

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



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

**TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI  
PROGETTO ESECUTIVO**

**Adeguamento Via Chiaravagna**

**Tratta1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali**

**Relazione di calcolo**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio <b>Cociv</b> Ing. E. Pagani	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 2	E	C V	C L	N V 0 3 0 X	0 0 6	A

Progettazione :								IL PROGETTISTA
Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	
A00	Prima Emissione	ALPINA <i>Adriano Farina</i>	13/05/2016	COCIV <i>[Signature]</i>	13/05/2016	A.Mancarella <i>[Signature]</i>	13/05/2016	 Consorzio Collegamenti Integrati Veloci Dott. Ing. Aldo Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R

n. Elab.:	File: IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-006-A00.DOCX
-----------	--

# INDICE

INDICE.....	2
1.     PREMESSA.....	4
2.     CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	7
2.1. Calcestruzzo.....	7
2.2. Acciaio per cemento armato.....	8
2.3. Acciaio per micropali e profilati metallici.....	8
2.4. Durabilità e prescrizioni sui materiali.....	9
3.     NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	10
3.1. Normativa sismica.....	11
4.     DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	11
5.     MODELLO DI CALCOLO BERLINESE.....	12
5.1. Codice di calcolo.....	12
5.2. Modello Paratie.....	12
6.     MODELLO DI CALCOLO MURI DI RIVESTIMENTO.....	14
6.1. Verifica a ribaltamento.....	14
6.2. Verifica a scorrimento.....	14
6.1. Verifica a carico limite.....	15
6.1.1. Capacità portante fondazioni dirette.....	15
7.     STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO.....	18
8.     SISMA.....	20
9.     BERLINESE DI MICROPALI CON TIRANTE A CAVALLETTO.....	21
9.1. Descrizione dell'opera.....	21
9.2. Azioni di calcolo.....	22
9.2.1. Urto di veicolo in svio.....	22
9.2.1.1.     Berlinese con cavalletto.....	23
9.3. Fasi e dati di calcolo.....	24
9.4. Risultati di calcolo.....	28
9.5. Verifica strutturale dei micropali.....	33
9.6. Verifica tirante.....	35
9.6.1. Verifica ancoraggio testa tirante.....	37
9.7. Verifica trave di testa berlinese.....	39
10.    BERLINESE DI MICROPALI A SBALZO.....	40
10.1. Descrizione dell'opera.....	40

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00  Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo</p>

Foglio  
3 di 120

10.2.	Azioni di calcolo .....	40
10.2.1.	Urto di veicolo in svio.....	41
10.2.1.1.	Berlinese a sbalzo .....	41
10.3.	Fasi e dati di calcolo .....	43
10.4.	Risultati di calcolo .....	47
10.5.	Verifica strutturale dei micropali.....	51
10.6.	Verifica trave di testa berlinese.....	53
11.	<b>RIVESTIMENTO MURO CON PANNELLO PREFABBRICATO .....</b>	<b>54</b>
11.1.	Carichi.....	56
11.2.	Azioni a intradosso fondazione.....	56
11.3.	Verifica capacità portante e scorrimento della fondazione .....	56
11.3.1.	Combinazione statica .....	57
11.3.2.	Combinazione con sisma.....	58
11.4.	Verifica ribaltamento .....	59
11.5.	Verifica strutturale della fondazione .....	60
11.6.	Pannello prefabbricato.....	61
12.	<b>MURO ANTI SVIO .....</b>	<b>63</b>
13.	<b>APPENDICE DI CALCOLO.....</b>	<b>65</b>
13.1.	Calcolo berlinese con cavalletto .....	65
13.2.	Calcolo berlinese a sbalzo.....	93

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo

Foglio  
4 di 120

## 1. PREMESSA

Nella presente relazione sono esposti i criteri progettuali generali e le verifiche di dimensionamento geotecnico e strutturale dell’Intervento tipo “4” – un muro di sostegno realizzato con una berlinese di micropali – previsto nell’ambito dell’intervento di miglioramento della attuale viabilità che corre lungo la Val Chiaravagna, in Genova, civicamente denominata Via Chiaravagna, a partire dagli accessi alle cave poste nella parte alta della valle lungo il Rio Bianchetta, fino all’innesto della prevista nuova strada per Borzoli ed Erzelli, previsto in vicinanza dell’esistente viadotto ferroviario.

Il progetto prevede la realizzazione di una berlinese di micropali a cavalletto, provvisoria nella prima fase dei lavori di scavi, e definitiva in esercizio, con funzione di muro di sostegno in esercizio e in presenza di sisma.

Sulla trave di coronamento della berlinese sono previsti dei muri antisivio.

La berlinese è prevista con un rivestimento non strutturale realizzato con pannelli prefabbricati con rivestimento in pietra. Nella parte terminale del muro, di altezze ridotte, il rivestimento è stato previsto in c.a. con finitura esterna in pietra.

Il muro ha altezza variabile (Figura 1). Di seguito le caratteristiche geometriche e di dettaglio della berlinese, schematizzate in funzione dell’altezza di scavo:

Altezza scavo (m)	SCHEMA	Svio	Micropalo lunghezza (m)	Cavalletto lunghezza (m)
> 6.50	cavalletto	guard-rail	11	13
6	cavalletto	guard-rail	10	13
5	cavalletto	guard-rail	9	10
4.4	cavalletto	guard-rail	8	10
3.8	cavalletto	guard-rail	7	8
3.0	sbalzo	guard-rail	7 - 6	-
< 3.0	sbalzo	muro in c.a.	6 - 3	-

Nei successivi capitoli della presente relazione sono stati illustrati i dimensionamenti riferiti agli schemi di berlinese più significativi:

- Hscavo = 6.55m, berlinese con cavalletto;
- Hscavo = 3m, berlinese a sbalzo

Le verifiche sono state condotte in accordo al metodo delle Tensioni Ammissibili.

Nelle seguenti figure sono schematizzate le caratteristiche del muro di sostegno con  $H_{scavo}=6m$ .

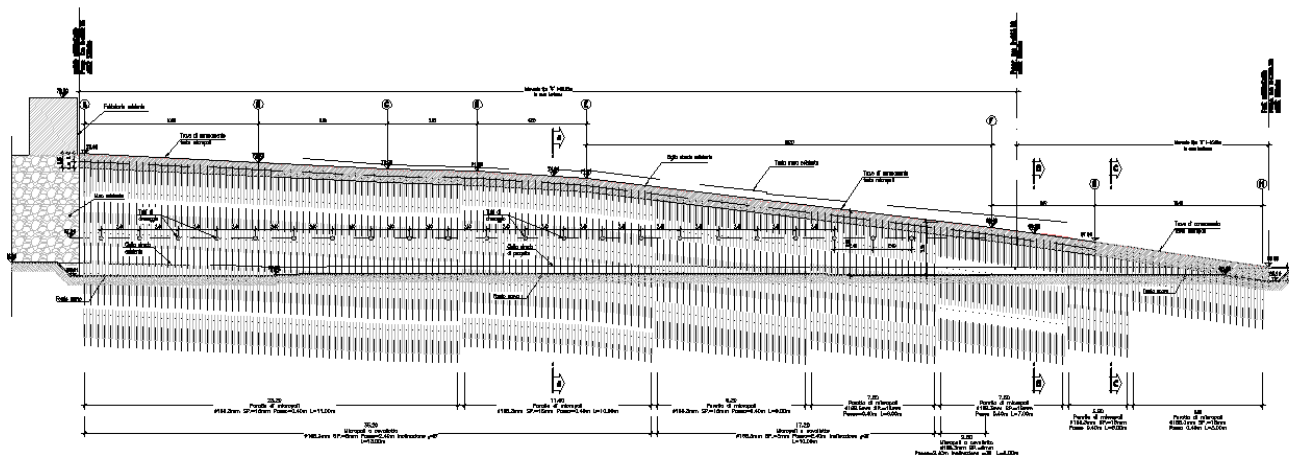


Figura 1: Interventi tipo “4”, sviluppata

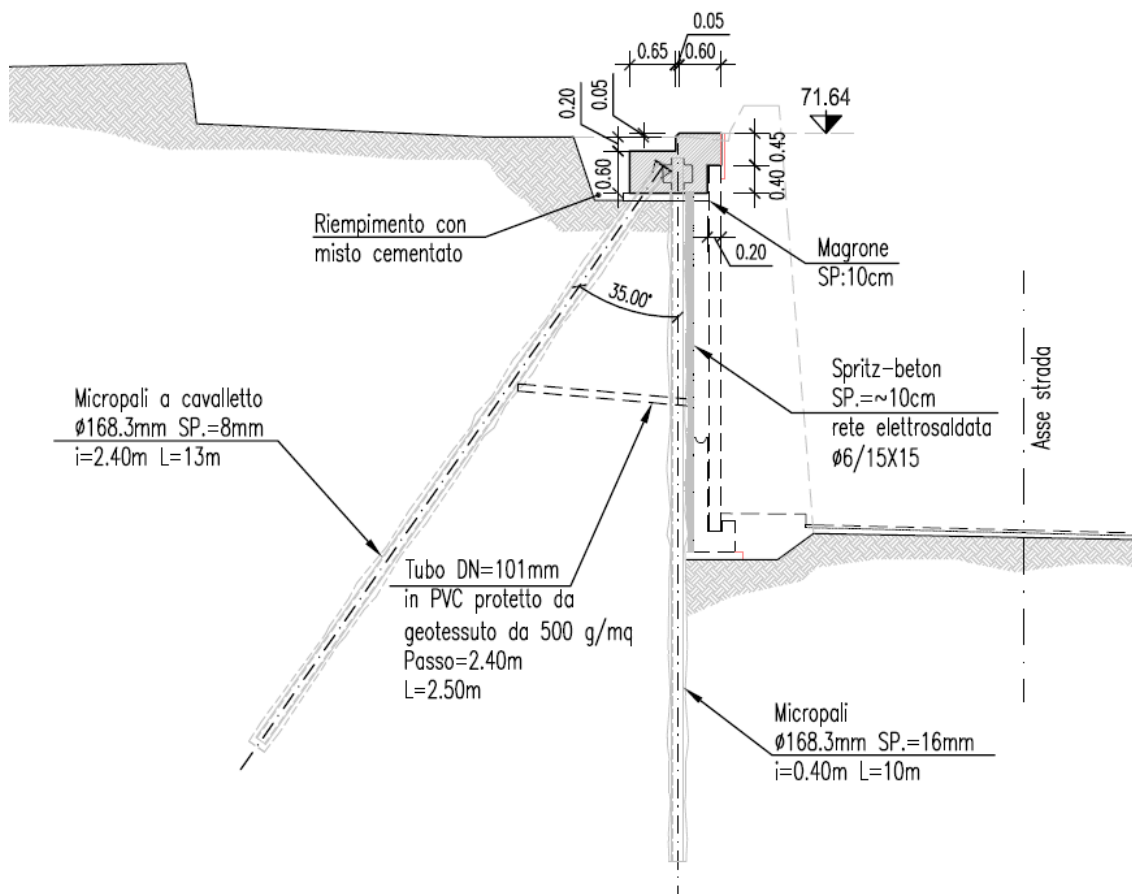


Figura 2: Interventi tipo “4”, schema berlinese,  $H_{\text{scavo}}=6\text{m}$

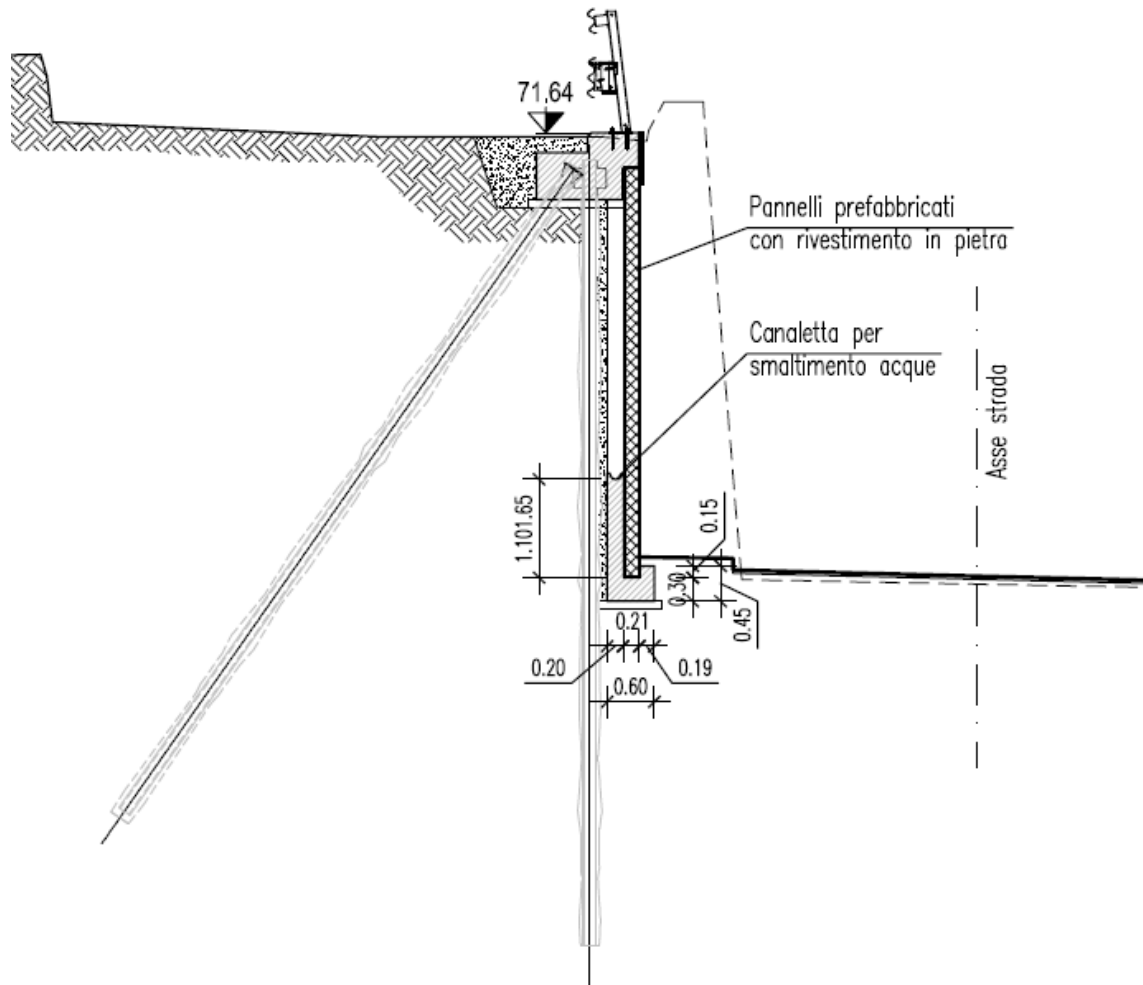


Figura 3: Interventi tipo “4”, schema rivestimento,  $H_{\text{scavo}}=6\text{m}$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo

Foglio  
7 di 120

## 2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### 2.1. Calcestruzzo

Per il magrone di sottofondazione si prevede l'utilizzo di calcestruzzo di classe Rck 15.

