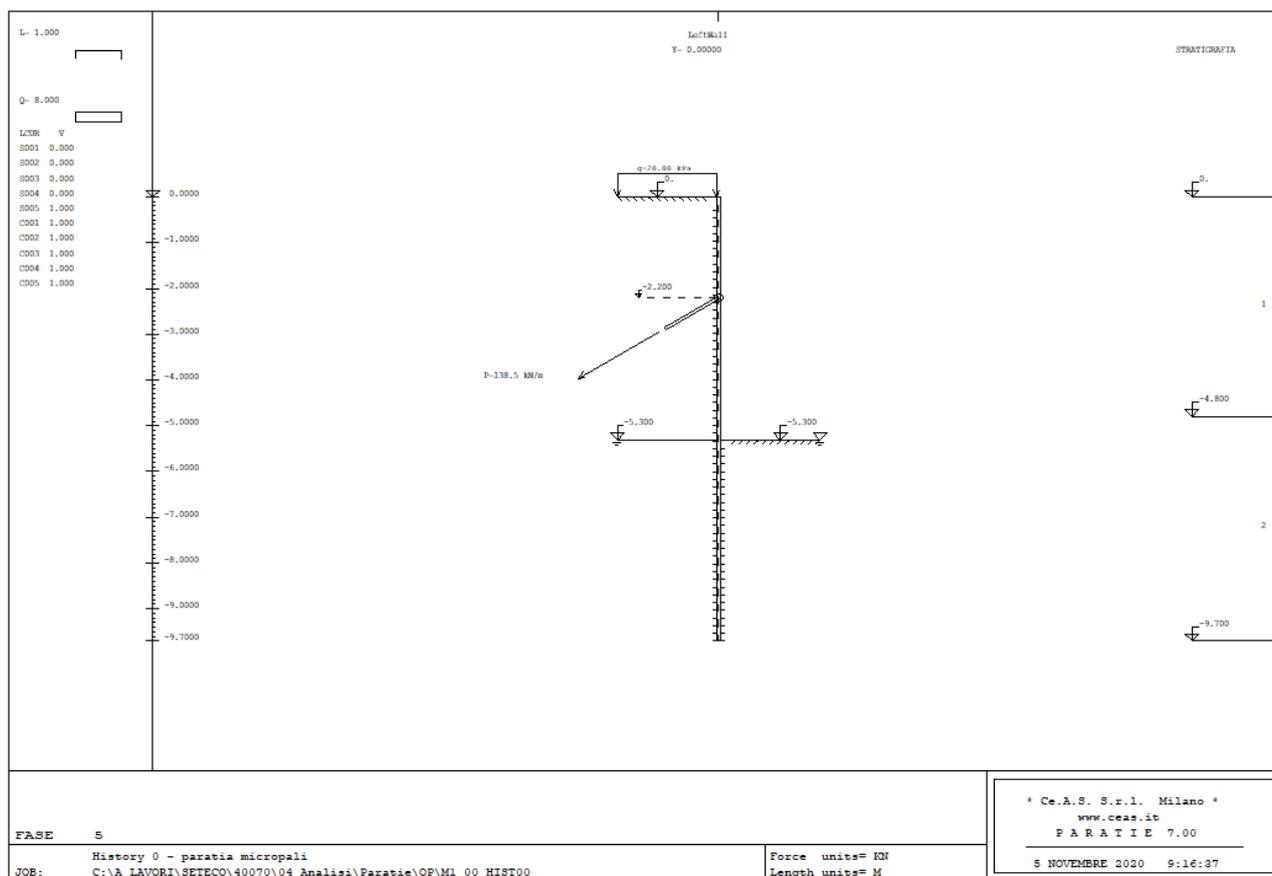


Figura 11: Fase 5 – Scavo massimo

### 5.6.2 Parametri geotecnici

I parametri geotecnici caratteristici di progetto delle unità interferenti con l'opera sono i seguenti.

Unità R – Riporti antropici

$\gamma = 20.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume;
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata;
$\varphi' = 35^\circ$	angolo di resistenza al taglio;
$K_0 = 0.426$	coefficiente di spinta a riposo;
$K_a = 0.235$	coeff. di spinta attiva ( $\varphi' = 35^\circ, \delta' = \varphi' / 2$ );
$K_p = 5.823$	coeff. di spinta passiva ( $\varphi' = 35^\circ, \delta' = \varphi' / 2 < 15^\circ$ );
$E_{vc} = 35 \text{ MPa}$	modulo in compressione vergine;
$E_{ur} = 52.5 \text{ MPa}$	modulo in condizioni di scarico-ricarico.

Unità A' (limo):

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume;
--------------------------------	-----------------

$c' = 0$ kPa	coesione drenata;
$\varphi' = 29^\circ$	angolo di resistenza al taglio;
$K_0 = 0.515$	coefficiente di spinta a riposo;
$K_a = 0.304$	coeff. di spinta attiva ( $\varphi' = 29^\circ$ , $\delta' = \varphi' / 2$ );
$K_p = 4.175$	coeff. di spinta passiva ( $\varphi' = 29^\circ$ , $\delta' = \varphi' / 2$ );
$E_{vc} = 20$ MPa	modulo in compressione vergine;
$E_{ur} = 30$ MPa	modulo in condizioni di scarico-ricarico.

### 5.6.3 Risultati

Si riportano nel seguito i risultati dei calcoli eseguiti, per metro di sviluppo longitudinale per la combinazione SLE, per la combinazione SLU STR (= SLE \* 1.40) e per singolo elemento (interasse micropali = 0.33 m, interasse tiranti 2.31 m).

Tabella 6: Risultati di calcolo

ELEMENTO STRUTTURALE	Risultati per m di sviluppo longitudinale		Risultati su singolo elemento	
	SLE	SLU	SLE	SLU
<b>Paratia micropali</b>				
spostamento massimo a testa paratia	38 mm	-	-	-
momento flettente massimo, Mmax	81 kNm/m	113 kNm/m	27 kNm	37 kNm
taglio massimo, Tmax	69 kN/m	97 kN/m	23 kN	32 kN
<b>Tiranti</b>				
Forza sul tirante, N	153 kN/m	214 kN/m	353 kN	495 kN

La resistenza passiva mobilitata risulta pari a:

- 56%      allo SLE
- 90%      allo SLU GEO (A2+M2)

In Appendice B si riportano i tabulati di calcolo completi con i principali diagrammi (Taglio, momento, sollecitazioni in corrispondenza delle molle) risultanti dall'analisi.

#### 5.6.4 Verifica strutturale dei micropali

Nel presente paragrafo si riporta la verifica dell'armatura tubolare dei micropali. Come si evince dalla tabella le verifiche sono soddisfatte.

Tipo di profilo:	Circ_Pipe					
Profilo:	Ø127.0×12.5					
Classe acciaio:	S 355					
$f_{yk} =$	355	$N/mm^2 =$	355000	$kN/m^2$	tensione di snervamento caratteristica	
$\gamma_{m,slu} =$	1.05				fattore parziale	
$f_{yd} =$	338	$N/mm^2 =$	338095.238	$kN/m^2$	tensione di snervamento di progetto	
$\gamma_s =$	78.5	$kN/m^3$			peso proprio	
$E_s =$	210000	$N/mm^2 =$	2.10E+08	$kN/m^2$	modulo di Young	
$\nu =$	0.3				coefficiente di Poisson	
$G_s =$	80769	$N/mm^2 =$	8.08E+07	$kN/m^2$	modulo tangenziale	

Figura 12: Verifica strutturale armatura micropali

Sezione	AZIONI DI PROGETTO			RESISTENZE DI PROGETTO						VERIFICA
	$(F_{Ed})$			$(R_d)$						$(>1)$
	$N_{Ed}$	$M_{Ed}$	$V_{Ed}$	$N_{pl,Rd}$	$M_{c,Rd}$	$V_{c,Rd}$	$M_{yV,Rd}$	$M_{N,y,Rd}$	$M_{yV,Rd}$	$(R_d/F_{Ed})_{min}$
	kN	kNm	kN	kN	kNm	kN	kNm	kNm	kNm	--
micropali verticali	1	37	32	1520	56	559	56	55	55	1.47

#### 5.6.5 Verifica a sfilamento degli ancoraggi

La verifica a sfilamento della fondazione dei tiranti di ancoraggio è svolta con la metodologia riportata al paragrafo 5.4.

Le resistenze allo sfilamento per i tiranti dell'opera in oggetto, sono calcolate considerando i seguenti fattori parziali da normativa per le resistenze di progetto: coefficiente  $\zeta = 1.75$  (relativo a 2 verticale di indagine) e  $\gamma_R = 1.1$  (per tirante temporaneo).

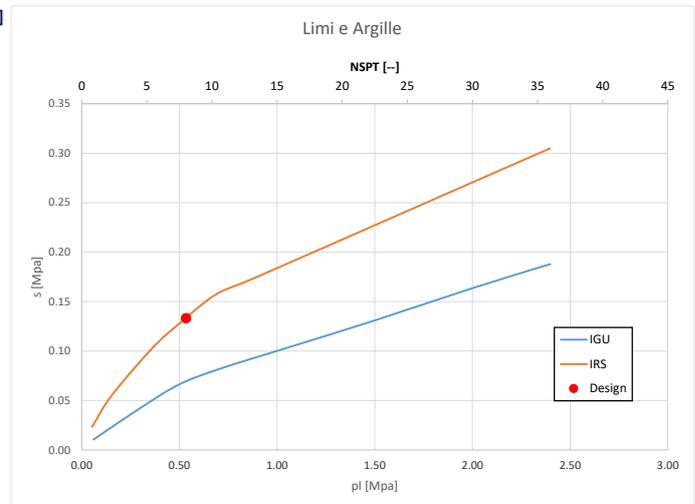
Per il caso in esame, in relazione alla tipologia di terreno, di iniezione per iniezioni ripetute in pressione (I.R.S.) in accordo alle indicazioni di Bustamante e Doix, si assume un valore di aderenza limite palo-terreno pari a  $\alpha\tau = 180$  kPa, valutato in accordo a figura seguente).

NSPT	pl	$\alpha$	s	$\alpha_T$
[--]	[MPa]	[--]	[MPa]	[kPa]
8	0.53333333	1.4	0.133	186

Limi e Argille

Terreno	Valori di $\alpha$	
	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  $\alpha$  (da Viggiani, 1999)



Come si può vedere dalla seguente tabella, la resistenza di progetto ( $R_{Rf}$ ) è maggiore della resistenza di calcolo del tirante ( $N_Q$ ), quindi la verifica è soddisfatta.

Tabella 7: Verifica della fondazione dei tiranti

Ordine	$N_Q$	$D_p$	$\alpha_{lim}$	$\gamma_R$	$\xi$	$L_a$	$N_{Rf}$	FS
-	kN	mm	kPa	-	-	m	kN	-
1	495	160	180	1.1	1.75	11	517	1.04

### 5.6.6 Verifica della resistenza strutturale dell'ancoraggio

La verifica di resistenza dell'armatura dei tiranti di ancoraggio è svolta con la metodologia riportata al paragrafo 5.4.

Come si evince dalla tabella seguente, si verifica che  $N_Q \leq N_{yd}$ . Le verifiche risultano soddisfatte.

Tabella 8: Verifica dell'armatura dei tiranti

Ordine	$n_{tr}$	$f_{p(1)k}$	A (0.6")	$N_{yd}$	$N_Q$	FS
-	-	kPa	mm <sup>2</sup>	kN	kN	-
1	3	1640	140	599	495	1.21

### 5.6.7 Verifica della resistenza del terreno a valle

Nella combinazione A2-M2, la spinta passiva mobilitata a valle è pari al 90% di quella disponibile e pertanto la verifica è soddisfatta.

### 5.6.8 Verifica trave di ripartizione in acciaio

Nel presente paragrafo si riportano le verifiche strutturali per le travi di ripartizione.

Lo schema statico è quello di trave continua vincolata alle due estremità. Considerando il carico distribuito (q) agente sulla trave, le massime sollecitazioni sono espresse come:

$$M_{\max} = q \cdot l^2 / 10 \quad \text{momento massimo;}$$

$$T_{\max} = q \cdot l / 2 \quad \text{taglio massimo.}$$

Dove:

q = carico massimo sul puntello;

l = interasse medio puntoni.

Nel seguito si riportano le verifiche statiche SLU.

<b>Tipo di profilo:</b>	<b>UPN</b>												
<b>Profilo:</b>	<b>UPN 200</b>												
<b>Classe acciaio:</b>	<b>S 355</b>												
$f_{yk} =$	355	N/mm <sup>2</sup> =	355000	kN/m <sup>2</sup>	tensione di snervamento caratteristica								
$\gamma_{m,slu} =$	1.05	fattore parziale											
$f_{yd} =$	338	N/mm <sup>2</sup> =	338095	kN/m <sup>2</sup>	tensione di snervamento di progetto								
<b>n. di profili =</b>	<b>2</b>												

La verifica è soddisfatta come si evince dalla tabella a seguire.

DATI TIRANTI				AZIONI DI PROGETTO (F <sub>Ed</sub> )			RESISTENZE DI PROGETTO (R <sub>d</sub> )						VERIFICA (>1)
Paratia provv	Ordine	N <sub>0</sub>	i	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	V <sub>Ed</sub>	N <sub>pl,Rd</sub>	M <sub>c,Rd</sub>	V <sub>c,Rd</sub>	M <sub>yV,Rd</sub>	M <sub>N,y,Rd</sub>	M <sub>yV,N,Rd</sub>	(R <sub>d</sub> /F <sub>Ed</sub> ) <sub>min</sub>
	-	kN	m	kN	kNm	kN	kN	kNm	kN	kNm	kNm	kNm	--
Tirante	1	495	2.31	0	114	247	2177	154	673	154	154	154	1.35

### 5.6.9 Verifiche SLE

Nella seguente figura è riportato il diagramma di spostamento allo SLE, i valori di spostamento ottenuto sono compatibili con i requisiti prestazionali dell'opera e pertanto accettabili.

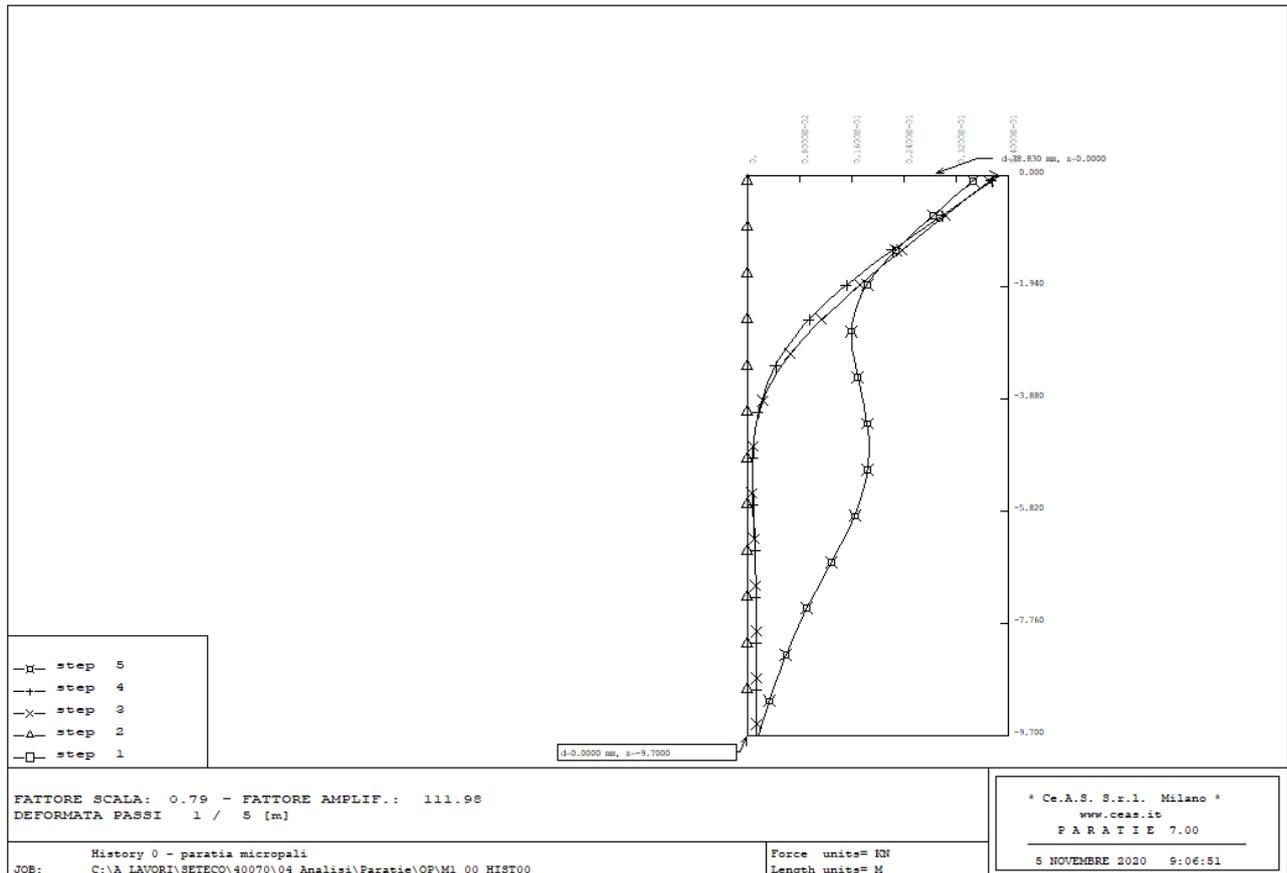


Figura 13: Spostamento allo SLE

## 6 APPENDICE B. ANALISI PARATIE. TABULATI DI CALCOLO PARATIE

### 6.1 ANALISI SLE

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 1  
 5 NOVEMBRE 2020 9:14:13  
 History 0 - paratia micropali

```
*****
**                                     **
**           P A R A T I E           **
**                                     **
**           RELEASE 7.00  VERSIONE WIN **
**                                     **
** Ce.A.S. s.r.l. - Viale Giustiniano, 10 **
**                               20129 MILANO **
**                                     **
*****
```

JOBNAME C:\A\_LAVORI\SETECO\40070\04 Analisi\Paratie\OP\M1\_00\_HIST00

5 NOVEMBRE 2020 9:14:13

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 2  
 5 NOVEMBRE 2020 9:14:13  
 History 0 - paratia micropali

ELENCO DEI DATI DI INPUT(PARAGEN)

Per il significato dei vari comandi  
 si faccia riferimento al manuale di  
 input PARAGEN, versione 7.00.

N. comando

- 1: \* Paratie for Windows version 7.0
- 2: \* Filename= <c:\a\_lavori\seteco\40070\04  
 analisi\paratie\op\m1\_00\_hist00.d> Dat
- 3: \* project with "run time" parameters
- 4: \* Force=kN Lenght=m
- 5: \*
- 6: units m kN
- 7: title History 0 - paratia micropali
- 8: delta 0.2
- 9: option param itemax 20
- 10: option noprint echo
- 11: option noprint displ
- 12: option noprint react
- 13: option noprint stresses
- 14: wall LeftWall 0 -9.7 0
- 15: \*
- 16: soil UHLeft LeftWall -9.7 0 1 0
- 17: soil DHLeft LeftWall -9.7 0 2 180
- 18: \*
- 19: material Acciaio 2.1E+008
- 20: \*
- 21: beam Para LeftWall -9.7 0 Acciaio 0.0815967 00 00
- 22: \*
- 23: wire T LeftWall -2.2 Acciaio 1.65289E-005 138.5 30
- 24: \*
- 25: \* Soil Profile
- 26: \*
- 27: ldata 1 0
- 28: weight 20 10 10
- 29: atrest 0.426424 0 1
- 30: resistance 0 35 0.235 5.823
- 31: young 35000 52500
- 32: endlayer
- 33: ldata 2 -4.8
- 34: weight 19 9 10
- 35: atrest 0.51519 0 1
- 36: resistance 0 29 0.304 4.175
- 37: young 20000 30000

38: endlayer

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 3  
 5 NOVEMBRE 2020 9:14:13  
 History 0 - paratia micropali

N. comando

```

39: *
40: step 1 : Inizializzazione
41:   setwall LeftWall
42:     geom 0 0
43:     water -5.3 0 0 noremove update
44: endstep
45: *
46: step 2 : realizzazione paratia
47:   setwall LeftWall
48:     add Para
49: endstep
50: *
51: step 3 : scavo 1
52:   setwall LeftWall
53:     geom 0 -2.5
54:     surcharge 20 0 0 0
55: endstep
56: *
57: step 4 : inserimento tirante
58:   setwall LeftWall
59:     add T
60: endstep
61: *
62: step 5 : scavo max
63:   setwall LeftWall
64:     geom 0 -5.3
65: endstep
66: *
67: *
    
```

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 4  
 5 NOVEMBRE 2020 9:14:13  
 History 0 - paratia micropali