Per la realizzazione di STRUTTURE DEBOLMENTE ARMATE, MURI STRADALI FONDAZIONI ED ELEVAZIONI (con rivestimento) si prevede l'utilizzo di calcestruzzo avente classe di resistenza C25/30 ( $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$ ) che presenta le seguenti caratteristiche:

Resistenza caratteristica a compressione (cilindrica)	$f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a compressione	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 33 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E_{cm} = 22000 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3} = 31475 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0.85 \cdot f_{ck} / 1.5 = 14.17 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione media	$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.56 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione	$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 1.79 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.19 \text{ N/mm}^2$
Tensioni ammissibili	$\sigma_c = 9.75 \text{ N/mm}^2$
	$\tau_{c0} = 0.60 \text{ N/mm}^2$
	$\tau_{c1} = 1.82 \text{ N/mm}^2$

Per la realizzazione di MURI STRADALI ELEVAZIONI e PILE SPALLE PULVINI si prevede l'utilizzo di calcestruzzo avente classe di resistenza C32/40 ( $R_{ck} \geq 40 \text{ N/mm}^2$ ) che presenta le seguenti caratteristiche:

Resistenza caratteristica a compressione (cilindrica)	$f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 33.20 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a compressione	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 41.20 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E_{cm} = 22000 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3} = 33643 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0.85 \cdot f_{ck} / 1.5 = 18.81 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione media	$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 3.10 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione	$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.17 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.45 \text{ N/mm}^2$
Tensioni ammissibili	$\sigma_c = 12.25 \text{ N/mm}^2$
	$\tau_{c0} = 0.73 \text{ N/mm}^2$
	$\tau_{c1} = 2.10 \text{ N/mm}^2$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo

Foglio  
8 di 120

## 2.2. Acciaio per cemento armato

Per le armature metalliche si adottano tondini in acciaio del tipo B450C saldabile, controllato in stabilimento e che presentano le seguenti caratteristiche:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450$ MPa
Limite di rottura $f_t$	$\geq 540$ MPa
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7.5\%$
Rapporto $f_t/f_y$	$1,15 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}}/f_{ynom}$	$\leq 1,25$

Tensione di snervamento caratteristica	$f_{yk} \geq 450$ N/mm <sup>2</sup>
Tensione caratteristica a rottura	$f_{tk} \geq 540$ N/mm <sup>2</sup>
Tensione ammissibile	$\sigma_s = 260.00$ N/mm <sup>2</sup>

## 2.3. Acciaio per micropali e profilati metallici

Si assume per l'acciaio dei profilati metallici:

Peso specifico $\gamma_s$	$\gamma_s = 78.5$ kN/m <sup>3</sup> ;
Modulo elastico $E_s$ :	$E_s = 2.06 \times 10^8$ kPa
Tensione ammissibile massima Fe360:	$\sigma_{adm} = 160$ MPa
Tensione ammissibile massima Fe430:	$\sigma_{adm} = 190$ MPa
Tensione ammissibile massima Fe510:	$\sigma_{adm} = 240$ MPa



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 9 di 120

## 2.4. Durabilità e prescrizioni sui materiali

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario, esposte all'azione dell'ambiente, si devono adottare i provvedimenti atti a limitare gli effetti di degrado indotti dall'attacco chimico, fisico e derivante dalla corrosione delle armature e dai cicli di gelo e disgelo.

Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si fa riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

Per le opere della presente relazione si adotta quanto segue:

Strutture debolmente armate	CLASSE DI ESPOSIZIONE XC2
Muri stradali fondazioni	CLASSE DI ESPOSIZIONE XC2
Muri stradali elevazioni (con rivestimento)	CLASSE DI ESPOSIZIONE XC2
Muri stradali elevazioni	CLASSE DI ESPOSIZIONE XF1
Pile, spalle, pulvini	CLASSE DI ESPOSIZIONE XF1

Si omettono le verifiche di fessurazione qualora il tasso di lavoro dell'acciaio risulti inferiore a 160MPa. In caso contrario le verifiche vengono svolte per condizioni ambientali “poco aggressive” e considerando armature di tipo “poco sensibile”.

In questo caso si verificano gli stati limite di fessurazione “frequente” e “quasi permanente” assumendo come valore limite di apertura delle fessure 0.4 e 0.2 mm rispettivamente.

Il copriferro minimo assunto è pari a 4 cm.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo</p> <p style="text-align: right;">Foglio 10 di 120</p>

### 3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il dimensionamento e la verifica degli elementi strutturali sono stati condotti nel rispetto delle vigenti normative di seguito riportate:

- D.M. 09/01/1996: "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- D.M. 16/01/1996: "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi";
- Circ. Min. 04/07/1996 n. 156 STC: "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi";
- L. 05/11/1971 n. 1086: "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica";
- D.M. 14/02/1992: "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (valido per il metodo alle tensioni ammissibili);
- Circ. Min. 24/06/1993 n. 37406: "Istruzioni relative alle Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (valido per il metodo alle tensioni ammissibili);
- Circ. Min. 15/10/1996 n. 252: "Istruzioni relative alle Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- L. 02/02/1974 n. 64: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- D.M. 16/01/1996: "Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- Ordinanza n. 3274: "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- Circ. Min. 10/04/1997 n. 65: "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica di cui al D.M: 16/01/1996";
- D.Min.LL.PP. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- Circ. Min.LL.PP. 24 settembre 1988 n°30483 AA.GG./STC. Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione, di cui al decreto ministeriale 11 marzo 1988.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 11 di 120

### 3.1. Normativa sismica

Nell'analisi in condizioni sismiche viene recepita la nuova normativa (Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 30.03.2003) per quanto riguarda la classificazione sismica del territorio nazionale. In assenza di ulteriori specificazioni da parte della Regione Liguria essendo la zona classificata di 4° categoria, le verifiche sono state eseguite secondo le norme tecniche di cui al DM 15 Gennaio 1996 e relative circolari applicative, assumendo il grado di sismicità  $S=6$  e coefficiente di importanza  $I = 1.0$ .

## 4. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Nello svolgimento del presente dimensionamento è stato fatto riferimento alla seguente documentazione:

- ADEGUAMENTO VIA CHIARAVAGNA: Relazione geologica, Progetto Definitivo;
- ADEGUAMENTO VIA CHIARAVAGNA: Relazione geotecnica – Caratterizzazione terreni opere all'aperto, Progetto Definitivo;
- ADEGUAMENTO VIA CHIARAVAGNA: Relazione idrogeologica, Progetto Definitivo;
- TRATTA A.V. / A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI: Relazione di caratterizzazione geotecnica – Opere all'aperto, Progetto Esecutivo;
- TRATTA A.V. / A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI: Adeguamento Via Chiaravagna - Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica, Progetto Esecutivo;
- TRATTA A.V. / A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI: Adeguamento Via Chiaravagna – Profilo geologico ed idrogeologico, Progetto Esecutivo;
- TRATTA A.V. / A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI: Adeguamento Via Chiaravagna – Carta geologica e geomorfologica, Progetto Esecutivo;
- TRATTA A.V. / A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI: Adeguamento Via Chiaravagna – Carta idrogeologica e dei punti d'acqua, Progetto Esecutivo.

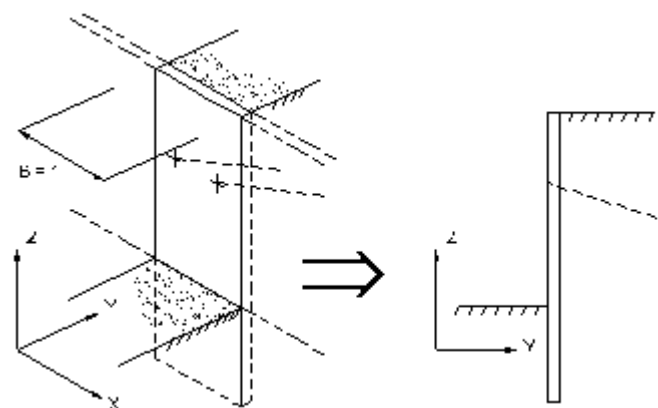
## 5. MODELLO DI CALCOLO BERLINESE

### 5.1. Codice di calcolo

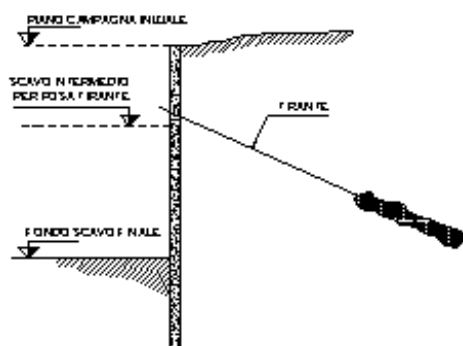
HarpaCeAs - Paratie ver. 7.0.

### 5.2. Modello Paratie

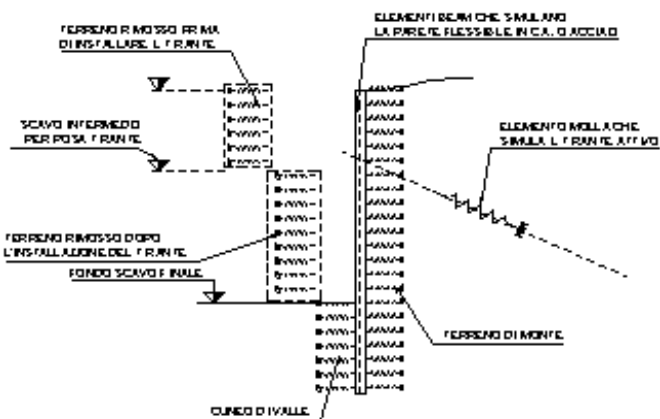
PARATIE è un codice agli elementi finiti che simula il problema di uno scavo sostenuto da diaframmi flessibili e permette di valutare il comportamento della parete di sostegno durante tutte le fasi intermedie e nella configurazione finale. Il problema è ricondotto ad un caso piano in cui viene analizzata una “fetta” di parete di larghezza unitaria, come mostrato in figura.



PROBLEMA REALE



MODELLO DI CALCOLO CON PARATIE



La modellazione numerica dell'interazione terreno-struttura è del tipo “TRAVE SU SUOLO ELASTICO”: le pareti di sostegno vengono rappresentate con elementi finiti trave il cui

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlese di micropali- Relazione di calcolo	Foglio 13 di 120

comportamento è definito dalla rigidità flessionale EJ, mentre il terreno viene simulato attraverso elementi elastoplastici monodimensionali (molle) connessi ai nodi delle paratie: ad ogni nodo convergono uno o al massimo due elementi terreno. La realizzazione dello scavo sostenuto da una o due paratie, eventualmente tirantate, 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 certo insieme di tiranti applicati, 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. La soluzione ad ogni nuova configurazione (step) viene raggiunta attraverso un calcolo iterativo alla Newton-Raphson (Bathe (1996)).

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 14 di 120

## 6. MODELLO DI CALCOLO MURI DI RIVESTIMENTO

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

### Fondazioni dirette:

- Scivolamento FS=1.5
- Capacità portante alla base FS=3.0

### Opere di sostegno:

- Ribaltamento FS=1.5
- Scivolamento FS=1.3
- Capacità portante alla base FS=2.0

### 6.1. Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante  $M_r$ ) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante  $M_s$ ) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto  $M_s/M_r$  sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza FS.

Il momento ribaltante  $M_r$  è dato dalla componente orizzontale della spinta  $S$ , dalle forze di inerzia dell'opera e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci.

Nel momento stabilizzante interviene il peso dell'opera (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte.

### 6.2. Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento  $F_r$  e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro  $F_s$  risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza FS.

Le forze che intervengono nella  $F_s$  sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione.

Detta  $N$  la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con  $\delta_f$  l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con  $c_a$  l'adesione terreno-fondazione e con  $B_r$  la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come  $F_r = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B_r$ .

### 6.1. Verifica a carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a FS. Cioè, detto  $Q_u$ , il carico limite ed  $R$  la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} \geq FS$$

#### 6.1.1. Capacità portante fondazioni dirette

La valutazione della capacità portante delle fondazioni superficiali viene condotta in accordo all'equazione:

$$q_{lim} = 0.5 \gamma_c B' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma + c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q$$

Le espressioni che forniscono i valori dei fattori di capacità portante ( $N$ ) e dei fattori correttivi ( $s$ ,  $i$ ,  $b$ ,  $g$ ) sono riportate nella Tabella 1: Coefficienti per il calcolo della capacità portante in condizioni drenate

Le formule utilizzate si riferiscono alla fondazione efficace equivalente ovvero quella fondazione rispetto alla quale il carico verticale  $N$  risulta centrato; la fondazione equivalente è caratterizzata dalle dimensioni  $B'$  e  $L'$  valutate sulla base dei criteri proposti da Meyerhof (Figura 4).

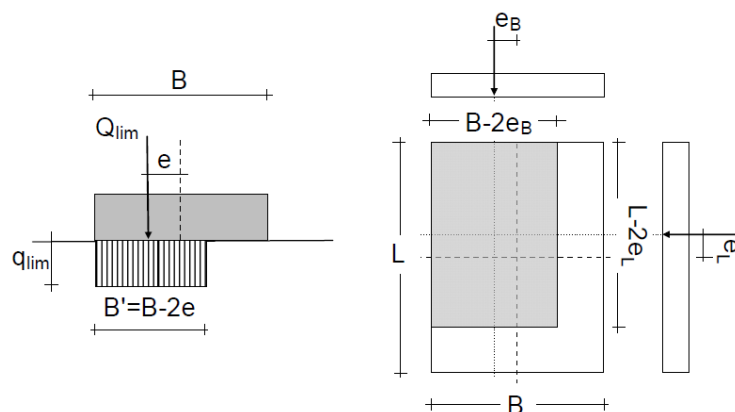


Figura 4: Fondazione equivalente secondo il criterio di Meyerhof

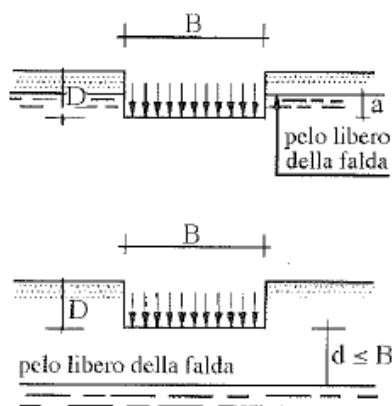
GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 16 di 120

### Influenza della falda:

Se il pelo libero della falda si trova alla profondità  $D$ , nel termine  $\ll 0.5 \gamma_c B' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma \gg$  andrà assunto il valore di  $\gamma'$ .

Se il pelo della falda si trova ad una profondità maggiore di  $D+B$ , o in altri termini ad una profondità al di sotto del piano di posa  $d \geq B$ , la presenza della falda potrà essere trascurata.

Se il pelo libero della falda si trova ad una profondità compresa fra  $D$  e  $D+B$ , o in altri termini ad una profondità  $d < B$  al di sotto del piano di posa della fondazione (Figura 5), il valore di  $\gamma$  da introdurre nei calcoli potrà essere ottenuto per interpolazione lineare tra i due casi precedenti. Si porrà cioè:  
 $\gamma^* = \gamma' + (\gamma - \gamma')d/B = \gamma' + \gamma_w (h_w/B)$ .



**Figura 5: Influenza della posizione della falda sul calcolo della capacità portante**



<i>fattori capacità portante</i>	$N_\gamma$ : $N_q$ : $N_c$ :	$2(N_q+1) \tan\phi'$ $\tan^2(45+\phi'/2)e^{\pi \tan\phi'}$ $(N_q-1) \cotg\phi'$
<i>fattori di forma:</i>	$s_\gamma$ Dir. B: Dir. L: $s_q$ Dir. B: Dir. L: $s_c$ Dir. B: Dir. L:	$1 - 0.4(B'/L)(i_\gamma)$ $1 - 0.4(L'/B)(i_\gamma)$ $1 + [(B'/L)(\tan\phi')(i_q)]$ $1 + [(L'/B)(\tan\phi')(i_q)]$ $1 + [(B'/L)(N_q/N_c)]$ $1 + [(L'/B)(N_q/N_c)]$
<i>inclinazione piano posa</i>	$b_\gamma$ Dir. B: Dir. L: $b_q$ Dir. B: Dir. L: $b_c$ Dir. B/L:	$(1 - \alpha \tan\phi')^2$ $(1 - \alpha \tan\phi')^2$ $(1 - \alpha \tan\phi')^2$ $(1 - \alpha \tan\phi')^2$ $b_q - [(1-b_q) / (N_c \tan(\phi'))]$
<i>affondamento</i>	$d_\gamma$ Dir. B: Dir. L: $d_q$ Dir. B: Dir. L: $d_q$ Dir. B: Dir. L: $d_c$ Dir. B/L:	$1.0$ $1.0$ $1 + [2(\tan\phi')(1-\sin\phi')^2(D/B') \quad (D/B'<1)$ $1 + [2(\tan\phi')(1-\sin\phi')^2 \tan^{-1} (D/B')>1)$ $1 + [2(\tan\phi')(1-\sin\phi')^2(D/L') \quad (D/L'<1)$ $1 + [2(\tan\phi')(1-\sin\phi')^2 \tan^{-1} (D/L')>1)$ $d_q - [(1-d_q) / (N_c \cdot \tan(\phi'))]$
<i>inclinazione del carico</i>	$i_\gamma$ Dir. B: Dir. L: $i_q$ Dir. B: Dir. L: $i_c$ Dir. B/L:	$[1-0.7 T_B / N]^5$ $[1-0.7 T_L / N]^5$ $[1-0.5 T_B / N]^5$ $[1-0.5 T_L / N]^5$ $i_q - [(1-i_q) / (N_c \cdot \tan(\phi'))]$
<i>inclinazione piano campagna</i>	$g_\gamma$ Dir. B: Dir. L: $g_q$ Dir. B: Dir. L: $g_c$ Dir. B/L:	$g_q / \cos\beta$ $g_q / \cos\beta$ $(1 - \tan\beta)^2 \cos\beta$ $(1 - \tan\beta)^2$ $g_q - [(1-g_q) / (N_c \tan(\phi'))]$

**Tabella 1: Coefficienti per il calcolo della capacità portante in condizioni drenate**

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo

Foglio  
18 di  
120

## 7. STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Di seguito viene esposta la caratterizzazione geotecnica e la stratigrafia di riferimento utilizzata nei calcoli per la verifica/dimensionamento dell'opera in oggetto.