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 1

LAYER 1  
 natura 1=granulare, 2=argilla = 1.0000  
 quota superiore = 0.0000 m  
 quota inferiore = -4.8000 m  
 peso fuori falda = 20.000 kN/m<sup>3</sup>  
 peso efficace in falda = 10.000 kN/m<sup>3</sup>  
 peso dell'acqua = 10.000 kN/m<sup>3</sup>  
 angolo di attrito = 35.000 DEG (A MONTE)  
 coeff. spinta attiva ka = 0.23500 (A MONTE)  
 coeff. spinta passiva kp = 5.8230 (A MONTE)  
 K<sub>onc</sub> normal consolidato = 0.42642  
 OCR: grado di sovraconsolidazione = 1.0000  
 modello di rigidezza = 1.0000  
 modulo el. compr. vergine = 35000. kPa  
 modulo el. scarico/ricarico = 52500. kPa  
 natura 1=granulare, 2=argilla = 1.0000 (A VALLE)  
 angolo di attrito = 35.000 DEG (A VALLE)  
 coeff. spinta attiva ka = 0.23500 (A VALLE)  
 coeff. spinta passiva kp = 5.8230 (A VALLE)

LAYER 2  
 natura 1=granulare, 2=argilla = 1.0000  
 quota superiore = -4.8000 m  
 quota inferiore = -0.10000E+31 m  
 peso fuori falda = 19.000 kN/m<sup>3</sup>  
 peso efficace in falda = 9.0000 kN/m<sup>3</sup>  
 peso dell'acqua = 10.000 kN/m<sup>3</sup>  
 angolo di attrito = 29.000 DEG (A MONTE)  
 coeff. spinta attiva ka = 0.30400 (A MONTE)  
 coeff. spinta passiva kp = 4.1750 (A MONTE)  
 K<sub>onc</sub> normal consolidato = 0.51519  
 OCR: grado di sovraconsolidazione = 1.0000  
 modello di rigidezza = 1.0000  
 modulo el. compr. vergine = 20000. kPa  
 modulo el. scarico/ricarico = 30000. kPa  
 natura 1=granulare, 2=argilla = 1.0000 (A VALLE)  
 angolo di attrito = 29.000 DEG (A VALLE)  
 coeff. spinta attiva ka = 0.30400 (A VALLE)  
 coeff. spinta passiva kp = 4.1750 (A VALLE)

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 2

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 5  
 5 NOVEMBRE 2020 9:14:13  
 History 0 - paratia micropali

(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 3

(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 4

(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 5

(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 6  
 5 NOVEMBRE 2020 9:14:13  
 History 0 - paratia micropali

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 1

WALL LeftWall

coordinata y	=	0.0000	m
quota piano campagna	=	0.0000	m
quota del fondo scavo	=	0.0000	m
quota della falda	=	-5.3000	m
sovraccarico a monte	=	0.0000	kPa
quota del sovraccarico a monte	=	0.0000	m
depressione falda a valle	=	0.0000	m
sovraccarico a valle	=	0.0000	kPa
quota del sovraccarico a valle	=	-0.99900E+30	m
quota di taglio	=	0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	=	0.0000	m
indicatore comportamento acqua	=	0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	=	0.0000	(1=NO UPD)
accelerazione sismica orizz.	=	0.0000	[g]
accel. sismica vert. a monte	=	0.0000	[g]
accel. sismica vert. a valle	=	0.0000	[g]
angolo beta a monte	=	0.0000	[°]
delta/phi a monte	=	0.0000	
angolo beta a valle	=	0.0000	[°]
delta/phi a valle	=	0.0000	
opzione dyn. acqua	=	0.0000	(1=pervious)
rapporto pressioni in eccesso Ru	=	0.0000	
Wood bottom pressure	=	0.0000	kPa
Wood top pressure	=	0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	=	0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	=	0.0000	m

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 2

WALL LeftWall

coordinata y	=	0.0000	m
quota piano campagna	=	0.0000	m
quota del fondo scavo	=	0.0000	m
quota della falda	=	-5.3000	m
sovraccarico a monte	=	0.0000	kPa
quota del sovraccarico a monte	=	0.0000	m
depressione falda a valle	=	0.0000	m
sovraccarico a valle	=	0.0000	kPa
quota del sovraccarico a valle	=	-0.99900E+30	m
quota di taglio	=	0.0000	m

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 7  
 5 NOVEMBRE 2020 9:14:13  
 History 0 - paratia micropali

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 2

quota di equil. pressioni dell'acqua	=	0.0000	m
indicatore comportamento acqua	=	0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	=	0.0000	(1=NO UPD)
accelerazione sismica orizz.	=	0.0000	[g]
accel. sismica vert. a monte	=	0.0000	[g]
accel. sismica vert. a valle	=	0.0000	[g]
angolo beta a monte	=	0.0000	[°]
delta/phi a monte	=	0.0000	
angolo beta a valle	=	0.0000	[°]
delta/phi a valle	=	0.0000	
opzione dyn. acqua	=	0.0000	(1=pervious)
rapporto pressioni in eccesso Ru	=	0.0000	
Wood bottom pressure	=	0.0000	kPa
Wood top pressure	=	0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	=	0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	=	0.0000	m

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 3

WALL LeftWall

coordinata y	=	0.0000	m
quota piano campagna	=	0.0000	m
quota del fondo scavo	=	-2.5000	m

quota della falda	= -5.3000	m
sovraccarico a monte	= 20.0000	kPa
quota del sovraccarico a monte	= 0.0000	m
depressione falda a valle	= 0.0000	m
sovraccarico a valle	= 0.0000	kPa
quota del sovraccarico a valle	= 0.0000	m
quota di taglio	= 0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	= 0.0000	m
indicatore comportamento acqua	= 0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	= 0.0000	(1=NO UPD)
accelerazione sismica orizz.	= 0.0000	[g]
accel. sismica vert. a monte	= 0.0000	[g]
accel. sismica vert. a valle	= 0.0000	[g]
angolo beta a monte	= 0.0000	[°]
delta/phi a monte	= 0.0000	
angolo beta a valle	= 0.0000	[°]
delta/phi a valle	= 0.0000	
opzione dyn. acqua	= 0.0000	(1=pervious)
rapporto pressioni in eccesso Ru	= 0.0000	
Wood bottom pressure	= 0.0000	kPa
Wood top pressure	= 0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	= 0.0000	kPa

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 8  
 5 NOVEMBRE 2020 9:14:13  
 History 0 - paratia micropali

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 3

Wood top pressure elev.	= 0.0000	m
-------------------------	----------	---

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 4

WALL LeftWall

coordinata y	= 0.0000	m
quota piano campagna	= 0.0000	m
quota del fondo scavo	= -2.5000	m
quota della falda	= -5.3000	m
sovraccarico a monte	= 20.0000	kPa
quota del sovraccarico a monte	= 0.0000	m
depressione falda a valle	= 0.0000	m
sovraccarico a valle	= 0.0000	kPa
quota del sovraccarico a valle	= 0.0000	m
quota di taglio	= 0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	= 0.0000	m
indicatore comportamento acqua	= 0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	= 0.0000	(1=NO UPD)
accelerazione sismica orizz.	= 0.0000	[g]
accel. sismica vert. a monte	= 0.0000	[g]
accel. sismica vert. a valle	= 0.0000	[g]
angolo beta a monte	= 0.0000	[°]
delta/phi a monte	= 0.0000	
angolo beta a valle	= 0.0000	[°]
delta/phi a valle	= 0.0000	
opzione dyn. acqua	= 0.0000	(1=pervious)
rapporto pressioni in eccesso Ru	= 0.0000	
Wood bottom pressure	= 0.0000	kPa
Wood top pressure	= 0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	= 0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	= 0.0000	m

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 5

WALL LeftWall

coordinata y	= 0.0000	m
quota piano campagna	= 0.0000	m
quota del fondo scavo	= -5.3000	m
quota della falda	= -5.3000	m
sovraccarico a monte	= 20.0000	kPa
quota del sovraccarico a monte	= 0.0000	m
depressione falda a valle	= 0.0000	m
sovraccarico a valle	= 0.0000	kPa
quota del sovraccarico a valle	= 0.0000	m

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 9  
 5 NOVEMBRE 2020 9:14:13  
 History 0 - paratia micropali

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 5

quota di taglio	=	0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	=	0.0000	m
indicatore comportamento acqua	=	0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	=	0.0000	(1=NO UPD)
accelerazione sismica orizz.	=	0.0000	[g]
accel. sismica vert. a monte	=	0.0000	[g]
accel. sismica vert. a valle	=	0.0000	[g]
angolo beta a monte	=	0.0000	[°]
delta/phi a monte	=	0.0000	
angolo beta a valle	=	0.0000	[°]
delta/phi a valle	=	0.0000	
opzione dyn. acqua	=	0.0000	(1=pervious)
rapporto pressioni in eccesso Ru	=	0.0000	
Wood bottom pressure	=	0.0000	kPa
Wood top pressure	=	0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	=	0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	=	0.0000	m

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 10  
 5 NOVEMBRE 2020 9:14:13  
 History 0 - paratia micropali

RIASSUNTO ELEMENTI  
 =====

```

+-----+-----+-----+-----+-----+
|          RIASSUNTO ELEMENTI SOIL          |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| Name | Wall | Z1 | Z2 | Flag | Angle |
+-----+-----+-----+-----+-----+
|      |      | m | m |      | deg |
+-----+-----+-----+-----+
| UHLeft | LeftWall | 0. | -9.700 | UPHILL | 0. |
+-----+-----+-----+-----+
| DHLeft | LeftWall | 0. | -9.700 | DOWNHILL | 180.0 |
+-----+-----+-----+-----+
    
```

```

+-----+-----+-----+-----+-----+
|          RIASSUNTO ELEMENTI BEAM          |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| Name | Wall | Z1 | Z2 | Mat | thick |
+-----+-----+-----+-----+-----+
|      |      | m | m |    | m |
+-----+-----+-----+-----+
| Para | LeftWall | 0. | -9.700 | _ | 0.8160E-01 |
+-----+-----+-----+-----+
    
```

```

+-----+-----+-----+-----+-----+
|          RIASSUNTO ELEMENTI WIRE          |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| Name | Wall | Zeta | Mat | A/L | Pinit | Angle |
+-----+-----+-----+-----+-----+
|      |      | m |    |    | kN/m | deg |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| T | LeftWall | -2.200 | _ | 0.1653E-04 | 138.5 | 30.00 |
+-----+-----+-----+-----+
    
```

RIASSUNTO DATI VARI  
 =====

```

+-----+-----+
|          MATERIALI          |
+-----+-----+
| Name | YOUNG MODULUS |
+-----+-----+
|      |                | kPa |
+-----+-----+
| Acci | 2.1E+008 |
+-----+-----+
    
```

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 12  
 5 NOVEMBRE 2020 9:14:13  
 History 0 - paratia micropali

RIASSUNTO ANALISI INCREMENTALE

FASE	N. DI ITERAZIONI	CONVERGENZA
1	2	SI
2	2	SI
3	6	SI
4	4	SI
5	6	SI

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 13  
 5 NOVEMBRE 2020 9:14:13  
 History 0 - paratia micropali

INVILUPPO AZIONI INTERNE NEGLI ELEMENTI DI PARETE  
 (PER UNITA' DI PROFONDITA')

\* PARETE LeftWall GRUPPO Para\*  
 \*STEP 1 - 5\*  
 \* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI \*

Nella tabella si stampano i seguenti risultati:

MOMENTO SX = Momento che tende le fibre sulla faccia sinistra [kN\*m/m]  
 MOMENTO DX = Momento che tende le fibre sulla faccia destra [kN\*m/m]  
 TAGLIO = forza tagliante (valore assoluto, priva di segno) [kN/m ]

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
1	A	0.	0.8413E-11	0.8185E-11	3.951
	B	-0.2000	0.7902	0.	3.951
2	A	-0.2000	0.7902	0.	11.00
	B	-0.4000	2.991	0.	11.00
3	A	-0.4000	2.991	0.	17.49
	B	-0.6000	6.488	0.	17.49
4	A	-0.6000	6.488	0.	24.32
	B	-0.8000	11.35	0.	24.32
5	A	-0.8000	11.35	0.	31.41
	B	-1.000	17.63	0.	31.41
6	A	-1.000	17.63	0.	38.58
	B	-1.200	25.35	0.	38.58
7	A	-1.200	25.35	0.	45.51
	B	-1.400	34.45	0.	45.51
8	A	-1.400	34.45	0.	51.84
	B	-1.600	44.82	0.	51.84
9	A	-1.600	44.82	0.	56.87
	B	-1.800	56.20	0.	56.87
10	A	-1.800	56.20	0.	60.10
	B	-2.000	68.21	0.	60.10
11	A	-2.000	68.21	0.	69.07
	B	-2.200	80.80	0.	69.07
12	A	-2.200	80.80	0.	66.51
	B	-2.400	67.50	0.	66.51
13	A	-2.400	67.50	0.	63.32
	B	-2.600	54.83	0.	63.32
14	A	-2.600	54.83	0.	59.93
	B	-2.800	42.85	0.	59.93
15	A	-2.800	42.85	0.	56.36
	B	-3.000	39.88	0.	56.36
16	A	-3.000	39.88	0.	52.60
	B	-3.200	43.11	0.	52.60
17	A	-3.200	43.11	0.	48.65
	B	-3.400	44.05	0.	48.65

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 14  
 5 NOVEMBRE 2020 9:14:13  
 History 0 - paratia micropali

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
18	A	-3.400	44.05	0.	44.52
	B	-3.600	43.19	0.	44.52
19	A	-3.600	43.19	0.	40.19
	B	-3.800	40.96	5.619	40.19
20	A	-3.800	40.96	5.619	35.68
	B	-4.000	37.68	12.76	35.68
21	A	-4.000	37.68	12.76	30.98
	B	-4.200	33.63	18.95	30.98
22	A	-4.200	33.63	18.95	26.09
	B	-4.400	29.00	24.17	26.09
23	A	-4.400	29.00	24.17	25.29
	B	-4.600	23.94	28.37	25.29
24	A	-4.600	23.94	28.37	26.76
	B	-4.800	18.59	31.52	26.76
25	A	-4.800	18.59	31.52	23.72
	B	-5.000	13.85	33.26	23.72
26	A	-5.000	13.85	33.26	20.31
	B	-5.200	9.785	33.55	20.31
27	A	-5.200	9.785	33.55	16.81
	B	-5.400	6.423	32.33	16.81
28	A	-5.400	6.423	32.33	13.46
	B	-5.600	3.731	29.72	13.46
29	A	-5.600	3.731	29.72	18.57
	B	-5.800	1.655	26.01	18.57
30	A	-5.800	1.655	26.01	22.72
	B	-6.000	0.1202	21.46	22.72
31	A	-6.000	0.1202	21.46	25.47
	B	-6.200	0.	16.37	25.47
32	A	-6.200	0.	16.37	26.83
	B	-6.400	0.	11.00	26.83
33	A	-6.400	0.	11.00	26.80
	B	-6.600	0.	5.644	26.80
34	A	-6.600	0.	5.644	25.37
	B	-6.800	0.	2.194	25.37
35	A	-6.800	0.	2.194	22.55
	B	-7.000	3.939	2.181	22.55
36	A	-7.000	3.939	2.181	18.33
	B	-7.200	7.606	2.050	18.33
37	A	-7.200	7.606	2.050	12.72
	B	-7.400	10.15	1.844	12.72
38	A	-7.400	10.15	1.844	7.435
	B	-7.600	11.64	1.597	7.435
39	A	-7.600	11.64	1.597	2.771
	B	-7.800	12.19	1.335	2.771
40	A	-7.800	12.19	1.335	1.291
	B	-8.000	11.94	1.077	1.291

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 15  
 5 NOVEMBRE 2020 9:14:13  
 History 0 - paratia micropali

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
41	A	-8.000	11.94	1.077	4.393
	B	-8.200	11.06	0.8359	4.393
42	A	-8.200	11.06	0.8359	6.732
	B	-8.400	9.718	0.6211	6.732
43	A	-8.400	9.718	0.6211	8.315
	B	-8.600	8.055	0.4371	8.315
44	A	-8.600	8.055	0.4371	9.189
	B	-8.800	6.217	0.2862	9.189
45	A	-8.800	6.217	0.2862	9.393
	B	-9.000	4.338	0.1687	9.393
46	A	-9.000	4.338	0.1687	8.958
	B	-9.200	2.547	0.8355E-01	8.958
47	A	-9.200	2.547	0.8355E-01	7.511
	B	-9.400	1.045	0.2909E-01	7.511
48	A	-9.400	1.045	0.2909E-01	4.582
	B	-9.600	0.1283	0.3136E-02	4.582
49	A	-9.600	0.1283	0.3136E-02	1.283
	B	-9.700	0.2789E-12	0.3183E-11	1.283

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 16  
 5 NOVEMBRE 2020 9:14:13  
 History 0 - paratia micropali

FORZE NEGLI ANCORAGGI ATTIVI (PER UNITA' DI PROFONDITA')

TIRANTE	T	1 PARETE LeftWall	QUOTA	-2.2000
		FASE 1 inattivo		
		FASE 2 inattivo		
		FASE 3 inattivo		
		FASE 4 FORZA	138.50	kN/m
		FASE 5 FORZA	152.93	kN/m

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 17  
 5 NOVEMBRE 2020 9:14:13  
 History 0 - paratia micropali

INVILUPPO RISULTATI NEGLI ELEMENTI TERRENO

\* PARETE LeftWall GRUPPO UHLeft\*

\*STEP 1 - 5\*

\* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI \*

Nella tabella si stampano i seguenti risultati:

SIGMA-H = massimo sforzo orizzontale efficace [kPa ]

TAGLIO = massimo sforzo di taglio [kPa ]

PR. ACQUA =massima pressione interstiziale [kPa ]

GRAD. MAX =massimo gradiente idraulico

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
1	0.	39.51	9.756	0.	0.
2	-0.2000	35.26	9.179	0.	0.
3	-0.4000	32.41	10.71	0.	0.
4	-0.6000	34.17	12.24	0.	0.
5	-0.8000	35.44	13.77	0.	0.
6	-1.000	35.88	15.30	0.	0.
7	-1.200	38.99	16.83	0.	0.
8	-1.400	45.81	18.36	0.	0.
9	-1.600	52.02	19.89	0.	0.
10	-1.800	57.25	21.42	0.	0.
11	-2.000	60.97	22.95	0.	0.
12	-2.200	62.50	24.48	0.	0.
13	-2.400	61.35	26.01	0.	0.
14	-2.600	58.25	27.54	0.	0.
15	-2.800	54.06	29.07	0.	0.
16	-3.000	49.50	30.60	0.	0.
17	-3.200	45.07	32.13	0.	0.
18	-3.400	41.13	33.66	0.	0.
19	-3.600	37.16	35.19	0.	0.
20	-3.800	32.50	36.72	0.	0.
21	-4.000	34.11	38.25	0.	0.
22	-4.200	35.82	39.78	0.	0.
23	-4.400	37.52	41.31	0.	0.
24	-4.600	39.23	42.84	0.	0.
25	-4.800	49.46	40.37	0.	0.
26	-5.000	51.42	41.69	0.	0.
27	-5.200	53.37	43.01	0.	0.
28	-5.400	54.82	43.99	1.000	0.
29	-5.600	55.74	44.61	3.000	0.
30	-5.800	56.67	45.24	5.000	0.
31	-6.000	57.60	45.87	7.000	0.
32	-6.200	58.53	46.49	9.000	0.
33	-6.400	59.45	47.12	11.00	0.
34	-6.600	60.38	47.75	13.00	0.
35	-6.800	61.31	48.37	15.00	0.

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 18  
 5 NOVEMBRE 2020 9:14:13  
 History 0 - paratia micropali

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
36	-7.000	62.23	49.00	17.00	0.
37	-7.200	63.16	49.62	19.00	0.
38	-7.400	64.09	50.25	21.00	0.
39	-7.600	65.02	50.88	23.00	0.
40	-7.800	65.94	51.50	25.00	0.
41	-8.000	66.87	52.13	27.00	0.
42	-8.200	67.80	52.76	29.00	0.
43	-8.400	68.73	53.38	31.00	0.
44	-8.600	69.65	54.01	33.00	0.
45	-8.800	70.58	54.64	35.00	0.
46	-9.000	71.51	55.26	37.00	0.
47	-9.200	72.44	54.90	39.00	0.
48	-9.400	73.36	53.34	41.00	0.
49	-9.600	74.29	51.79	43.00	0.
50	-9.700	74.75	51.02	44.00	0.