I valori caratteristici dei parametri geotecnici e la stratigrafia di riferimento sono stati desunti dai documenti di riferimento elencati nel § 4. Per eventuali approfondimenti si rimanda ai documenti stessi.

La seguente Tabella 2 riporta i parametri geotecnici caratteristici dei materiali e la successione stratigrafica di progetto in cui si inseriscono le opere di sostegno.

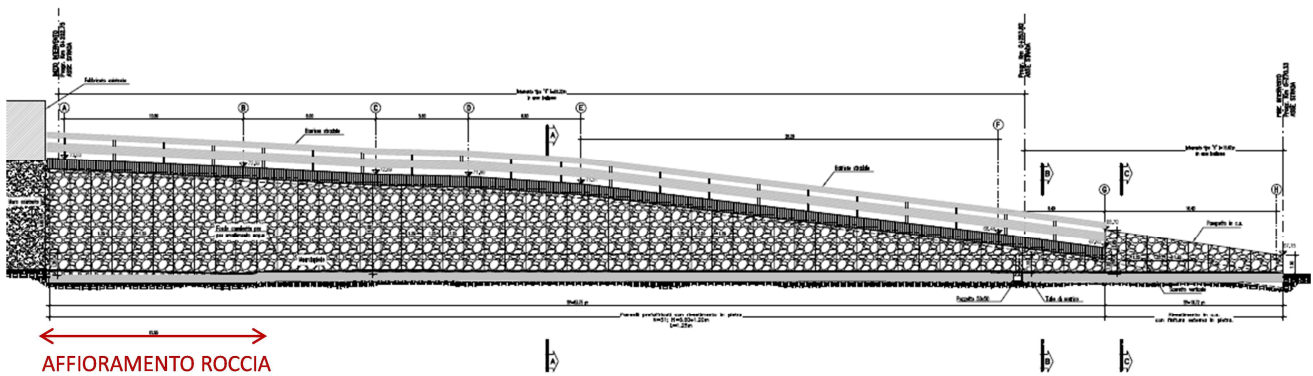
**Tabella 2: Quadro riassuntivo parametri geotecnici e stratigrafia di riferimento**

Unità	DA p,c,	A p,c,	Spesso re $\Delta H$	Peso di volume $\gamma_n$ ,	Angolo resistenza taglio $\varphi'$	Coesione efficace $c'$	Modulo di Young di primo carico $E_{VC}$	Modulo di Young di scarico/ricarico $E_{UR}$
	m	m	m	kN/m <sup>3</sup>	°	kPa	MPa	MPa
Riporti e Depositi Alluvionali	0	10	12	19	32	0	Variabile	Eur/Evc=1.6
Serpentiniti cataclasate	10	12	2	19	32	0	50	80
Serpentiniti	12	...	...	22	32	50	130	200

essendo:

$\gamma_n$	=	peso di volume naturale (kN/m <sup>3</sup> )
$c'$	=	coesione efficace (kPa)
$\varphi'$	=	angolo d'attrito in termini di sforzi efficaci
$E_{vc}$	=	modulo elastico di primo carico
$E_{UR}$	=	modulo elastico di scarico/ricarico

Dai rilievi geologici eseguiti la strada risulta impostata su terreni di riporto di spessore variabile che poggiano direttamente sul substrato roccioso. In corrispondenza degli attraversamenti del torrente Chiaravagna si prevede la presenza, al di sotto dei terreni di riporto, di un livello di depositi alluvionali recenti. Partendo dalle presenti indicazioni la successione stratigrafica di progetto impiegata nel dimensionamento del muro risulta adeguata e prudente. Si osserva inoltre che in corrispondenza della parte terminale del muro, con altezze massime, si rinvengono affioramenti del substrato roccioso, per una latezza di ca. 0.6÷1.0 metro, direttamente sul piano stradale esistente.



**Figura 6: Sviluppo muro con indicazione degli affioramenti del substrato roccioso**

Le verifiche della berlinese sono condotte in assenza di falda (falda bilanciata) in quanto è prevista la realizzazione di dreni che consentono lo smaltimento delle acque infiltrate.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 20 di 120

## 8. SISMA

Il sisma è stato considerato con riferimento al grado di sismicità del sito S=6.

L'incremento sismico è valutato in accordo a quanto previsto dalla normativa (D.M. 16/1/1996, paragrafo D).

Chiamando  $F$  la spinta in condizioni statiche l'incremento sismico è dato da

$$\Delta F = F_s - F$$

in cui  $F_s$  è la spinta esercitata dal terreno in condizioni sismiche.

$$F_s = A \cdot F' \quad A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2 \beta \cdot \cos \theta} \quad \theta = \arctg(C) \quad C = \frac{S - 2}{100}$$

dove:

S = grado di sismicità;

C = coefficiente di intensità sismica;

$F'$  = spinta del terreno calcolata per  $\beta' = \beta + \theta$  e per  $\varepsilon' = \varepsilon + \theta$ ;

$\beta$  = angolo formato dall'intradosso del muro con la verticale;

$\varepsilon$  = angolo formato dalla superficie del terreno con l'orizzontale.

Tale incremento di spinta viene applicato ad una distanza dalla base del muro pari a 2/3 dell'altezza del muro stesso. Si considera inoltre una forza d'inerzia orizzontale applicata nel baricentro dei pesi:

$$F_i = I \cdot C \cdot \varepsilon \cdot R \cdot \beta \cdot W$$

con  $W$  pari al peso proprio del muro e di tutti i pesi e carichi permanenti sovrastanti la zattera di fondazione.

In base al D.M. 16 gennaio 1996, si calcola:

- coefficiente di protezione sismica:  $I=1.0$ ;
- coefficiente di intensità sismica:  $C= 0.04$ ;
- coefficiente di fondazione:  $\varepsilon=1.3$ ;
- coefficiente di risposta:  $R=1.0$ ;
- coefficiente di struttura:  $\beta=1.0$ ;

quindi il coefficiente sismico orizzontale è pari a:  $F_h=0.052$ .

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 21 di 120

## 9. BERLINESE DI MICROPALI CON TIRANTE A CAVALLETTO

Nel presente capitolo sono esposti i calcoli del muro di micropali con tirante a cavalletto. In particolare sono stati esplicitati, come rappresentativi, i calcoli per una altezza di scavo  $H=6.55\text{m}$ .

Altezza scavo (m)	SCHEMA	Svio	Micropalo lunghezza (m)	Cavalletto lunghezza (m)
6.55	cavalletto	guard-rail	11	13
6	cavalletto	guard-rail	10	13
5	cavalletto	guard-rail	9	10
4.4	cavalletto	guard-rail	8	10
3.8	cavalletto	guard-rail	7	8
3.0	sbalzo	guard-rail	7 - 6	-
< 3.0	sbalzo	muro in c.a.	6 - 3	-

### 9.1. Descrizione dell'opera

La berlinese è costituita da una fila di micropali, e ha un tirante a cavalletto passivo in testa.

La berlinese ha le seguenti caratteristiche:

Micropali della berlinese:

Diametro di perforazione  $D_p = 220\div 240\text{ mm}$ ;

Armatura con tubolare  $\varnothing=168.3$  e spessore  $sp=16\text{ mm}$  (acciaio Fe510);

Interasse longitudinale  $i = 0.40\text{ m}$ ;

Lunghezza totale micropali variabile in funzione dell'altezza del muro:  $L = 11.0\text{ m}$ ;

Lunghezza perforazione  $L = 10.40\text{ m}$ , e  $0.60\text{ m}$  di infissione nella trave di coronamento.

Tiranti a cavalletto:

Diametro tubolare  $\varnothing=168.3$  e spessore  $sp=8\text{ mm}$  (acciaio Fe510);

Diametro di perforazione  $D_p = 220\div 240\text{ mm}$ ;

Interasse  $i = 2.40\text{ m}$ ;

inclinazione rispetto la verticale  $\beta = 35^\circ$

Lunghezza totale micropali variabile in funzione dell'atezza del muro:  $L = 13.0\text{ m}$ ;

Lunghezza perforazione  $L = 12.40\text{ m}$ , e  $0.60\text{ m}$  di infissione nella trave di coronamento.

Trave di coronamento in c.a. di dimensioni  $110\text{ cm} \times 60\text{ cm}$  (calcestruzzo classe C25/30).

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo</p> <p style="text-align: right;">Foglio 22 di 120</p>

## 9.2. Azioni di calcolo

A monte della paratia sono stati considerati i seguenti carichi (in condizioni statiche e sismiche):

- Sovraccarico da traffico  $\Rightarrow$  si assume un carico di superficie con intensità pari a  $Q_{\text{cantiere/traffico}} = 20 \text{ kPa}$ .
- AZIONE SISMICA: Oltre l'azione della spinta statica vengono considerati:
  - o Incremento di spinta sismico  $\Delta F = 19.50 \text{ kN/m}$  agente su una altezza di  $H_{\Delta \text{sismico}} = 8.05 \text{ m}$  pari all'altezza del muro  $H_{\text{muro}} = 6.05 \text{ m}$  maggiorata di 2 m. Tale incremento di spinta è considerato applicato a 2/3 dell'altezza di riferimento.
  - o Inerzia rivestimento muro:  $I_{\text{rivestimento}} = 0.37 \text{ kN/ml}$  distribuito sulla altezza del rivestimento di 6.55m.
  - o Una forza di inerzia orizzontale del cordolo di testa:  $I_{\text{cordolo}} = 1.1 \text{ kN/m}$ .

### 9.2.1. Urto di veicolo in svio

Come accennato in premessa, sulle travi di coronamento delle berlinesi sono previsti dei sicurvia.

Per il dimensionamento delle opere si è fatto riferimento all'urto previsto dalla Normativa sui parapetti dei ponti stradali che prevede l'applicazione di una forza di 45 kN ad una altezza di 0.60 m rispetto al piano viabile.

Per la ripartizione di tale forza tra i micropali della berlinese si è considerato uno schema di trave infinitamente estesa su suolo elastico, nella quale la reazione elastica è fornita dai pali della paratia. Detta P la forza d'urto concentrata in un punto del parapetto di ascissa  $x=0$ , il momento sollecitante prodotto sulla trave di coronamento risulta pari a:

$$M = C \frac{P}{4\lambda}$$

$$T = D \frac{P}{2}$$

In cui:

C e D = 1 (nel punto di applicazione della forza a  $x=0$ ): costanti elastiche dipendenti dalla lunghezza d'onda propria della trave di ripartizione;

l = inverso della lunghezza d'onda caratteristica della trave su suolo elastico definita come

$$\lambda^4 = \frac{K}{4EI}$$

Dove:

K = modulo di reazione dipendente dalla rigidità della paratia;

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo	Foglio 23 di 120

$EJ = Ecl_s \times (bh^3/12)$ : rigidezza della trave di coronamento, a favore di sicurezza si considera il contributo della sola veletta di contenimento.

### 9.2.1.1. Berlinese con cavalletto

Il valore di K viene stimato tramite il programma Paratie valutando lo spostamento elastico in testa alla berlinese a cavalletto prodotto dall'applicazione di un carico unitario.

Poiché tale spostamento risulta minimo pari a circa 0.09 mm il valore di K è assunto uguale a  $K=11000\text{kN/m}$ .

Noti i valori di K ed EJ il valore di  $\lambda$  è dato da:

$$\lambda = 0.19 \text{ m}^{-1}$$

Nota il valore di  $\lambda$  è quindi possibile ricavare la larghezza di influenza su cui ripartire le sollecitazioni flettenti e taglianti generate dall'urto del veicolo.

Poiché, il valore della sollecitazione flettente si annulla ad una distanza x dal punto di applicazione della forza pari a:

$$x = \frac{\pi/4}{\lambda}$$

la sollecitazione dovuta all'urto si può ripartire su una distanza  $L_i$  pari a:

$$L_i = 2x = 2 \times 4.13 = 8.27 \text{ m}$$

Per la berlinese “a cavalletto”, a favore di sicurezza, il dimensionamento verrà effettuato considerando una larghezza di influenza pari a 2 volte l'interasse tiranti,  $L=4.8\text{m}$ .

Si ha quindi:

$$H_{urto} = 45/4.8 = 9.38 \text{ kN/ml};$$

$$M_{urto} = 45 \times 0.6/4.8 = 5.63 \text{ kNm/ml}.$$

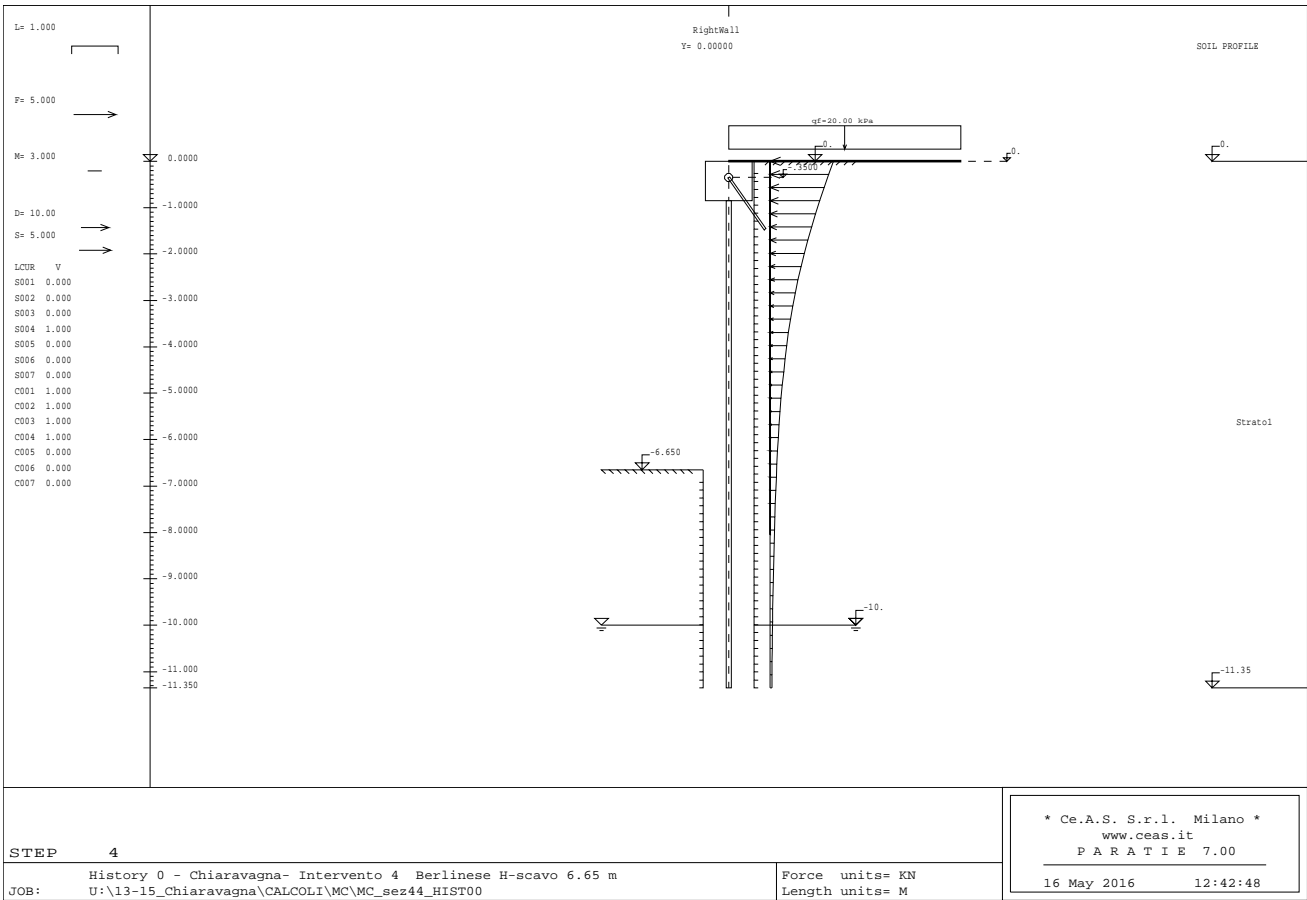
<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00  Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo</p> <p>Foglio  24 di  120</p>

### 9.3. Fasi e dati di calcolo

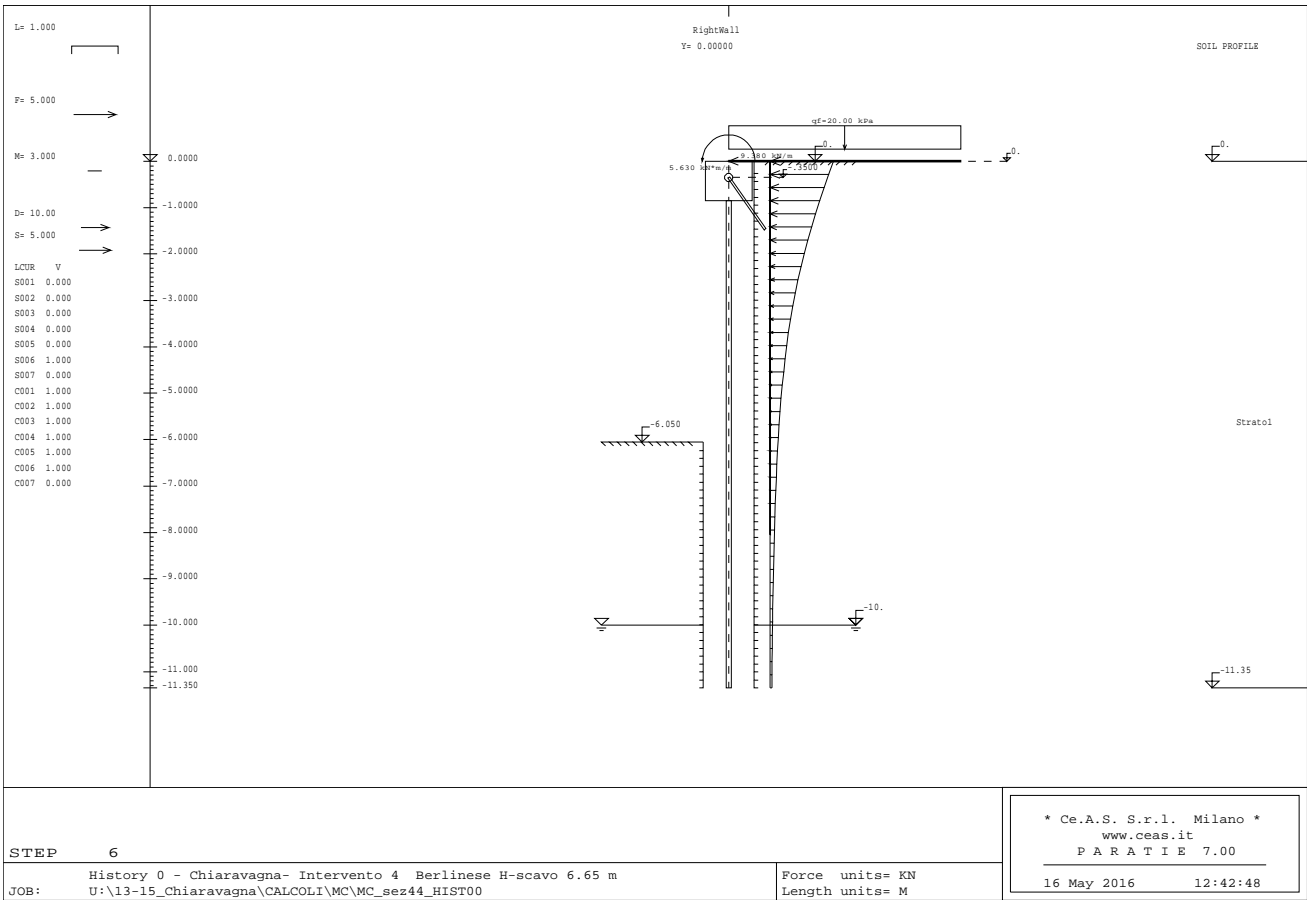
Di seguito le fasi di calcolo e lo schema dello scavo:

- Fase 0: start – nihil
- Fase 1: condizione geostatica:
  - quota zero al piano campagna;
  - applicazione della falda alla profondità di 10.0m da p.c.: la falda non interferisce con gli scavi;
- Fase 2: realizzazione
  - del cordolo di testa in c.a. schematizzato con le seguenti dimensioni 100cmx85cm;
  - e della berlinese fino alla profondità di -11.35m da piano campagna (lunghezza micropalo L=11m di cui 0.6m nel cordolo di testa);
- Fase 3: realizzazione del tirante a cavalletto;
- Fase 4: scavo alla profondità di -6.65m da piano campagna (fondo scavo  $\Delta H_{scv}=6.65m$ );
  - applicazione del sovraccarico accidentale  $q=20kPa$ , su uno sviluppo di 5 metri a monte a partire dal cordolo di testa;
- Fase 5: Esercizio:
  - profondità del fondo -6.05m da quota zero;
- Fase 6: Realizzazione del rivestimento del muro:
  - profondità del fondo scavo -5.5m da quota zero;
- Fase 7: Urto:
  - Momento concentrato in testa  $M=5.63kNm/ml$
  - Forza orizzontale concentrata in testa:  $H=9.38kN/ml$
- Fase 6: Sisma:
  - assenza di carichi accidentali
  - incremento di spinta sismica  $\Delta S=19.5kN/ml$  applicato su una altezza di 8.05 m (altezza max scavo) con distribuzione triangolare rovescia;
  - Inerzia cordolo di testa:  $I_{cordolo}=1.10kN/ml$ ;
  - Inerzia rivestimento del muro:  $I_{rivestimento}=0.37kN/ml$  distribuita su una altezza di 6.55m.

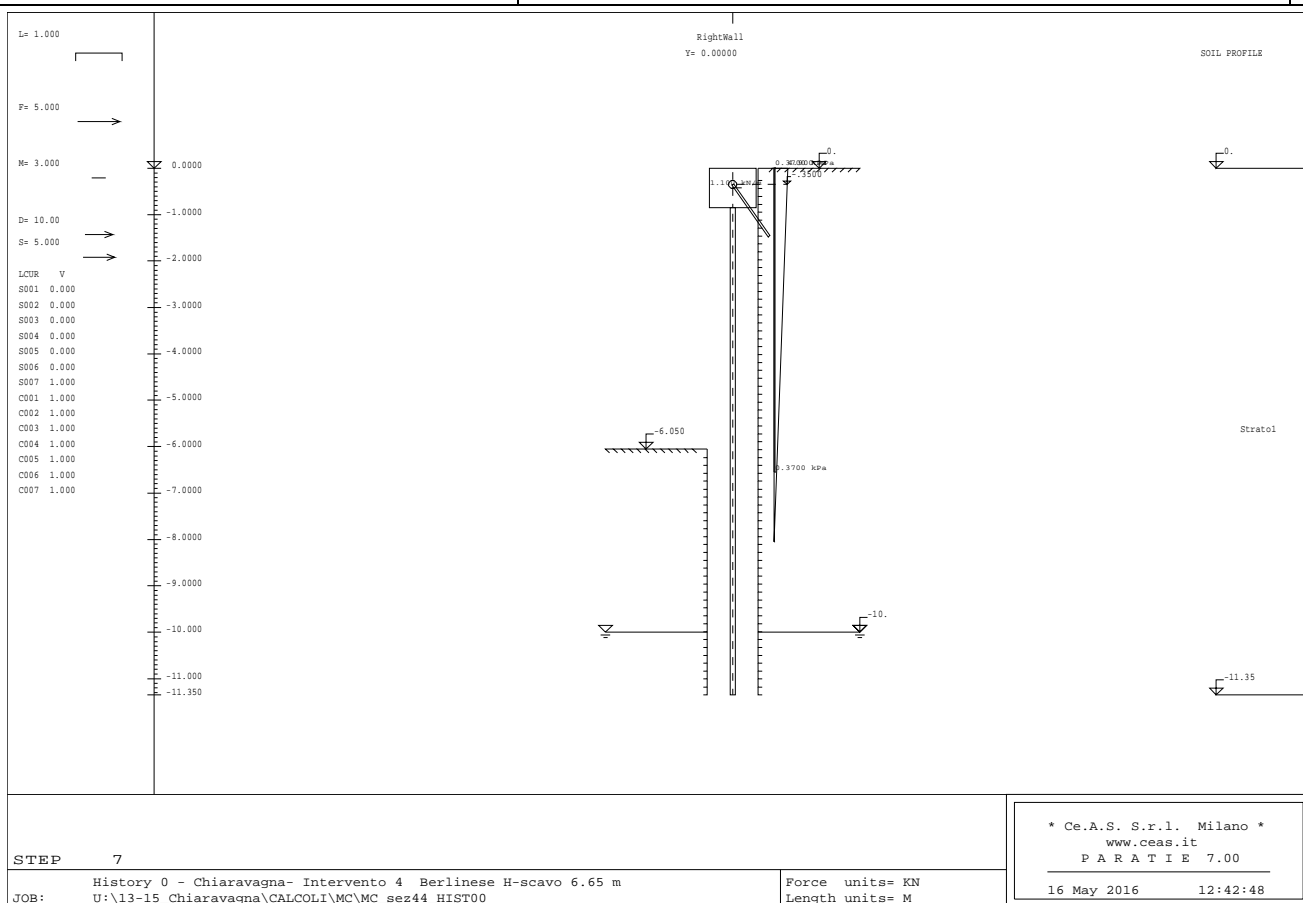




**Figura 7: Schema berlinese con cavalletto, massimo scavo**



**Figura 8: Schema berlinese con cavalletto, con urto**



**Figura 9: Schema berlinese con cavalletto, in presenza di sisma**

I parametri geotecnici caratteristici adottati per il dimensionamento dell’opera di sostegno, la stratigrafia di progetto e le ipotesi di falda sono state espone nei paragrafo § 7.

Per quanto concerne la definizione dei coefficienti di spinta attiva e passiva per ogni strato costituente la stratigrafia del sito, sono state assunte le seguenti ipotesi di calcolo:

- Statica: Angolo d’attrito terreno-paratia = 2/3 angolo di resistenza al taglio;
- Sismica: Angolo d’attrito terreno-paratia = 0 angolo di resistenza al taglio;
- Coefficienti di spinta attiva e passiva definito in accordo a Caquot e Kerisel (1948),

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 28 di 120

Sulla base delle ipotesi suddette, nella seguente tabella si riportano i coefficienti caratteristici di spinta attiva e passiva per ogni strato.

**Tabella 3 – Coefficienti di spinta caratteristici**

Litotipo	$\delta/\varphi$	STATICA			SISMICA		
		$k_a$	$k_p$	$k_0$	$\delta/\varphi$	$k_{aE}$	$k_{pE}$
Riperti	0.67	0.256	5.79	0.470	0.0	0.360	3.16
Dep.Alluvionali	0.67	0.256	5.79	0.470	0.0	0.360	3.16
Serpentiniti cataclamate	0.67	0.256	5.79	0.470	0.0	0.360	3.16
Serpentiniti	0.67	0.256	5.79	0.470	0.0	0.360	3.16

#### 9.4. Risultati di calcolo

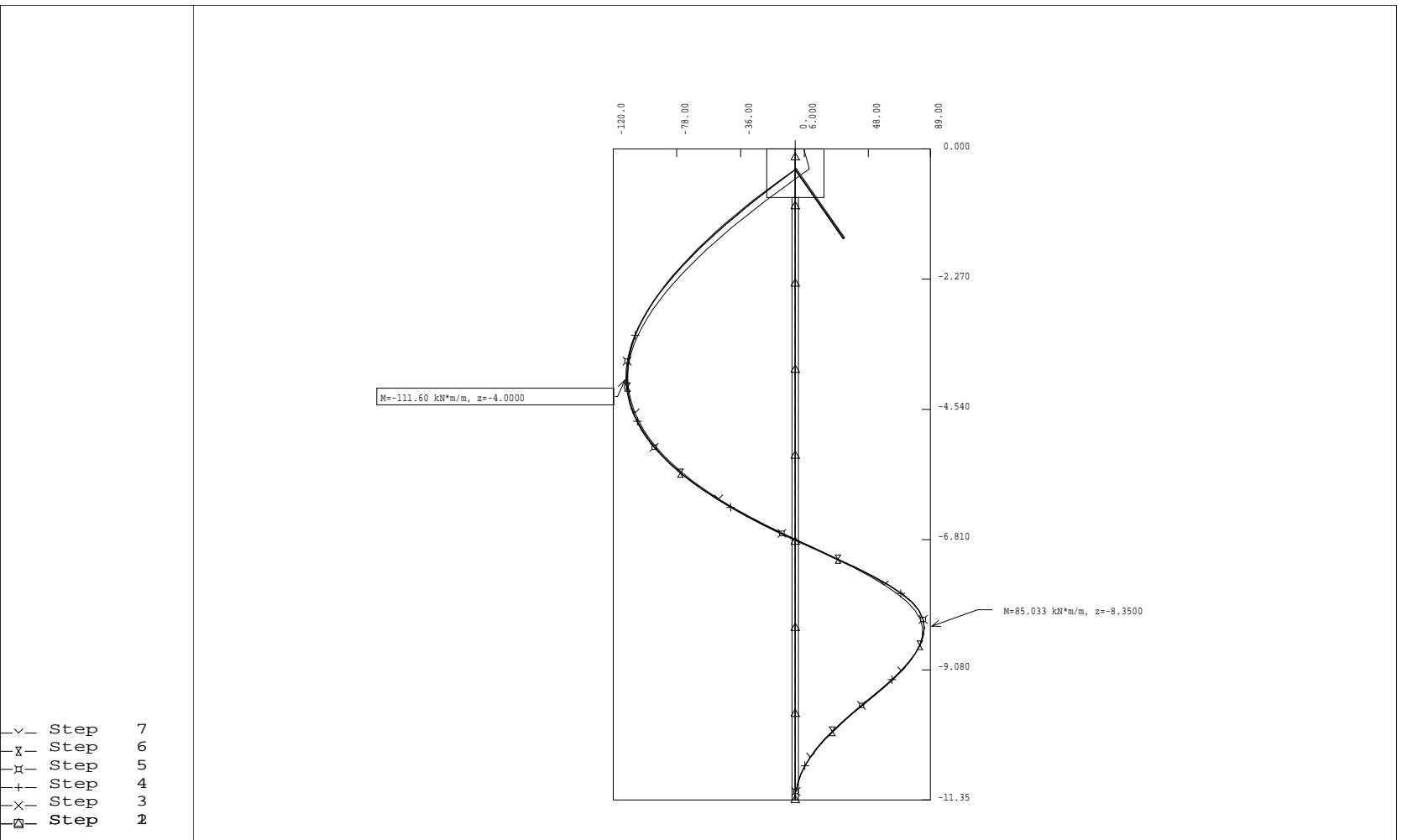
Di seguito sono schematizzati i risultati principali del dimensionamento della berlinese di sostegno. Per i dettagli di calcolo si rimanda agli allegati in coda.

condizione	Paratia		Tirante	Spostamenti	Spinta passiva
	M (kNm/ml)	T (kN/ml)	H (kN/ml)	$\delta$ (mm)	(%)
sisma	111.60	83.705	111.9	30.376	43



IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005\_A00  
 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo