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 19  
 5 NOVEMBRE 2020 9:14:13  
 History 0 - paratia micropali

INVILUPPO RISULTATI NEGLI ELEMENTI TERRENO  
 \* PARETE LeftWall GRUPPO DHLeft\*  
 \*STEP 1 - 5\*

\* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI \*  
 Nella tabella si stampano i seguenti risultati:  
 SIGMA-H = massimo sforzo orizzontale efficace [kPa ]  
 TAGLIO = massimo sforzo di taglio [kPa ]  
 PR. ACQUA =massima pressione interstiziale [kPa ]  
 GRAD. MAX =massimo gradiente idraulico

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
1	0.	0.	0.	0.	0.
2	-0.2000	1.706	1.147	0.	0.
3	-0.4000	3.411	2.294	0.	0.
4	-0.6000	5.117	3.441	0.	0.
5	-0.8000	6.823	4.589	0.	0.
6	-1.000	8.528	5.736	0.	0.
7	-1.200	10.23	6.883	0.	0.
8	-1.400	11.94	8.030	0.	0.
9	-1.600	13.65	9.177	0.	0.
10	-1.800	15.35	10.32	0.	0.
11	-2.000	17.06	11.47	0.	0.
12	-2.200	18.76	12.62	0.	0.
13	-2.400	20.47	13.77	0.	0.
14	-2.600	22.17	14.91	0.	0.
15	-2.800	34.94	16.06	0.	0.
16	-3.000	58.23	24.11	0.	0.
17	-3.200	77.11	31.55	0.	0.
18	-3.400	65.58	23.79	0.	0.
19	-3.600	56.07	20.65	0.	0.
20	-3.800	48.54	21.80	0.	0.
21	-4.000	42.88	22.94	0.	0.
22	-4.200	38.95	24.09	0.	0.
23	-4.400	37.52	25.24	0.	0.
24	-4.600	39.23	26.38	0.	0.
25	-4.800	49.46	23.27	0.	0.
26	-5.000	51.42	24.19	0.	0.
27	-5.200	53.37	25.11	0.	0.
28	-5.400	54.82	25.79	1.000	0.
29	-5.600	55.74	26.23	3.000	0.
30	-5.800	56.67	26.66	5.000	0.
31	-6.000	57.60	27.10	7.000	0.
32	-6.200	58.53	27.54	9.000	0.
33	-6.400	59.45	27.97	11.00	0.
34	-6.600	60.38	28.41	13.00	0.
35	-6.800	61.31	28.85	15.00	0.

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 20  
 5 NOVEMBRE 2020 9:14:13  
 History 0 - paratia micropali

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
36	-7.000	63.88	29.28	17.00	0.
37	-7.200	71.39	29.72	19.00	0.
38	-7.400	70.34	30.16	21.00	0.
39	-7.600	67.76	30.59	23.00	0.
40	-7.800	65.94	31.03	25.00	0.
41	-8.000	66.87	31.46	27.00	0.
42	-8.200	67.80	31.90	29.00	0.
43	-8.400	68.73	32.34	31.00	0.
44	-8.600	69.65	32.77	33.00	0.
45	-8.800	70.58	33.21	35.00	0.
46	-9.000	71.51	33.65	37.00	0.
47	-9.200	72.44	34.08	39.00	0.
48	-9.400	73.36	34.52	41.00	0.
49	-9.600	74.29	34.95	43.00	0.
50	-9.700	74.75	35.17	44.00	0.

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 21  
 5 NOVEMBRE 2020 9:14:13  
 History 0 - paratia micropali

RIASSUNTO SPINTE NEGLI ELEMENTI TERRENO  
 (LE SPINTE SONO CALCOLATE INTEGRANDO GLI SFORZI NEI SINGOLI ELEMENTI MOLLA)

SPINTA EFFICACE VERA = Integrale delle pressioni orizzontali efficaci in tutti gli elementi nel gruppo: unita' di misura kN/m

SPINTA ACQUA = Integrale delle pressioni interstiziali in tutti gli elementi nel gruppo: unita' di misura kN/m

SPINTA TOTALE VERA = Somma della SPINTA EFFICACE e della SPINTA DELL'ACQUA: e' l' azione totale sulla parete: unita' di misura kN/m

SPINTA ATTIVA POSSIBILE = La minima spinta che puo' essere esercitata da questo gruppo di elementi terreno, in questa fase: unita' di misura kN/m

SPINTA PASSIVA POSSIBILE = La massima spinta che puo' essere esercitata da questo gruppo di elementi terreno, in questa fase: unita' di misura kN/m

RAPPORTO PASSIVA/VERA = e' il rapporto tra la massima spinta possibile e la spinta efficace vera: fornisce un'indicazione su quanta spinta passiva venga mobilitata;

SPINTA PASSIVA MOBILITATA = e' l'inverso del rapporto precedente, espresso in unita' percentuale: indica quanta parte della massima spinta possibile e' stata mobilitata;

RAPPORTO VERA/ATTIVA = e' il rapporto tra la spinta efficace vera e la minima spinta possibile: fornisce un'indicazione di quanto questa porzione di terreno sia prossima alla condizione di massimo rilascio.

FASE	1	GRUPPO -->	UHLe	DHLe
SPINTA EFFICACE VERA			409.06	409.06
SPINTA ACQUA			96.850	96.850
SPINTA TOTALE VERA			505.91	505.91
SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)			237.71	237.71
SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)			3837.7	3837.7
RAPPORTO PASSIVA/VERA			9.3817	9.3817
SPINTA PASSIVA MOBILITATA			11.%	11.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA			1.7209	1.7209

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 22  
 5 NOVEMBRE 2020 9:14:13  
 History 0 - paratia micropali

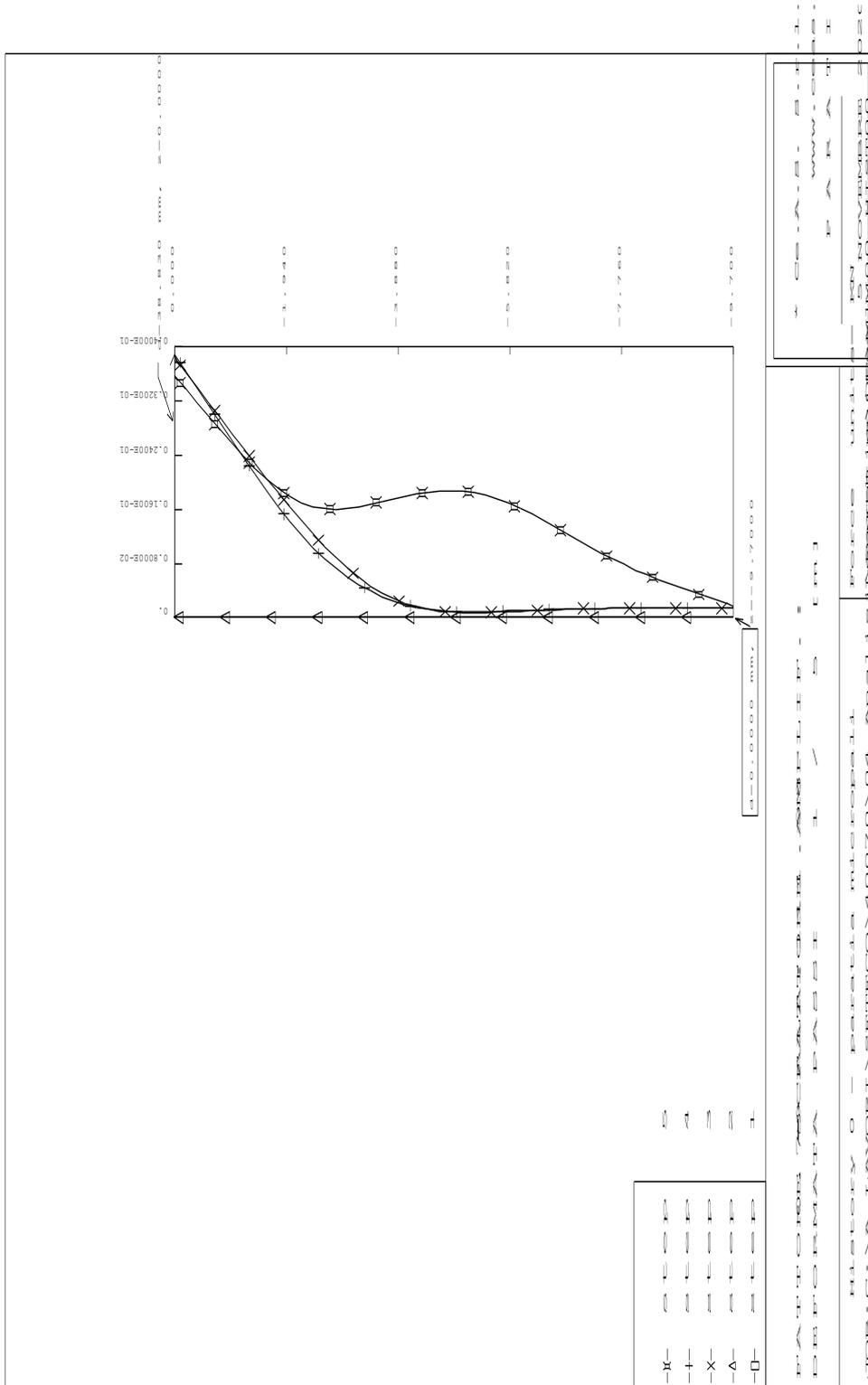
FASE	2	GRUPPO -->	UHLe	DHLe
SPINTA EFFICACE VERA			409.06	409.06
SPINTA ACQUA			96.850	96.850
SPINTA TOTALE VERA			505.91	505.91
SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)			237.71	237.71
SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)			3837.7	3837.7
RAPPORTO PASSIVA/VERA			9.3817	9.3817
SPINTA PASSIVA MOBILITATA			11.%	11.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA			1.7209	1.7209

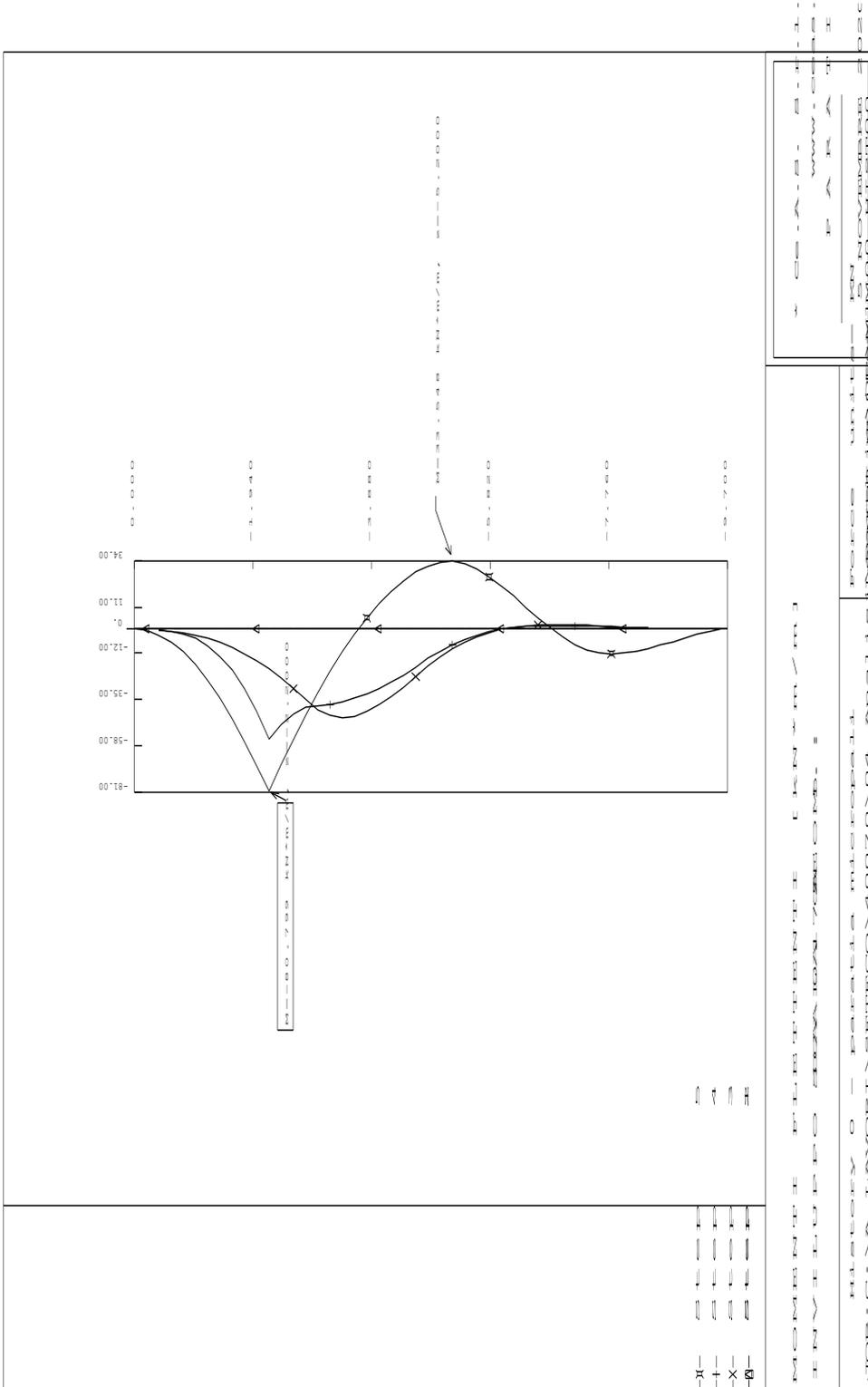
FASE	3	GRUPPO -->	UHLe	DHLe
SPINTA EFFICACE VERA			349.76	349.75
SPINTA ACQUA			96.850	96.850
SPINTA TOTALE VERA			446.61	446.60
SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)			290.20	121.19
SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)			4802.5	1790.0
RAPPORTO PASSIVA/VERA			13.731	5.1180
SPINTA PASSIVA MOBILITATA			7.%	20.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA			1.2053	2.8859

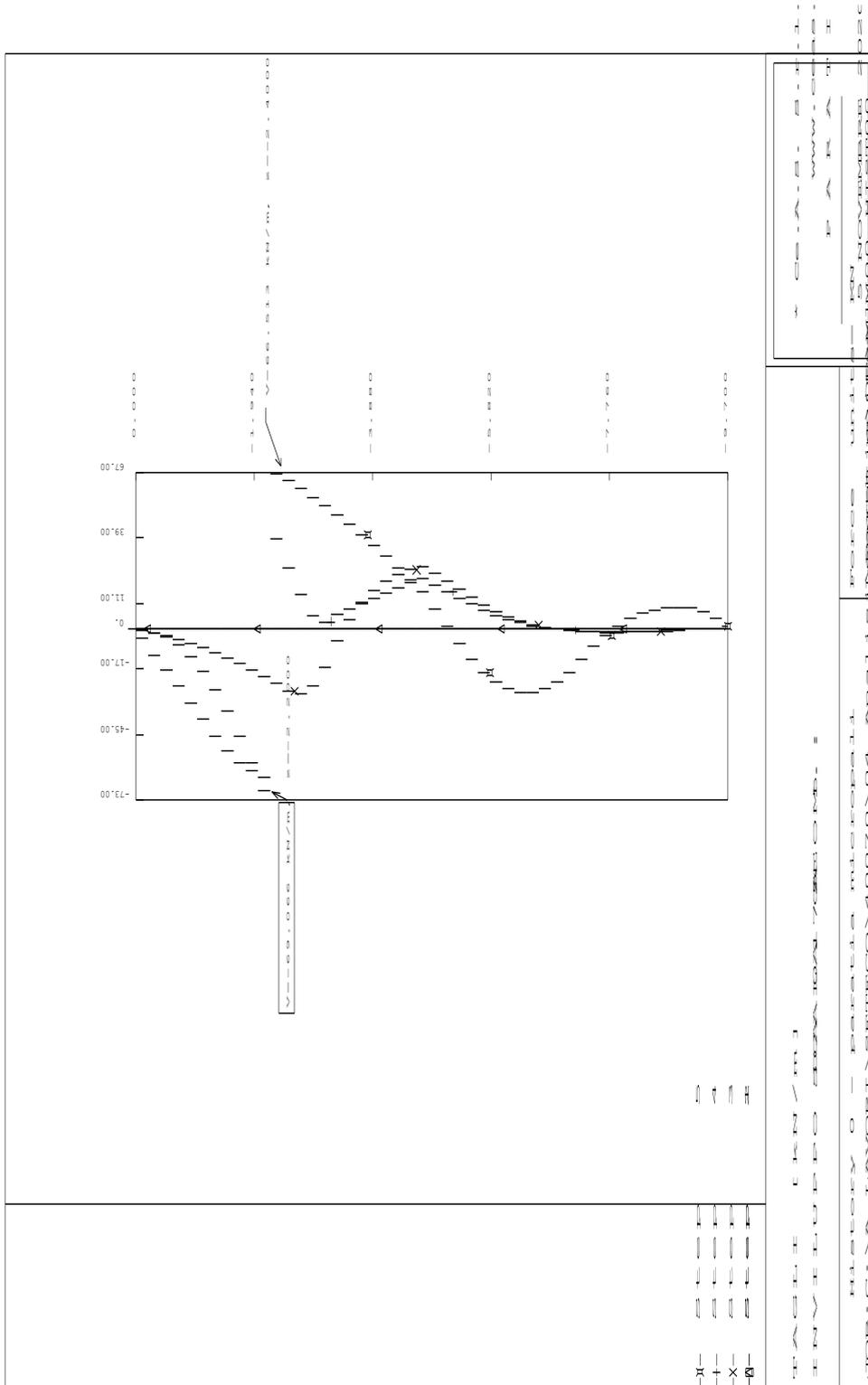
FASE	4	GRUPPO -->	UHLe	DHLe
SPINTA EFFICACE VERA			451.45	331.51
SPINTA ACQUA			96.850	96.850
SPINTA TOTALE VERA			548.30	428.36
SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)			290.20	121.19
SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)			4802.5	1790.0
RAPPORTO PASSIVA/VERA			10.638	5.3996
SPINTA PASSIVA MOBILITATA			9.%	19.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA			1.5557	2.7354

FASE	5	GRUPPO -->	UHLe	DHLe
SPINTA EFFICACE VERA			336.82	204.38
SPINTA ACQUA			96.850	96.850
SPINTA TOTALE VERA			433.67	301.23
SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)			290.20	26.498
SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)			4802.5	363.91
RAPPORTO PASSIVA/VERA			14.258	1.7806
SPINTA PASSIVA MOBILITATA			7.%	56.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA			1.1607	7.7130

OUTPUT PLOTS:









## 6.2 ANALISI SLU GEO

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 1  
 5 NOVEMBRE 2020 9:24:57  
 History 1 - paratia micropali

```
*****
**                                     **
**           P A R A T I E           **
**                                     **
**           RELEASE 7.00   VERSIONE WIN   **
**                                     **
** Ce.A.S. s.r.l. - Viale Giustiniano, 10 **
**                   20129 MILANO         **
**                                     **
*****
```

JOBNAME C:\A\_LAVORI\SETECO\40070\04 Analisi\Paratie\OP\M1\_00\_HIST01  
 5 NOVEMBRE 2020 9:24:57

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 2  
 5 NOVEMBRE 2020 9:24:57  
 History 1 - paratia micropali

ELENCO DEI DATI DI INPUT(PARAGEN)

Per il significato dei vari comandi  
 si faccia riferimento al manuale di  
 input PARAGEN, versione 7.00.

N. comando  
 1: \* Paratie for Windows version 7.0  
 2: \* Filename= <c:\a\_lavori\seteco\40070\04  
 analisi\paratie\op\m1\_00\_hist01.d> Dat  
 3: \* project with "run time" parameters  
 4: \* Force=kN Lenght=m  
 5: \*  
 6: units m kN  
 7: title History 1 - paratia micropali  
 8: delta 0.2  
 9: option param itemax 20  
 10: option noprint echo  
 11: option noprint displ  
 12: option noprint react  
 13: option noprint stresses  
 14: wall LeftWall 0 -9.7 0  
 15: \*  
 16: soil UHLeft LeftWall -9.7 0 1 0  
 17: soil DHLeft LeftWall -9.7 0 2 180  
 18: \*  
 19: material Acciaio 2.1E+008  
 20: \*  
 21: beam Para LeftWall -9.7 0 Acciaio 0.0815967 00 00  
 22: \*  
 23: wire T LeftWall -2.2 Acciaio 1.65289E-005 138.5 30  
 24: \*  
 25: \* Soil Profile  
 26: \*  
 27: ldata 1 0  
 28: weight 20 10 10  
 29: atrest 0.426424 0 1  
 30: resistance 0 29.3 0.3 4.253  
 31: young 35000 52500  
 32: endlayer  
 33: ldata 2 -4.8  
 34: weight 19 9 10  
 35: atrest 0.594858 0 1  
 36: resistance 0 23.9 0.375 3.122  
 37: young 20000 30000  
 38: endlayer

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 3  
 5 NOVEMBRE 2020 9:24:57  
 History 1 - paratia micropali

N. comando

```

39: *
40: step 1 : Inizializzazione
41:   setwall LeftWall
42:   geom 0 0
43:   water -5.3 0 0 noremove update
44: endstep
45: *
46: step 2 : realizzazione paratia
47:   setwall LeftWall
48:   add Para
49: endstep
50: *
51: step 3 : scavo 1
52:   setwall LeftWall
53:   geom 0 -2.5
54:   surcharge 26 0 0 0
55: endstep
56: *
57: step 4 : inserimento tirante
58:   setwall LeftWall
59:   add T
60: endstep
61: *
62: step 5 : scavo max
63:   setwall LeftWall
64:   geom 0 -5.3
65: endstep
66: *
67: *
    
```

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 4  
 5 NOVEMBRE 2020 9:24:57  
 History 1 - paratia micropali