Foglio 29 di 120



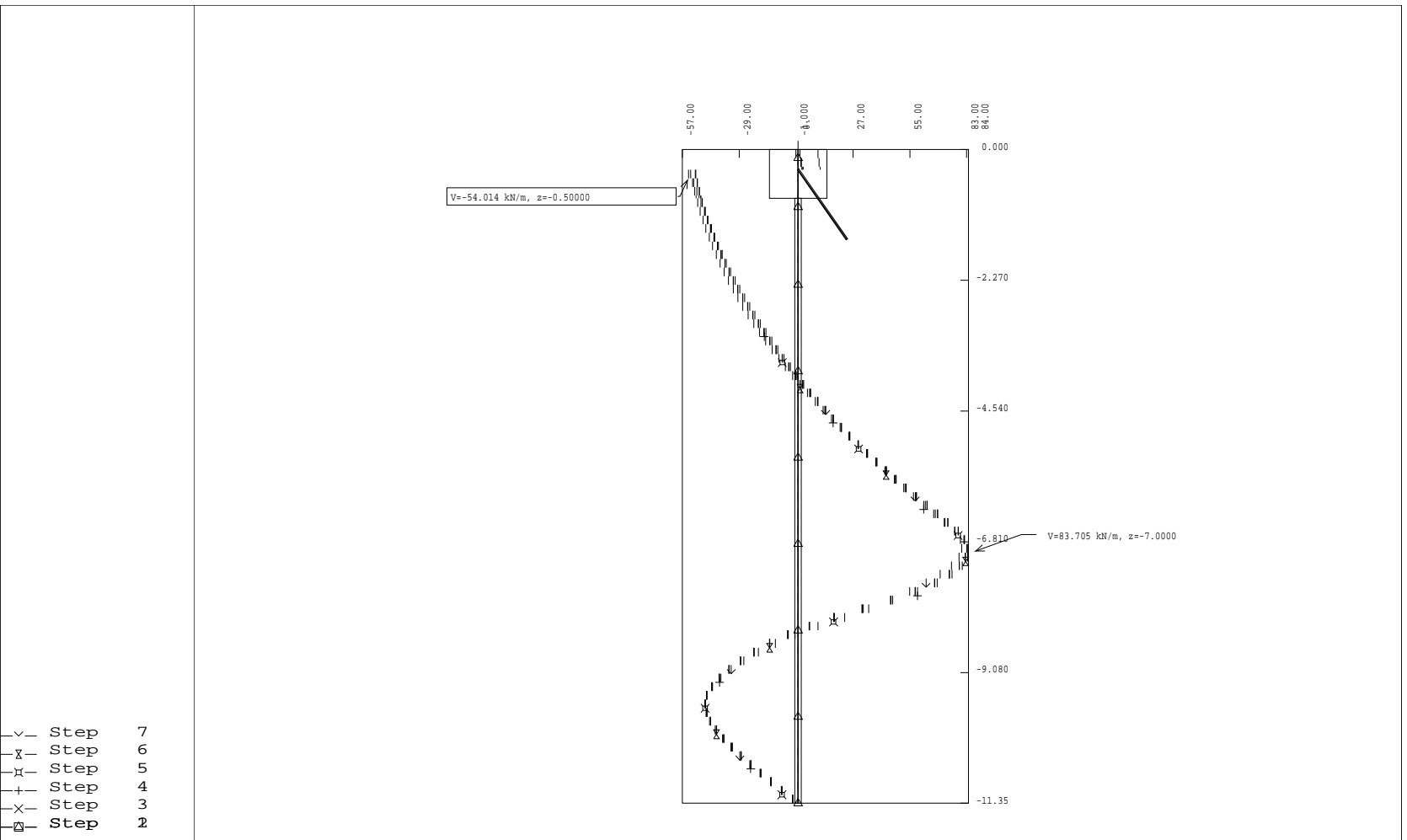
BENDING MOMENTS [kN\*m/m]  
 RANGE FROM 1 TO 7 GEOM. SCALE:0.88

History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m  
 JOB: U:\13-15\_Chiaravagna\CALCOLI\MC\MC\_sez44\_HIST00

Force units= KN  
 Length units= M

\* Ce.A.S. S.r.l. Milano \*  
 www.ceas.it  
 P A R A T I E 7.00  
 16 May 2016 12:48:54

Figura 10: Schema berlinese con cavalletto, andamento momenti



- Step 7
- Step 6
- Step 5
- Step 4
- Step 3
- Step 2

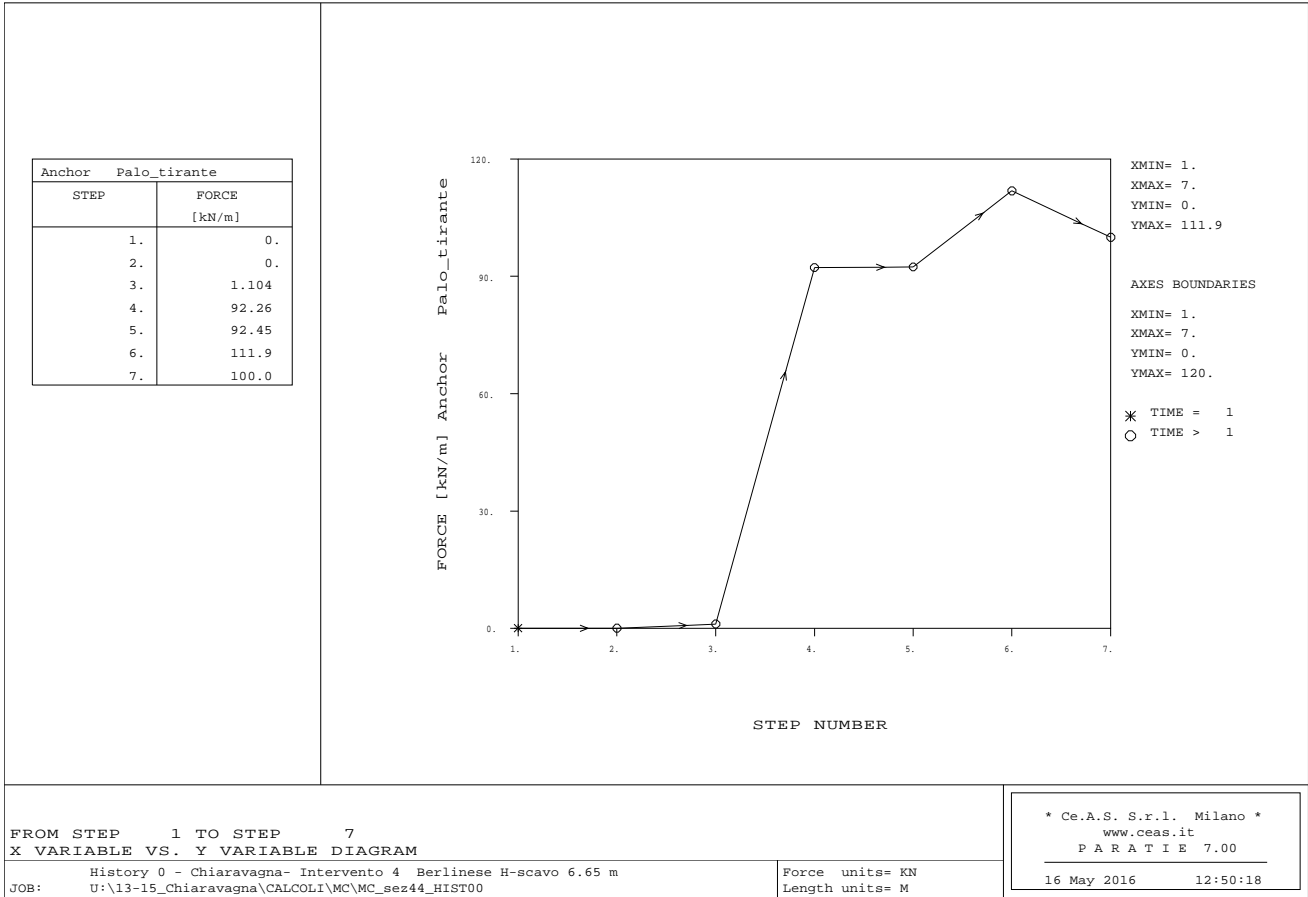
SHEAR FORCES [kN/m]  
 RANGE FROM 1 TO 7 GEOM. SCALE:0.88

History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m  
 JOB: U:\13-15\_Chiaravagna\CALCOLI\MC\MC\_sez44\_HIST00

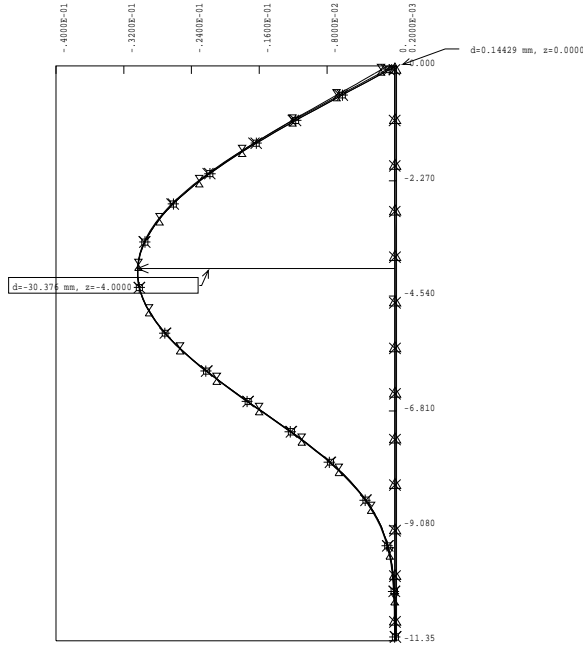
Force units= KN  
 Length units= M

\* Ce.A.S. S.r.l. Milano \*  
 www.ceas.it  
 P A R A T I E 7.00  
 16 May 2016 12:49:39

Figura 11 : Schema berlinese con cavalletto, andamento taglio



**Figura 12: Schema berlinese con cavalletto, andamento tiro tirante**



- v- step 7
- x- step 6
- \*- step 5
- +- step 4
- x- step 3
- Δ- step 2
- step 1

SCALE FACTOR:0.93 - AMPLIF. FACTOR 167.50  
DEF.SHAPE STEPS 1 / 7 [m]

History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m  
JOB: U:\13-15\_Chiaravagna\CALCOLI\MC\MC\_sez44\_HIST00

Force units= KN  
Length units= M

\* Ce.A.S. S.r.l. Milano \*  
www.ceas.it  
P A R A T I E 7.00  
16 May 2016 12:50:45

**Figura 13: Schema berlinese con cavalletto, andamento spostamenti**



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 33 di 120

## 9.5. Verifica strutturale dei micropali

La berlinese è stata prevista con micropali armati con tubolari in acciaio con diametro  $\varnothing = 168.3$  mm e spessore 16.0 mm (Acciaio Fe510), e su singola fila a interasse pari a 0.4 m.

La berlinese è una opera definitiva. Lo spessore maggiorato del tubolare tiene conto del fenomeno della corrosione. Considerato una corrosione, secondo i criteri della FHWA (Tabella 4), di 1.6mm lo spessore di calcolo dell’armatura del micropalo risulta pari a  $s_{ridotto}=14.4$ mm.

**Table 4-7. Minimum Dimensions (mm) of Shell Thickness as Corrosion Protection**

Soil Type	Service Life (years)			
	25	50	75	100
Not Aggressive	0.25	0.60	0.70	0.80
Barely Aggressive	1.00	1.60	2.00	2.50
Very Aggressive	2.50	4.00	5.00	6.00

Source: CCTG, 1993.

**Tabella 4: Sovrappessori per corrosione (FHWA)**

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 34 di 120

Di seguito la scheda di verifica. La verifica risulta soddisfatta.

### Micropali

#### Geometria

Diametro esterno della sezione tubolare	d	=	168.3	mm
Spessore della sezione tubolare	t	=	14.4	mm
Diametro interno della sezione tubolare	d <sub>int</sub>	=	139.5	mm
Area sezione	A	=	6962.3	mm <sup>2</sup>
Momento di inerzia della sezione	I	=	2079.3	cm <sup>4</sup>
Modulo di resistenza elastico	W	=	247.1	cm <sup>3</sup>
Momento statico di metà sezione	S <sub>A/2</sub>	=	171.03	cm <sup>3</sup>

#### Azioni di progetto

Sforzo normale	N <sub>Ed</sub>	=	0.0	kN
Momento flettente	M <sub>Ed</sub>	=	44.6	kN m
Taglio	V <sub>Ed</sub>	=	33.5	kN
interasse	i		0.4	m

#### Verifica in campo elastico

Tensione normale	σ <sub>x,Ed</sub>	=	180.66	MPa
Tensione tangenziale	τ <sub>ED</sub>	=	9.56	MPa
Sigma ideale	σ <sub>id</sub>	=	180.7	-
	F <sub>e</sub>		510	
	σ <sub>adm</sub>		240	
	S <sub>id</sub> < σ <sub>adm</sub>			ok

$$\sigma_{id} = \pm \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3 \tau_{xy}^2}$$

$$\sigma_{id} = \pm \sqrt{\sigma_x^2 + 3 \tau_{xy}^2}$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo	Foglio 35 di 120

## 9.6. Verifica tirante

La berlinese è stata prevista con tiranti definitivi a cavalletto realizzati da micropali armati con tubolare in acciaio con diametro  $\varnothing = 168.3$  mm e spessore 8.0 mm (Acciaio Fe510), disposti a interasse pari a 2.4 m, inclinazione di  $35^\circ$  rispetto la verticale e lunghezza di 13.0m di cui 0.6 nel cordolo della berlinese.

Considerato una corrosione, secondo i criteri della FHWA (Tabella 4), di 1.6mm lo spessore di calcolo dell'armatura del micropalo risulta pari a  $s_{ridotto}=6.4$ mm.

Di seguito la scheda di verifica. La verifica risulta soddisfatta.

Diametro esterno nominale	D	168.30 [mm]
Spessore nominale	T	8.00 [mm]
Corrosione	c	1.60 [mm]
Diametro interno nominale	d	155.50 [mm]
<b>Area della sezione trasversale</b>	<b>A</b>	<b>32.6 [cm<sup>2</sup>]</b>

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo

Foglio  
36 di  
120

### **Micropali passivo a Cavalletto**

Tiro di calcolo	T	=	111.9	kN/ml
interasse	i	=	2.4	m
Tiro di Esercizio	N <sub>ES</sub>	=	268.6	kN

### **Verifica strutturale**

secondo prescrizioni AICAP

Sollecitazione assiale di esercizio nell'elemento di ancoraggio	N <sub>ES</sub>	=	268.6	kN
Area della sezione resistente dell'elemento di ancoraggio	A	=	32.6	cm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a rottura di trazione del materiale che costituisce l'elemento di ancoraggio	f <sub>ptk</sub>	=	510	N/mm <sup>2</sup>

$$N_{ES} \leq 0.6 \times 0.9 \times A \times f_{ptk}$$

Resistenza ammissibile: 0.6 0.9 A f <sub>ptk</sub>	R <sub>adm</sub>	=	896	kN
	La verifica è	:	<b>soddisfatta</b>	

### **Verifica geotecnica del tratto di fondazione**

secondo prescrizioni AICAP

$$\pi \times (\alpha \times D) \times L_A \times \tau_{LIM} \geq FS \times N_{ES}$$

Diametro nominale del tratto attivo	D	=	0.24	m
Coefficiente empirico correlato con la metodologia di esecuzione delle iniezioni del tratto di fondazione	$\alpha$	=	1	
Aderenza unitaria limite fra fondazione e terreno	$\tau_{LIM}$	=	150	kN/m <sup>2</sup>
<u>tirante provvisorio o definitivo?</u>		:	<b>definitivo</b>	
Coefficiente di sicurezza globale	FS	=	2.5	
Tratto di fondazione dell'elemento di ancoraggio	L <sub>A</sub>	=	5.9	m

### **Geometria tirante**

Tratto libero di ancoraggio	L <sub>L</sub>	=	6.6	m
Tratto di fondazione dell'elemento di ancoraggio	L <sub>A</sub>	=	5.9	m
Lunghezza perforazione dell'ancoraggio	L <sub>t</sub>	=	12.5	
Tratto di ancoraggio all'interno del cordolo		=	0.0	m
Lunghezza totale dell'ancoraggio	L <sub>tot</sub>	=	12.5	m

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 37 di 120

### 9.6.1. Verifica ancoraggio testa tirante

Per quanto concerne le verifiche dei micropali-tirante delle berlinesi, il tiro massimo di calcolo proveniente dall'analisi viene confrontato con quello ammissibile per il tubo di armatura e con quello ammissibile della fondazione (verifica del bulbo d'ancoraggio).

Come risulta dai tabulati Paratie, la massima sollecitazione assiale a metro sui micropali tirante risulta pari a 155.4 kN/m da cui si ricava un tiro massimo:

$$N_{\max} = 111.9 \times 2.4 = 268.6 \text{ kN}$$

I pali tirante sono tutti armati con  $\varnothing$  168.3 sp 8 mm; la tensione massima nei pali di armatura risulta quindi:

$$\sigma = \frac{N_{\max}}{A} = 82.5 \text{ MPa} < \sigma_{\text{amm}}$$

Per un tubo di armatura di diametro 168.3 mm la superficie di aderenza (considerato un tratto immerso nella trave di coronamento pari a 50 cm) risulta di 0.264 m<sup>2</sup>

Si ha quindi una  $\tau$  di aderenza tra acciaio e calcestruzzo pari a:

$$T_{\max} = 268.6 \text{ kN}$$

$$\tau = T_{\max} / A_l = 1.02 \text{ MPa}$$

Tale valore risulta superiore al limite  $1.5 t_{c0}$  ( $1.5 \times 0.60 = 0.90 \text{ MPa}$ ) valido per barre tonde lisce.

Si è quindi inserito sulla testa dei micropali un piatto saldato, irrigidito da appositi fazzoletti che ha lo scopo di trasmettere la forza di sfilamento come forza di compressione sul calcestruzzo della trave di coronamento.

Considerando un piatto di dimensioni 280 x 280 mm e spessore 16 mm, e trascurando totalmente l'attrito tra palo e calcestruzzo, lo sforzo sul calcestruzzo risulta:

$$\sigma_c = 268.6 / (0.28^2 - 0.022) = 4.8 \text{ MPa} < \sigma_{c,\text{amm}}$$

La verifica a punzonamento nell'intorno della piastra, considerando un perimetro di diffusione pari a 0.50 x 4 m risulta:

$$\tau_c = 268.6 / (0.5 \times 2.56) = 0.21 \text{ MPa} < \tau_{c0}$$

La verifica dello spessore della piastra di acciaio porge i seguenti valori di tensione:

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlese di micropali- Relazione di calcolo</p>	<p>Foglio 38 di 120</p>

$$\sigma_s = M/W = (4.8 \times 55^2/2) / (16^3/6) = 169.5 \text{ MPa}$$

dove 55 mm è la distanza tra tubo e bordo libero della piastra.

Le sollecitazioni alla base delle costolature di irrigidimento sono pari a

$$T = 268.6 / 4 = 67.14 \text{ kN}$$

$$M = 67.14 \times 0.05 = 3.357 \text{ kNm}$$

L'area di attacco delle costolature è pari a 150 x 10 mm da cui discendono i seguenti valori di tensione:

$$\sigma_s = \frac{M}{W} = 89.52 \text{ MPa}$$

$$\tau = \frac{T}{A} = 44.76 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{id} = 90.3 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{id} < \sigma_{amm}$$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 39 di 120

### 9.7. Verifica trave di testa berlinese

E' prevista una trave di coronamento in c.a. di dimensioni 110 cm x60 cm (calcestruzzo classe C25/30).

I valori massimi delle sollecitazioni flettenti e taglianti alla testa dei cordoli delle paratie sono dati da:

$$M_{tr} = 111.90 \times 2.40^2 / 10 = 64.50 \text{ kNm}$$

$$H_{tr} = 111.90 \times 2.40 / 2 = 134.3 \text{ kN}$$

Si dispongono: correnti sul lato di 60cm: 5+5  $\varnothing$  20 (interni ed esterni) e staffe  $\varnothing$  16/20 cm.

<b>Momento massimo</b>	M =	64.50	kNm
<b>Taglio massimo</b>	T =	134.30	kN
<b>Verifiche di resistenza</b>			
Asse neutro (da lembo compresso)	x =	22.57	cm
Momento di inerzia sezione parzializzata	J =	1829455	cm <sup>4</sup>
tensione cls	$\sigma_c$ =	0.80	MPa
tensione acciaio layer 1	$\sigma_{s1}$ =	-42.7	MPa
tensione acciaio layer 2	$\sigma_{s2}$ =		MPa
<b>Verifica a fessurazione</b>			
tensione cls per fessurazione	$\sigma_c$ =	0.80	MPa
tensione acciaio per fessurazione	$\sigma_{s1}$ =	42.7	MPa
momento di prima fessurazione	$M_{fck}$ =	310.76	kNm
momento di apertura fessure	$M_{fctm}$ =	369.95	kNm
tensione acciaio per $M_{fctm}$	$\sigma_{sr}$ =	245.2	MPa
		$M_{cr} > M$	mm
<b>Verifica a taglio</b>			
massimo sforzo di taglio	$\tau_{max}$ =	0.24	MPa

La sezione è verificata, non si ha apertura di fessure.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 40 di 120

## 10. BERLINESE DI MICROPALI A SBALZO

Nel presente capitolo sono esposti i calcoli del muro di micropali a sbalzo. In particolare sono stati esplicitati, come rappresentativi, i calcoli per una altezza di scavo  $H=3.00$  m.

Altezza scavo (m)	SCHEMA	Svio	Micropalo lunghezza (m)	Cavalletto lunghezza (m)
6.55	cavalletto	guard-rail	11	13
6	cavalletto	guard-rail	10	13
5	cavalletto	guard-rail	9	10
4.4	cavalletto	guard-rail	8	10
3.8	cavalletto	guard-rail	7	8
<b>3.0</b>	<b>sbalzo</b>	<b>guard-rail</b>	<b>7 - 6</b>	<b>-</b>
< 3.0	sbalzo	muro in c.a.	6 - 3	-

### 10.1. Descrizione dell'opera

La berlinese è costituita da micropali con schema semplice a sbalzo. La massima altezza di scavo considerata è pari a  $H_{scavo} = 3.0$  m dal piano campagna.

La berlinese ha le seguenti caratteristiche:

Micropali della berlinese:

Diametro di perforazione  $D_p = 220 \div 240$  mm;

Armatura con tubolare  $\varnothing = 168.3$  e spessore  $sp = 16$  mm (acciaio Fe510);

Interasse longitudinale  $i = 0.40$  m;

Lunghezza totale micropali variabile in funzione dell'altezza del muro:  $L = 7.0$  m;

Lunghezza perforazione  $L = 6.40$  m, e  $0.60$  m di infissione nella trave di coronamento.

Trave di coronamento in c.a. di dimensioni  $70$  cm x  $60$  cm (calcestruzzo classe C25/30).

### 10.2. Azioni di calcolo

A monte della paratia sono stati considerati i seguenti carichi (in condizioni statiche e sismiche):

- Sovraccarico da traffico  $\Rightarrow$  si assume un carico di superficie con intensità pari a

$$Q_{cantiere/traffico} = 20 \text{ kPa} .$$



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 41 di 120

- AZIONE SISMICA: Oltre l'azione della spinta statica vengono considerati:
  - o Incremento di spinta sismico  $\Delta F = \Delta F = 6.10 \text{ kN/m}$  agente su una altezza di  $H_{\Delta \text{sismico}} = 4.50 \text{ m}$  pari all'altezza del muro  $H_{\text{muro}} = 2.50 \text{ m}$  maggiorata di 2 m. Tale incremento di spinta è considerato applicato a 2/3 dell'altezza di riferimento.
  - o Inerzia rivestimento muro:  $I_{\text{rivestimento}} = 0.3 \text{ kN/ml}$  distribuito sulla altezza del rivestimento di 3.0 m.
  - o Una forza di inerzia orizzontale del cordolo di testa:  $I_{\text{cordolo}} = 0.6 \text{ kN/m}$ .

### 10.2.1. *Urto di veicolo in svio*

Come accennato in premessa, sulle travi di coronamento delle berlinesi sono previsti dei sicurvia.

Per il dimensionamento delle opere si è fatto riferimento all'urto previsto dalla Normativa sui parapetti dei ponti stradali che prevede l'applicazione di una forza di 45 kN ad una altezza di 0.60 m rispetto al piano viabile.

Per la ripartizione di tale forza tra i micropali della berlinese si è considerato uno schema di trave infinitamente estesa su suolo elastico, nella quale la reazione elastica è fornita dai pali della paratia.

Detta P la forza d'urto concentrata in un punto del parapetto di ascissa  $x=0$ , il momento sollecitante prodotto sulla trave di coronamento risulta pari a:

$$M = C \frac{P}{4\lambda}$$

$$T = D \frac{P}{2}$$

In cui:

C e D = 1 (nel punto di applicazione della forza a  $x=0$ ): costanti elastiche dipendenti dalla lunghezza d'onda propria della trave di ripartizione;

l = inverso della lunghezza d'onda caratteristica della trave su suolo elastico definita come

$$\lambda^4 = \frac{K}{4EI}$$

Dove:

K = modulo di reazione dipendente dalla rigidità della paratia;

EJ = Ecls  $x(bh^3/12)$ : rigidità della trave di coronamento, a favore di sicurezza si considera il contributo della sola veletta di contenimento.

#### 10.2.1.1. Berlinese a sbalzo

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo</p>	<p>Foglio 42 di 120</p>

Il valore di K viene stimato tramite il programma Paratie valutando lo spostamento elastico in testa alla berlinese a sbalzo (condizione più sfavorevole) prodotto dall'applicazione di un carico unitario. Poiché tale spostamento risulta minimo pari a circa 0.62 mm il valore di K è assunto uguale a  $K=1590\text{kN/m}$ .

Noti i valori di K ed EJ il valore di  $\lambda$  è dato da:

$$\lambda = 0.194 \text{ m}^{-1}$$

Noto il valore di  $\lambda$  è quindi possibile ricavare la larghezza di influenza su cui ripartire le sollecitazioni flettenti e taglianti generate dall'urto del veicolo.

Poiché, il valore della sollecitazione flettente si annulla ad una distanza x dal punto di applicazione della forza pari a:

$$x = \frac{\pi/4}{\lambda}$$

la sollecitazione dovuta all'urto si può ripartire su una distanza  $L_i$  pari a:

$$L_i = 2x = 2 \times 4.05 = 8.1 \text{ m}$$

Per la berlinese “a sbalzo”, il dimensionamento verrà effettuato considerando una larghezza di influenza pari a  $L=8.0\text{m}$ .

Si ha quindi:

$$H_{\text{urto}} = 45/8 = 5.625 \text{ kN/ml};$$

$$M_{\text{urto}} = 45 \times 0.6/8 = 3.375 \text{ kNm/ml}.$$

La sollecitazione massima flettente sulla trave di coronamento della berlinese a sbalzo per effetto dell'urto è quindi data da:

$$M_{\text{tr}} = 45 / (4 \times 0.194) = 57.99 \sim 58 \text{ kNm}$$

$$H_{\text{tr}} = 45/2 = 22.5 \text{ kN}$$

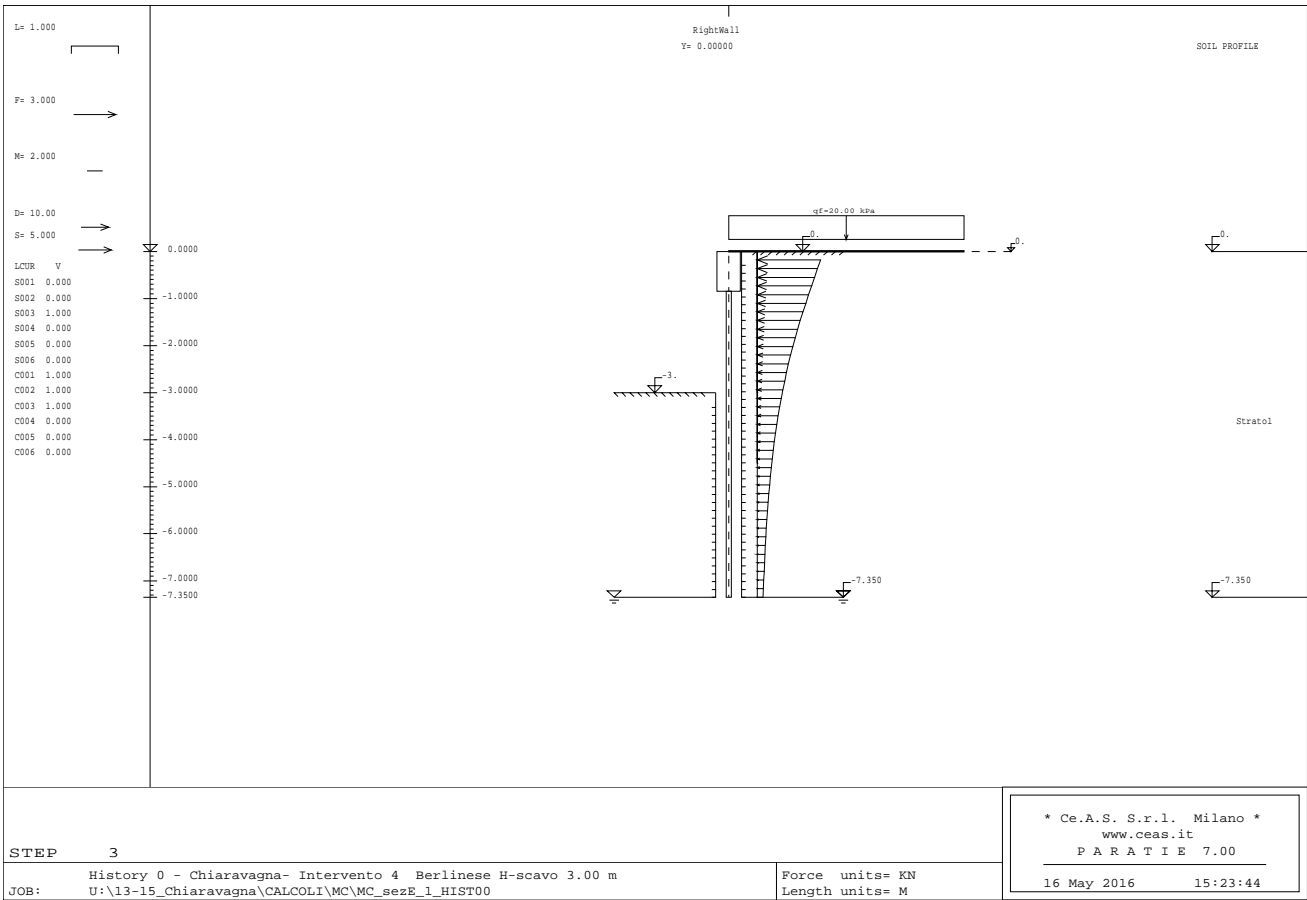
Questi valori di sollecitazione sono utilizzati nelle verifiche successive per il dimensionamento delle armature nelle travi di testata delle berlinesi.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 		
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo <table border="1" data-bbox="1420 224 1532 322"> <tr> <td>Foglio</td> <td>43 di 120</td> </tr> </table>	Foglio	43 di 120
Foglio	43 di 120		

### 10.3. Fasi e dati di calcolo

Di seguito le fasi di calcolo e lo schema dello scavo:

- Fase 0: start – nihil
- Fase 1: condizione geostatica:
  - quota zero al piano campagna;
  - falda alla profondità di 10.0m da p.c.: la falda non interferisce con gli scavi;
- Fase 2: realizzazione
  - del cordolo di testa in c.a. schematizzato con le seguenti dimensioni 50cmx85cm;
  - e della berlinese fino alla profondità di -7.35m da piano campagna (lunghezza micropalo L=7m di cui 0.6m nel cordolo di testa);
- Fase 3: scavo alla profondità di -3.00m da piano campagna (fondo scavo  $\Delta H_{scv}=3.00m$ );
  - applicazione del sovraccarico accidentale  $q=20kPa$ , su uno sviluppo di 5 metri a monte a partire dal cordolo di testa;
- Fase 4: Esercizio:
  - profondità del fondo -2.50m da quota zero;
- Fase 5: Urto:
  - Momento concentrato in testa  $M=5.63kNm/ml$
  - Forza orizzontale concentrata in testa:  $H=9.38kN/ml$
- Fase 6: Sisma:
  - assenza di carichi accidentali
  - incremento di spinta sismica  $\Delta S=6.1kN/ml$  applicato su una altezza di 4.50 m (altezza max scavo) con distribuzione triangolare rovescia;
  - Inerzia cordolo di testa:  $I_{cordolo}=0.60kN/ml$ ;
  - Inerzia rivestimento del muro:  $I_{rivestimento}=0.50kN/ml$  distribuita su una altezza di 6.55m.