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 1

LAYER 1

natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		
quota superiore	= 0.0000	m	
quota inferiore	= -4.8000	m	
peso fuori falda	= 20.000	kN/m <sup>3</sup>	
peso efficace in falda	= 10.000	kN/m <sup>3</sup>	
peso dell'acqua	= 10.000	kN/m <sup>3</sup>	
angolo di attrito	= 29.300	DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.30000		(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	= 4.2530		(A MONTE)
Konc normal consolidato	= 0.42642		
OCR: grado di sovraconsolidazione	= 1.0000		
modello di rigidezza	= 1.0000		
modulo el. compr. vergine	= 35000.	kPa	
modulo el. scarico/ricarico	= 52500.	kPa	
natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		(A VALLE)
angolo di attrito	= 29.300	DEG	(A VALLE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.30000		(A VALLE)
coeff. spinta passiva kp	= 4.2530		(A VALLE)

LAYER 2

natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		
quota superiore	= -4.8000	m	
quota inferiore	= -0.10000E+31	m	
peso fuori falda	= 19.000	kN/m <sup>3</sup>	
peso efficace in falda	= 9.0000	kN/m <sup>3</sup>	
peso dell'acqua	= 10.000	kN/m <sup>3</sup>	
angolo di attrito	= 23.900	DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.37500		(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	= 3.1220		(A MONTE)
Konc normal consolidato	= 0.59486		
OCR: grado di sovraconsolidazione	= 1.0000		
modello di rigidezza	= 1.0000		

modulo el. compr. vergine	=	20000.	kPa	
modulo el. scarico/ricarico	=	30000.	kPa	
natura 1=granulare, 2=argilla	=	1.0000		(A VALLE)
angolo di attrito	=	23.900	DEG	(A VALLE)
coeff. spinta attiva ka	=	0.37500		(A VALLE)
coeff. spinta passiva kp	=	3.1220		(A VALLE)

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 2

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 5  
 5 NOVEMBRE 2020 9:24:57  
 History 1 - paratia micropali

(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 3

(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 4

(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 5

(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 6  
 5 NOVEMBRE 2020 9:24:57  
 History 1 - paratia micropali

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 1

WALL LeftWall

coordinata y	=	0.0000	m
quota piano campagna	=	0.0000	m
quota del fondo scavo	=	0.0000	m
quota della falda	=	-5.3000	m
sovraccarico a monte	=	0.0000	kPa
quota del sovraccarico a monte	=	0.0000	m
depressione falda a valle	=	0.0000	m
sovraccarico a valle	=	0.0000	kPa
quota del sovraccarico a valle	=	-0.99900E+30	m
quota di taglio	=	0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	=	0.0000	m
indicatore comportamento acqua	=	0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	=	0.0000	(1=NO UPD)
accelerazione sismica orizz.	=	0.0000	[g]
accel. sismica vert. a monte	=	0.0000	[g]
accel. sismica vert. a valle	=	0.0000	[g]
angolo beta a monte	=	0.0000	[°]
delta/phi a monte	=	0.0000	
angolo beta a valle	=	0.0000	[°]
delta/phi a valle	=	0.0000	
opzione dyn. acqua	=	0.0000	(1=pervious)
rapporto pressioni in eccesso Ru	=	0.0000	
Wood bottom pressure	=	0.0000	kPa
Wood top pressure	=	0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	=	0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	=	0.0000	m

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 2

WALL LeftWall

coordinata y	=	0.0000	m
--------------	---	--------	---

quota piano campagna	= 0.0000	m
quota del fondo scavo	= 0.0000	m
quota della falda	= -5.3000	m
sovraccarico a monte	= 0.0000	kPa
quota del sovraccarico a monte	= 0.0000	m
depressione falda a valle	= 0.0000	m
sovraccarico a valle	= 0.0000	kPa
quota del sovraccarico a valle	= -0.99900E+30	m
quota di taglio	= 0.0000	m

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 7  
 5 NOVEMBRE 2020 9:24:57  
 History 1 - paratia micropali

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 2

quota di equil. pressioni dell'acqua	= 0.0000	m
indicatore comportamento acqua	= 0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	= 0.0000	(1=NO UPD)
accelerazione sismica orizz.	= 0.0000	[g]
accel. sismica vert. a monte	= 0.0000	[g]
accel. sismica vert. a valle	= 0.0000	[g]
angolo beta a monte	= 0.0000	[°]
delta/phi a monte	= 0.0000	
angolo beta a valle	= 0.0000	[°]
delta/phi a valle	= 0.0000	
opzione dyn. acqua	= 0.0000	(1=pervious)
rapporto pressioni in eccesso Ru	= 0.0000	
Wood bottom pressure	= 0.0000	kPa
Wood top pressure	= 0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	= 0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	= 0.0000	m

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 3

WALL LeftWall

coordinata y	= 0.0000	m
quota piano campagna	= 0.0000	m
quota del fondo scavo	= -2.5000	m
quota della falda	= -5.3000	m
sovraccarico a monte	= 26.0000	kPa
quota del sovraccarico a monte	= 0.0000	m
depressione falda a valle	= 0.0000	m
sovraccarico a valle	= 0.0000	kPa
quota del sovraccarico a valle	= 0.0000	m
quota di taglio	= 0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	= 0.0000	m
indicatore comportamento acqua	= 0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	= 0.0000	(1=NO UPD)
accelerazione sismica orizz.	= 0.0000	[g]
accel. sismica vert. a monte	= 0.0000	[g]
accel. sismica vert. a valle	= 0.0000	[g]
angolo beta a monte	= 0.0000	[°]
delta/phi a monte	= 0.0000	
angolo beta a valle	= 0.0000	[°]
delta/phi a valle	= 0.0000	
opzione dyn. acqua	= 0.0000	(1=pervious)
rapporto pressioni in eccesso Ru	= 0.0000	
Wood bottom pressure	= 0.0000	kPa
Wood top pressure	= 0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	= 0.0000	kPa

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 8  
 5 NOVEMBRE 2020 9:24:57  
 History 1 - paratia micropali

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 3

Wood top pressure elev. = 0.0000 m

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 4

WALL LeftWall

coordinata y = 0.0000 m  
 quota piano campagna = 0.0000 m  
 quota del fondo scavo = -2.5000 m  
 quota della falda = -5.3000 m  
 sovraccarico a monte = 26.0000 kPa  
 quota del sovraccarico a monte = 0.0000 m  
 depressione falda a valle = 0.0000 m  
 sovraccarico a valle = 0.0000 kPa  
 quota del sovraccarico a valle = 0.0000 m  
 quota di taglio = 0.0000 m  
 quota di equil. pressioni dell'acqua = 0.0000 m  
 indicatore comportamento acqua = 0.0000 (1=REMOVE)  
 opzione aggiornamento pressioni acqua = 0.0000 (1=NO UPD)  
 accelerazione sismica orizz. = 0.0000 [g]  
 accel. sismica vert. a monte = 0.0000 [g]  
 accel. sismica vert. a valle = 0.0000 [g]  
 angolo beta a monte = 0.0000 [°]  
 delta/phi a monte = 0.0000  
 angolo beta a valle = 0.0000 [°]  
 delta/phi a valle = 0.0000  
 opzione dyn. acqua = 0.0000 (1=pervious)  
 rapporto pressioni in eccesso Ru = 0.0000  
 Wood bottom pressure = 0.0000 kPa  
 Wood top pressure = 0.0000 m  
 Wood bottom pressure elev. = 0.0000 kPa  
 Wood top pressure elev. = 0.0000 m

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 5

WALL LeftWall

coordinata y = 0.0000 m  
 quota piano campagna = 0.0000 m  
 quota del fondo scavo = -5.3000 m  
 quota della falda = -5.3000 m  
 sovraccarico a monte = 26.0000 kPa  
 quota del sovraccarico a monte = 0.0000 m  
 depressione falda a valle = 0.0000 m  
 sovraccarico a valle = 0.0000 kPa  
 quota del sovraccarico a valle = 0.0000 m

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 9  
 5 NOVEMBRE 2020 9:24:57  
 History 1 - paratia micropali

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 5

quota di taglio	= 0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	= 0.0000	m
indicatore comportamento acqua	= 0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	= 0.0000	(1=NO UPD)
accelerazione sismica orizz.	= 0.0000	[g]
accel. sismica vert. a monte	= 0.0000	[g]
accel. sismica vert. a valle	= 0.0000	[g]
angolo beta a monte	= 0.0000	[°]
delta/phi a monte	= 0.0000	
angolo beta a valle	= 0.0000	[°]
delta/phi a valle	= 0.0000	
opzione dyn. acqua	= 0.0000	(1=pervious)
rapporto pressioni in eccesso Ru	= 0.0000	
Wood bottom pressure	= 0.0000	kPa
Wood top pressure	= 0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	= 0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	= 0.0000	m

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 10  
 5 NOVEMBRE 2020 9:24:57  
 History 1 - paratia micropali

RIASSUNTO ELEMENTI  
 =====

```

+-----+-----+-----+-----+-----+
|          RIASSUNTO ELEMENTI SOIL          |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| Name | Wall | Z1 | Z2 | Flag | Angle |
+-----+-----+-----+-----+-----+
|      |     | m | m |     | deg |
+-----+-----+-----+-----+
| UHLeft | LeftWall | 0. | -9.700 | UPHILL | 0. |
+-----+-----+-----+-----+
| DHLeft | LeftWall | 0. | -9.700 | DOWNHILL | 180.0 |
+-----+-----+-----+-----+
    
```

```

+-----+-----+-----+-----+-----+
|          RIASSUNTO ELEMENTI BEAM          |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| Name | Wall | Z1 | Z2 | Mat | thick |
+-----+-----+-----+-----+-----+
|      |     | m | m |     | m |
+-----+-----+-----+-----+
| Para | LeftWall | 0. | -9.700 | _ | 0.8160E-01 |
+-----+-----+-----+-----+
    
```

```

+-----+-----+-----+-----+-----+
|          RIASSUNTO ELEMENTI WIRE          |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| Name | Wall | Zeta | Mat | A/L | Pinit | Angle |
+-----+-----+-----+-----+-----+
|      |     | m |     |     | kN/m | deg |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| T | LeftWall | -2.200 | _ | 0.1653E-04 | 138.5 | 30.00 |
+-----+-----+-----+-----+
    
```

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 11  
 5 NOVEMBRE 2020 9:24:57  
 History 1 - paratia micropali

RIASSUNTO DATI VARI  
 =====

MATERIALI	
Name	YOUNG MODULUS
	kPa
Acci	2.1E+008

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 12  
 5 NOVEMBRE 2020 9:24:57  
 History 1 - paratia micropali

RIASSUNTO ANALISI INCREMENTALE

FASE	N. DI ITERAZIONI	CONVERGENZA
1	2	SI
2	2	SI
3	7	SI
4	6	SI
5	7	SI

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 13  
 5 NOVEMBRE 2020 9:24:57  
 History 1 - paratia micropali