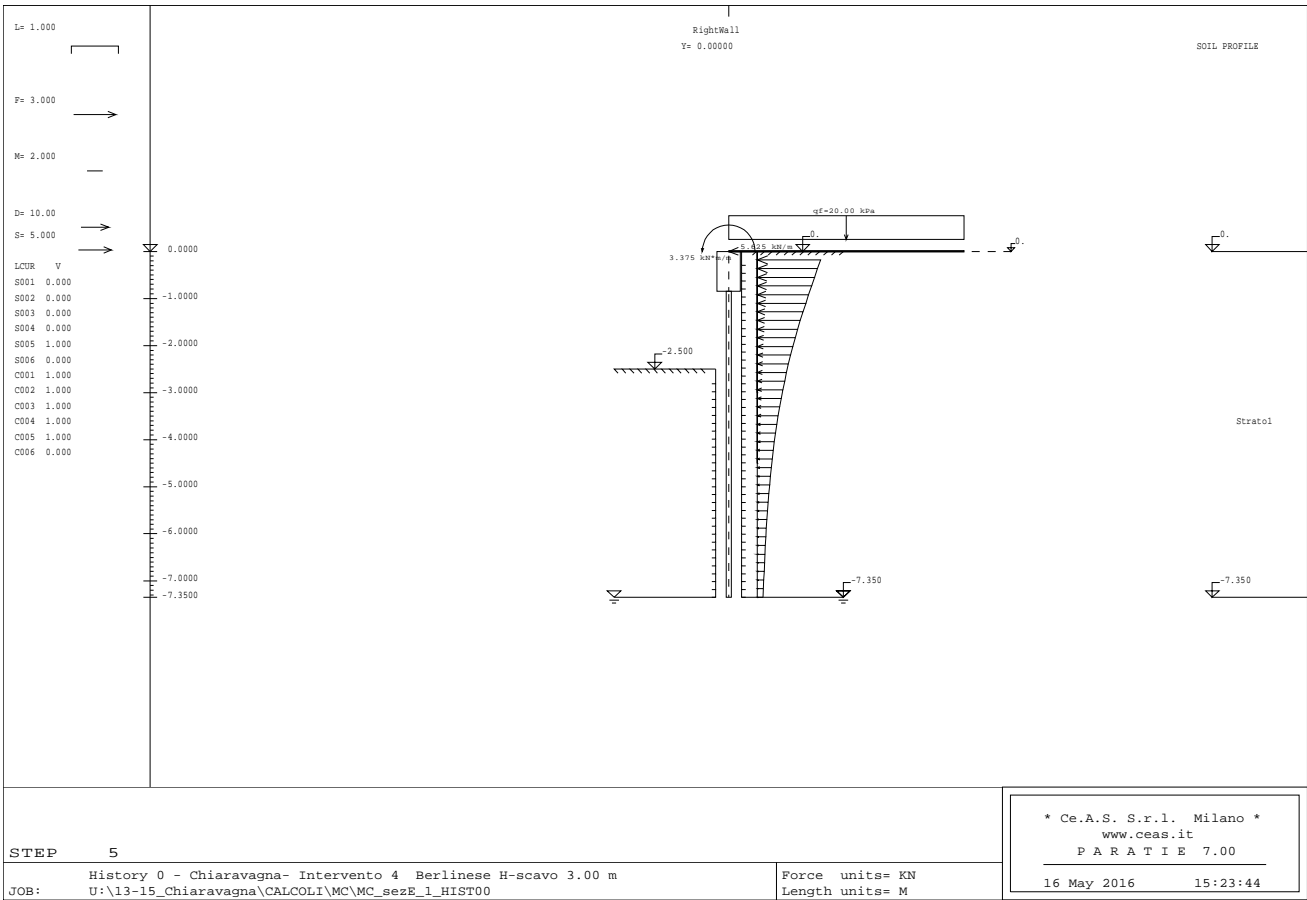
STEP 3

History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 3.00 m  
JOB: U:\13-15\_Chiaravagna\CALCOLI\MC\MC\_sezE\_1\_HIST00

Force units= KN  
Length units= M

\* Ce.A.S. S.r.l. Milano \*  
www.ceas.it  
P A R T I E 7.00  
16 May 2016 15:23:44

**Figura 14: Schema berlinese a sbalzo, massimo scavo**



**Figura 15: Schema berlinese a sbalzo, con urto**



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 47 di 120

Sulla base delle ipotesi suddette, nella seguente tabella si riportano i coefficienti caratteristici di spinta attiva e passiva per ogni strato.

**Tabella 5 – Coefficienti di spinta caratteristici**

Litotipo	$\delta/\varphi$	STATICA			SISMICA		
		$k_a$	$k_p$	$k_0$	$\delta/\varphi$	$k_{aE}$	$k_{pE}$
Riperti	0.67	0.256	5.79	0.470	0.0	0.360	3.16
Dep.Alluvionali	0.67	0.256	5.79	0.470	0.0	0.360	3.16
Serpentiniti cataclasate	0.67	0.256	5.79	0.470	0.0	0.360	3.16
Serpentiniti	0.67	0.256	5.79	0.470	0.0	0.360	3.16

#### 10.4. Risultati di calcolo

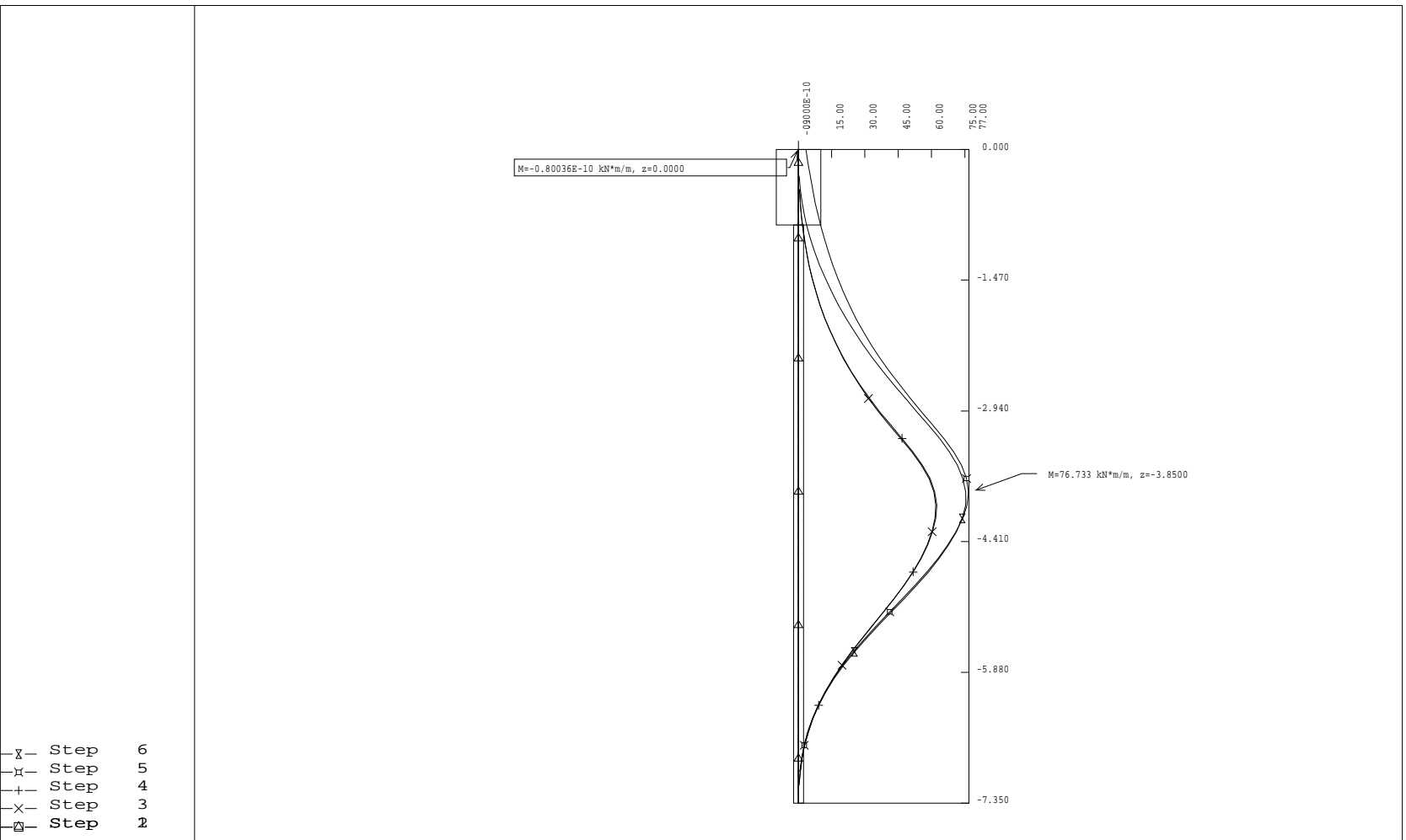
Di seguito sono schematizzati i risultati principali del dimensionamento della berlinese di sostegno. Per i dettagli di calcolo si rimanda agli allegati in coda.

condizione	Paratia		Spostamenti $\delta$ (mm)	Spinta passiva (%)
	M (kNm/ml)	T (kN/ml)		
sisma	76.733	38.731	35.632	31



IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005\_A00  
 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo

Foglio 48 di 120



BENDING MOMENTS [kN\*m/m]  
 RANGE FROM 1 TO 6 GEOM. SCALE:0.57

History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 3.00 m  
 JOB: U:\13-15\_Chiaravagna\CALCOLI\MC\MC\_sezE\_1\_HIST00

Force units= KN  
 Length units= M

\* Ce.A.S. S.r.l. Milano \*  
 www.ceas.it  
 P A R A T I E 7.00  
 16 May 2016 15:25:55

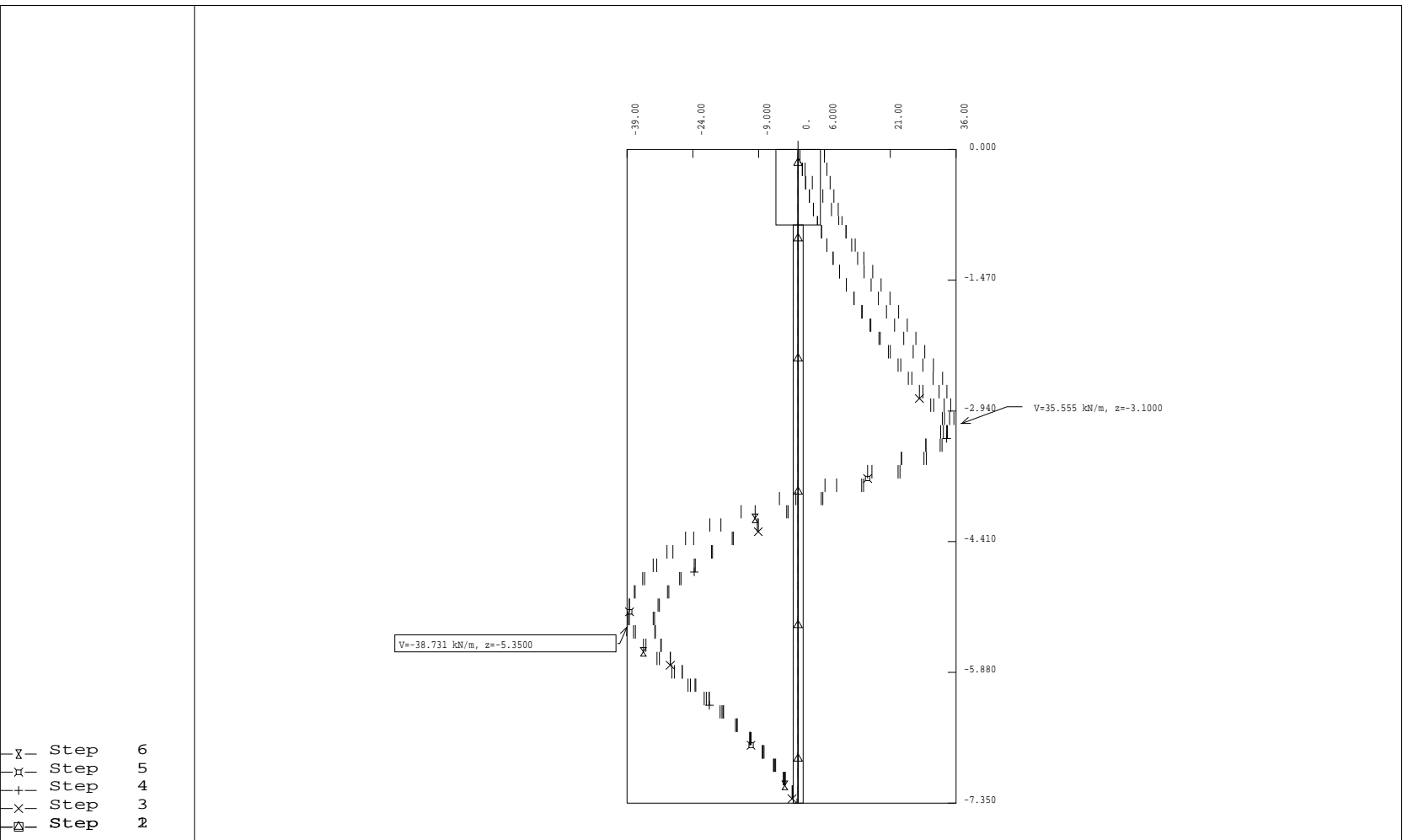
Figura 17: Berlinese a spalzo, andamento momenti





IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005\_A00  
 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo

Foglio 49 di 120



SHEAR FORCES [kN/m]  
 RANGE FROM 1 TO 6 GEOM. SCALE:0.57

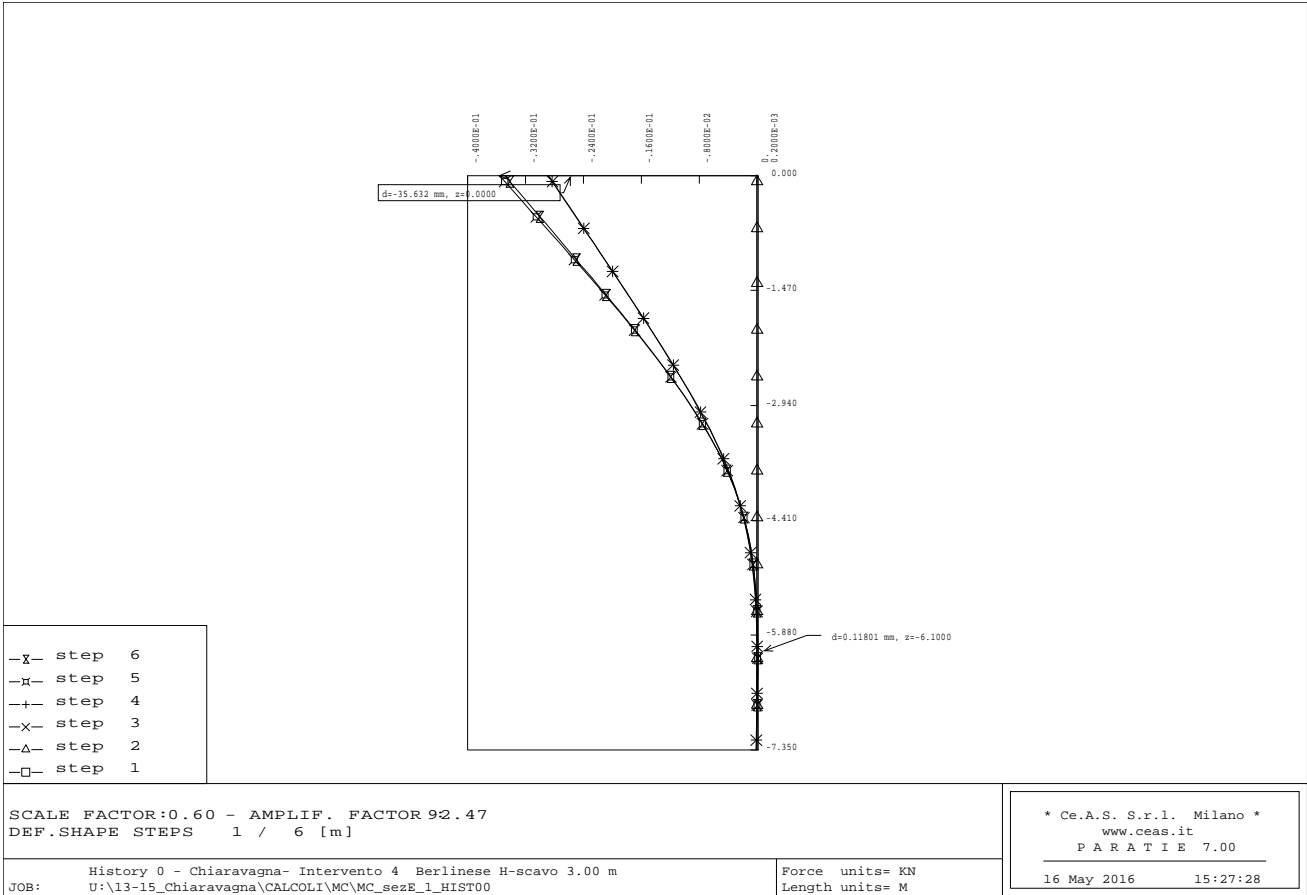
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 3.00 m  
 JOB: U:\13-15\_Chiaravagna\CALCOLI\MC\MC\_sezE\_1\_HIST00