INVILUPPO RISULTATI NEGLI ELEMENTI TERRENO  
 \* PARETE LeftWall GRUPPO UHLeft\*  
 \*STEP 1 - 5\*

\* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI \*  
 Nella tabella si stampano i seguenti risultati:  
 SIGMA-H = massimo sforzo orizzontale efficace [kPa ]  
 TAGLIO = massimo sforzo di taglio [kPa ]  
 PR. ACQUA =massima pressione interstiziale [kPa ]  
 GRAD. MAX =massimo gradiente idraulico

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
1	0.	110.6	42.29	0.	0.
2	-0.2000	91.87	30.94	0.	0.
3	-0.4000	65.57	15.78	0.	0.
4	-0.6000	41.11	13.30	0.	0.
5	-0.8000	28.72	14.70	0.	0.
6	-1.000	36.10	16.10	0.	0.
7	-1.200	43.26	17.50	0.	0.
8	-1.400	50.04	18.90	0.	0.
9	-1.600	56.17	20.30	0.	0.
10	-1.800	61.31	21.70	0.	0.
11	-2.000	64.98	23.10	0.	0.
12	-2.200	66.54	24.50	0.	0.
13	-2.400	65.62	25.90	0.	0.
14	-2.600	62.86	27.30	0.	0.
15	-2.800	59.05	28.70	0.	0.
16	-3.000	54.86	30.10	0.	0.
17	-3.200	50.76	31.50	0.	0.
18	-3.400	47.10	32.90	0.	0.
19	-3.600	44.06	34.30	0.	0.
20	-3.800	40.86	35.70	0.	0.
21	-4.000	37.59	37.10	0.	0.
22	-4.200	35.82	38.50	0.	0.
23	-4.400	37.52	39.90	0.	0.
24	-4.600	39.23	41.30	0.	0.

25	-4.800	57.11	38.12	0.	0.
26	-5.000	59.37	39.31	0.	0.
27	-5.200	62.01	40.50	0.	0.
28	-5.400	66.60	41.37	1.000	0.
29	-5.600	69.03	41.94	3.000	0.
30	-5.800	70.31	42.50	5.000	0.
31	-6.000	70.77	43.06	7.000	0.
32	-6.200	70.69	43.63	9.000	0.
33	-6.400	70.30	44.19	11.00	0.
34	-6.600	69.78	44.75	13.00	0.
35	-6.800	70.79	45.31	15.00	0.

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 14  
 5 NOVEMBRE 2020 9:24:57  
 History 1 - paratia micropali

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
36	-7.000	71.86	45.88	17.00	0.
37	-7.200	72.93	46.44	19.00	0.
38	-7.400	74.00	47.00	21.00	0.
39	-7.600	75.07	47.56	23.00	0.
40	-7.800	76.14	48.12	25.00	0.
41	-8.000	77.21	48.69	27.00	0.
42	-8.200	78.28	49.25	29.00	0.
43	-8.400	79.35	49.81	31.00	0.
44	-8.600	80.43	50.38	33.00	0.
45	-8.800	81.50	50.94	35.00	0.
46	-9.000	82.57	51.50	37.00	0.
47	-9.200	83.64	52.06	39.00	0.
48	-9.400	84.71	52.62	41.00	0.
49	-9.600	85.78	47.38	43.00	0.
50	-9.700	92.04	47.59	44.00	0.

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 15  
 5 NOVEMBRE 2020 9:24:57  
 History 1 - paratia micropali

INVILUPPO RISULTATI NEGLI ELEMENTI TERRENO  
 \* PARETE LeftWall GRUPPO DHLeft\*  
 \*STEP 1 - 5\*

\* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI \*  
 Nella tabella si stampano i seguenti risultati:  
 SIGMA-H = massimo sforzo orizzontale efficace [kPa ]  
 TAGLIO = massimo sforzo di taglio [kPa ]  
 PR. ACQUA =massima pressione interstiziale [kPa ]  
 GRAD. MAX =massimo gradiente idraulico

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
1	0.	0.	0.	0.	0.
2	-0.2000	1.706	1.147	0.	0.
3	-0.4000	3.411	2.294	0.	0.
4	-0.6000	5.117	3.441	0.	0.
5	-0.8000	6.823	4.589	0.	0.
6	-1.000	8.528	5.736	0.	0.
7	-1.200	10.23	6.883	0.	0.
8	-1.400	11.94	8.030	0.	0.
9	-1.600	13.65	9.177	0.	0.
10	-1.800	15.35	10.32	0.	0.
11	-2.000	17.06	11.47	0.	0.
12	-2.200	18.76	12.62	0.	0.
13	-2.400	20.47	13.77	0.	0.
14	-2.600	22.17	14.91	0.	0.
15	-2.800	25.52	16.06	0.	0.
16	-3.000	42.53	17.21	0.	0.
17	-3.200	59.54	22.77	0.	0.
18	-3.400	76.55	29.28	0.	0.
19	-3.600	93.57	35.78	0.	0.
20	-3.800	110.6	42.29	0.	0.
21	-4.000	101.6	35.81	0.	0.
22	-4.200	83.60	24.80	0.	0.
23	-4.400	69.40	25.24	0.	0.
24	-4.600	59.61	26.38	0.	0.
25	-4.800	57.11	19.45	0.	0.
26	-5.000	59.37	20.22	0.	0.
27	-5.200	61.63	20.99	0.	0.
28	-5.400	63.29	21.55	1.000	0.

29	-5.600	64.36	21.92	3.000	0.
30	-5.800	65.43	22.28	5.000	0.
31	-6.000	66.51	22.65	7.000	0.
32	-6.200	67.58	23.01	9.000	0.
33	-6.400	68.65	23.38	11.00	0.
34	-6.600	69.72	23.74	13.00	0.
35	-6.800	70.79	24.11	15.00	0.

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 16  
 5 NOVEMBRE 2020 9:24:57  
 History 1 - paratia micropali

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
36	-7.000	71.86	24.47	17.00	0.
37	-7.200	72.93	24.84	19.00	0.
38	-7.400	74.00	25.20	21.00	0.
39	-7.600	75.07	25.56	23.00	0.
40	-7.800	76.14	25.93	25.00	0.
41	-8.000	77.21	26.29	27.00	0.
42	-8.200	81.48	27.69	29.00	0.
43	-8.400	87.10	29.60	31.00	0.
44	-8.600	92.72	31.51	33.00	0.
45	-8.800	98.34	33.42	35.00	0.
46	-9.000	104.0	35.33	37.00	0.
47	-9.200	93.30	29.10	39.00	0.
48	-9.400	84.71	28.85	41.00	0.
49	-9.600	85.78	29.21	43.00	0.
50	-9.700	86.31	29.39	44.00	0.

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 17  
 5 NOVEMBRE 2020 9:24:57  
 History 1 - paratia micropali

RIASSUNTO SPINTE NEGLI ELEMENTI TERRENO  
 (LE SPINTE SONO CALCOLATE INTEGRANDO GLI SFORZI NEI SINGOLI ELEMENTI MOLLA)

SPINTA EFFICACE VERA = Integrale delle pressioni orizzontali efficaci in tutti gli elementi nel gruppo: unita' di misura kN/m

SPINTA ACQUA = Integrale delle pressioni interstiziali in tutti gli elementi nel gruppo: unita' di misura kN/m

SPINTA TOTALE VERA = Somma della SPINTA EFFICACE e della SPINTA DELL'ACQUA: e' l' azione totale sulla parete: unita' di misura kN/m

SPINTA ATTIVA POSSIBILE = La minima spinta che puo' essere esercitata da questo gruppo di elementi terreno, in questa fase: unita' di misura kN/m

SPINTA PASSIVA POSSIBILE = La massima spinta che puo' essere esercitata da questo gruppo di elementi terreno, in questa fase: unita' di misura kN/m

RAPPORTO PASSIVA/VERA = e' il rapporto tra la massima spinta possibile e la spinta efficace vera: fornisce un'indicazione su quanta spinta passiva venga mobilitata;

SPINTA PASSIVA MOBILITATA = e' l'inverso del rapporto precedente, espresso in unita' percentuale: indica quanta parte della massima spinta possibile e' stata mobilitata;

RAPPORTO VERA/ATTIVA = e' il rapporto tra la spinta efficace vera e la minima spinta possibile: fornisce un'indicazione di quanto questa porzione di terreno sia prossima alla condizione di massimo rilascio.

FASE	1	GRUPPO -->	UHLe	DHLe
SPINTA EFFICACE VERA			457.76	457.76
SPINTA ACQUA			96.850	96.850
SPINTA TOTALE VERA			554.61	554.61
SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)			295.46	295.46
SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)			2847.4	2847.4
RAPPORTO PASSIVA/VERA			6.2202	6.2202
SPINTA PASSIVA MOBILITATA			16.%	16.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA			1.5493	1.5493

FASE 2 GRUPPO --> UHLe DHLe

SPINTA EFFICACE VERA	457.76	457.76
SPINTA ACQUA	96.850	96.850
SPINTA TOTALE VERA	554.61	554.61
SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	295.46	295.46
SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	2847.4	2847.4
RAPPORTO PASSIVA/VERA	6.2202	6.2202
SPINTA PASSIVA MOBILITATA	16.%	16.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA	1.5493	1.5493

FASE 3	GRUPPO -->	UHLe	DHLe
SPINTA EFFICACE VERA		444.84	444.84
SPINTA ACQUA		96.850	96.850
SPINTA TOTALE VERA		541.69	541.69
SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)		380.87	149.99
SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)		3772.9	1333.7
RAPPORTO PASSIVA/VERA		8.4816	2.9981
SPINTA PASSIVA MOBILITATA		12.%	33.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA		1.1680	2.9659

FASE 4	GRUPPO -->	UHLe	DHLe
SPINTA EFFICACE VERA		544.30	424.36
SPINTA ACQUA		96.850	96.850
SPINTA TOTALE VERA		641.15	521.21
SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)		380.87	149.99
SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)		3772.9	1333.7
RAPPORTO PASSIVA/VERA		6.9317	3.1427
SPINTA PASSIVA MOBILITATA		14.%	32.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA		1.4291	2.8293

FASE 5	GRUPPO -->	UHLe	DHLe
SPINTA EFFICACE VERA		429.29	243.93
SPINTA ACQUA		96.850	96.850
SPINTA TOTALE VERA		526.14	340.78
SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)		380.87	32.687
SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)		3772.9	272.13
RAPPORTO PASSIVA/VERA		8.7887	1.1156
SPINTA PASSIVA MOBILITATA		11.%	90.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA		1.1272	7.4626