Force units= KN  
 Length units= M

\* Ce.A.S. S.r.l. Milano \*  
 www.ceas.it  
 P A R A T I E 7.00  
 16 May 2016 15:26:31

Figura 18: Berlinese a sbalzo, andamento taglio

- X- Step 6
- x- Step 5
- + Step 4
- X- Step 3
- x- Step 2



**Figura 19: Berlinese a sbalzo, andamento spostamenti**

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo

Foglio  
51 di  
120

### 10.5. Verifica strutturale dei micropali

La berlinese è stata prevista con micropali armati con tubolari in acciaio con diametro  $\varnothing = 168.3$  mm e spessore 16.0 mm (Acciaio Fe510), e su singola fila a interasse pari a 0.4 m.

La berlinese è una opera definitiva. Lo spessore maggiorato del tubolare tiene conto del fenomeno della corrosione. Considerato una corrosione, secondo i criteri della FHWA (Tabella 4), di 1.6mm lo spessore di calcolo dell’armatura del micropalo risulta pari a  $s_{ridotto}=14.4$ mm.

**Table 4-7. Minimum Dimensions (mm) of Shell Thickness as Corrosion Protection**

Soil Type	Service Life (years)			
	25	50	75	100
Not Aggressive	0.25	0.60	0.70	0.80
Barely Aggressive	1.00	1.60	2.00	2.50
Very Aggressive	2.50	4.00	5.00	6.00

Source: CCTG, 1993.

**Tabella 6: Sovrappessori per corrosione (FHWA)**

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 52 di 120

Di seguito la scheda di verifica. La verifica risulta soddisfatta.

### Micropali

#### Geometria

Diametro esterno della sezione tubolare	d	=	168.3	mm
Spessore della sezione tubolare	t	=	14.4	mm
Diametro interno della sezione tubolare	d <sub>int</sub>	=	139.5	mm
Area sezione	A	=	6962.3	mm <sup>2</sup>
Momento di inerzia della sezione	I	=	2079.3	cm <sup>4</sup>
Modulo di resistenza elastico	W	=	247.1	cm <sup>3</sup>
Momento statico di metà sezione	S <sub>A/2</sub>	=	171.03	cm <sup>3</sup>

#### Azioni di progetto

Sforzo normale	N <sub>Ed</sub>	=	0.0	kN
Momento flettente	M <sub>Ed</sub>	=	30.7	kN m
Taglio	V <sub>Ed</sub>	=	15.5	kN
interasse	i		0.4	m

#### Verifica in campo elastico

Tensione normale	σ <sub>x,Ed</sub>	=	124.21	MPa
Tensione tangenziale	τ <sub>ED</sub>	=	4.42	MPa
Sigma ideale	σ <sub>id</sub>	=	124.3	-
	Fe		510	
	σ <sub>adm</sub>		240	
	S <sub>id</sub> < σ <sub>adm</sub>			ok

$$\sigma_{id} = \pm \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3 \tau_{xy}^2}$$

$$\sigma_{id} = \pm \sqrt{\sigma_x^2 + 3 \tau_{xy}^2}$$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 53 di 120

### 10.6. Verifica trave di testa berlinese

E' prevista una trave di coronamento in c.a. di dimensioni 70 cm x60 cm (calcestruzzo classe C25/30).

I valori massimi delle sollecitazioni flettenti e taglianti alla testa dei cordoli delle paratie sono dati da (riferimento § 10.2.1.1):

Mtr = 58.0 kNm

Htr = 22.5 kN

Si dispongono: correnti sul lato di 60cm: 5+5 ø 20 (interni ed esterni) e staffe ø 16/20 cm.

<b>Momento massimo</b>	M =	58.00	kNm
<b>Taglio massimo</b>	T =	22.50	kN
<b>Verifiche di resistenza</b>			
Asse neutro (da lembo compresso)	x =	16.87	cm
Momento di inerzia sezione parzializzata	J =	631000	cm <sup>4</sup>
tensione cls	$\sigma_c$ =	1.55	MPa
tensione acciaio layer 1	$\sigma_{s1}$ =	-64.1	MPa
tensione acciaio layer 2	$\sigma_{s2}$ =		MPa
<b>Verifica a fessurazione</b>			
tensione cls per fessurazione	$\sigma_c$ =	1.55	MPa
tensione acciaio per fessurazione	$\sigma_{s1}$ =	64.1	MPa
momento di prima fessurazione	$M_{fck}$ =	132.81	kNm
momento di apertura fessure	$M_{fctm}$ =	158.11	kNm
tensione acciaio per $M_{fctm}$	$\sigma_{sr}$ =	174.9	MPa
	$M_{cr} > M$		mm
<b>Verifica a taglio</b>			
massimo sforzo di taglio	$\tau_{max}$ =	0.06	MPa

La sezione è verificata, non si ha apertura di fessure.



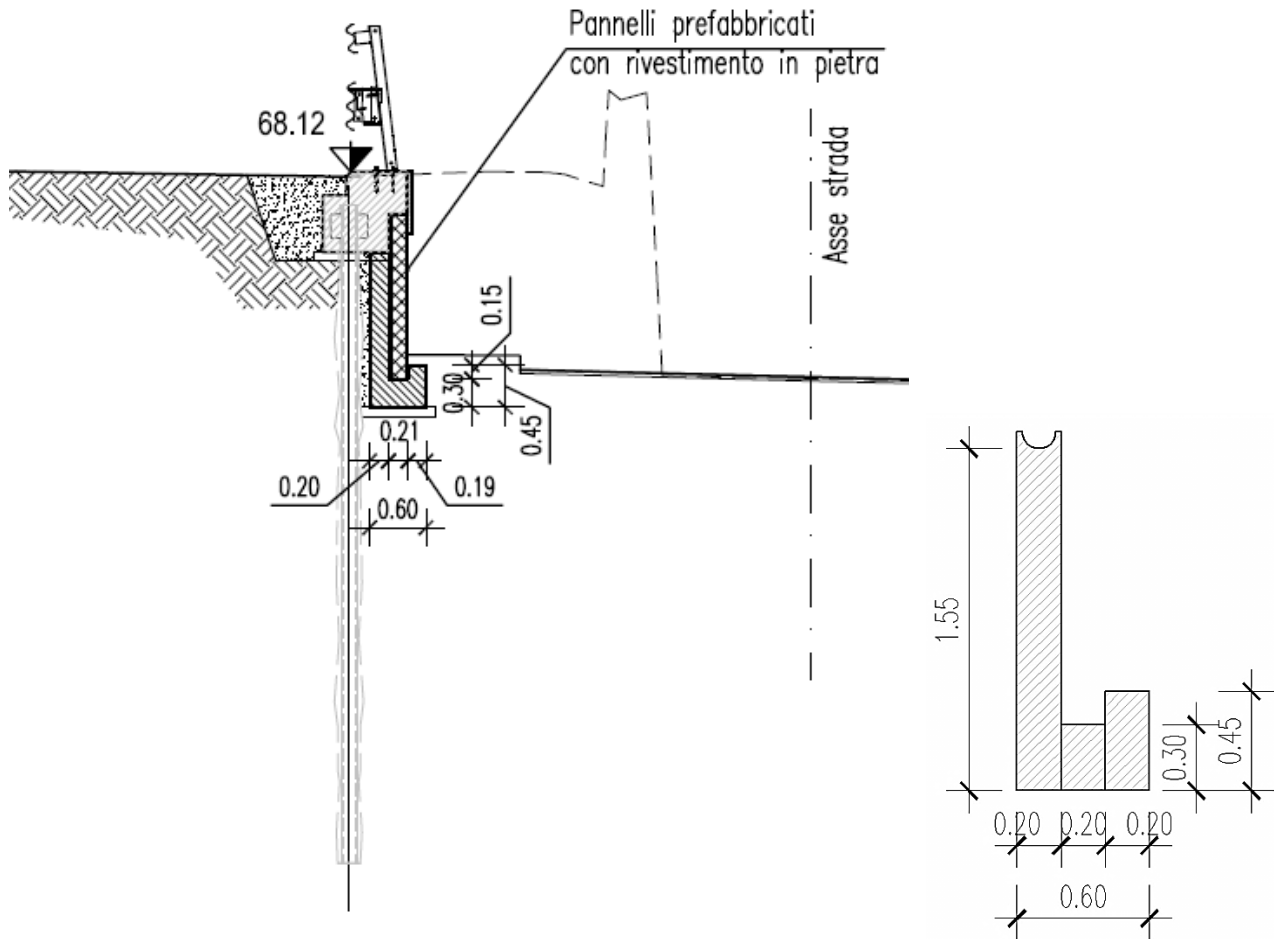


Figura 21: Interventi tipo “4”, berlinese con cavalletto, schema carpenteria rivestimento

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo

Foglio  
56 di  
120

### 11.1. Carichi

Il rivestimento non ha ruolo strutturale; si considerano i soli pesi propri della struttura in c.a., considerando un  $\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$ .

### 11.2. Azioni a intradosso fondazione

Le singole azioni caratteristiche e le combinazioni dei carichi a intradosso fondazione (baricentrico):

Statica	N	bracci	M <sub>baricentrico</sub>	T
	kN/ml	m	kNm/ml	kN/ml
peso fondazione 1	2.25	0.2	0.45	0
peso fondazione 2	1.5	0	0	0
peso Paramento	8	0.2	-1.6	0
peso pannello	26.1	0.02	0	0
	<b>N<sub>ST</sub></b>		<b>M<sub>ST</sub></b>	<b>T<sub>ST</sub></b>
<b>SOMMA STATICA</b>	<b>37.9</b>		<b>-1.15</b>	<b>0</b>

trasporto	M <sub>0_static_Stabiliz</sub>	M <sub>0_static_Rib</sub>
m	kNm/ml	kNm/ml
0.1	-0.2	0
0.3	-0.5	0
0.5	-4.0	0
0.3	-7.8	0
	<b>M<sub>0_static_Stab</sub></b>	<b>M<sub>0_static_Rib</sub></b>
	<b>-12.5</b>	<b>0.0</b>

Sismica	N	bracci	M <sub>baricentrico</sub>	T	
inerzia	0.052	kN/ml	m	kNm/ml	kN/ml
inerzia fondaz.1	0	0.225	0.03	0.12	
inerzia fondaz.2	0	0.15	0.01	0.08	
inerzia paramento	0	0.775	0.32	0.42	
inerzia pannello	0	3.2	4.34	1.36	
	<b>N<sub>inerzie</sub></b>		<b>M<sub>inerzie</sub></b>	<b>T<sub>inerzie</sub></b>	
	0		4.70	1.97	

trasporto	M <sub>0_sism_Stabiliz</sub>	M <sub>0_sism_Rib</sub>
m	kNm/ml	kNm/ml
0.225	0	0.026
0.15	0	0.012
0.775	0	0.322
3.2	0	4.3
	<b>M<sub>0_inerzie_Stab</sub></b>	<b>M<sub>0_inerzie_Rib</sub></b>
	0.00	4.70

	<b>N<sub>SS</sub></b>	<b>M<sub>SS</sub></b>	<b>T<sub>SS</sub></b>
<b>SOMMA SISMICA</b>	<b>37.9</b>	<b>3.6</b>	<b>2.0</b>

	<b>M<sub>0_sis_Stab</sub></b>	<b>M<sub>0_sis_Rib</sub></b>
	<b>-12.5</b>	<b>4.7</b>

### 11.3. Verifica capacità portante e scorrimento della fondazione

La fondazione ha sviluppo unicamente verso valle; la base è di 0.6 m e altezza 0.30 m.

La quota di imposta delle fondazioni del rivestimento è stata posizionata a 0.40m sotto la quota di progetto della strada a valle.

Di seguito sono espone le verifiche di capacità portante e scorrimento della fondazione per le combinazioni più significative.



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo

Foglio  
57 di  
120

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a:  $\frac{Q_u}{R} \geq FS = 2$

La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento  $F_r$  e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro  $F_s$  risulta maggiore di  $\frac{F_s}{F_r} \geq FS = 1.3$ .

Le verifiche risultano soddisfatte.

### 11.3.1. Combinazione statica

#### Sollecitazioni di calcolo

N	T <sub>B</sub>	T <sub>L</sub>	M <sub>B</sub>	M <sub>L</sub>
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
37.9	0.0	0.0	1.15	0.0

#### Fondazione

nastriforme

#### Terreno

sabbioso-ghiaioso

#### Parametri geotecnici

$\gamma_{TOT}$	c'	$\phi'$	q'	h <sub>w</sub>	$\gamma'_1$	$\gamma'_{2B}$	$\gamma'_{2L}$
[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[°]	[kPa]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]
19.0	0	32	7.6	5.00	9.0	19.0	19.0

#### Geometria

D	B	L	$\alpha$	$\beta$	$\delta_B$	$\delta_L$
[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	[°]	[°]
0.4	0.6	1.0	0.00	0.00	0.0	0.0

#### Eccentricità dei carichi

e <sub>B</sub>	e <sub>L</sub>	B'	L'	A'
[m]	[m]	[m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]
0.03	0.00	0.54	1.00	0.54

#### Coefficienti di capacità portante

N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>c</sub>
[-]	[-]	[-]
30.21	23.18	35.49

#### Verifica capacità portante

	q <sub>LIM</sub>	R <sub>dn</sub>	R <sub>dn</sub> /N	
	[kPa]	[kN]	[-]	
Direz. B	331	178	4.7	OK
Direz. L	331	178	4.7	OK

#### Fattori correttivi

		Direz. B	Direz. L
Forma	s <sub>γ</sub>	1.000	1.000
	s <sub>q</sub>	1.000	1.000
	s <sub>c</sub>	1.000	1.000
Inclinazione piano di posa	b <sub>γ</sub>	1.000	1.000
	b <sub>q</sub>	1.000	1.000
	b <sub>c</sub>	1.000	1.000
Affondamento	d <sub>γ</sub>	1.000	1.000
	d <sub>q</sub>	1.000	1.000
	d <sub>c</sub>	1.000	1.000
Inclinazione del carico	i <sub>γ</sub>	1.000	1.000
	i <sub>q</sub>	1.000	1.000
	i <sub>c</sub>	1.000	1.000
Inclinazione del piano campagna	g <sub>γ</sub>	1.000	1.000
	g <sub>q</sub>	1.000	1.000
	g <sub>c</sub>	1.000	1.000

La verifica di sicurezza nei confronti dello scorrimento non è necessaria.

### 11.3.2. Combinazione con sisma

#### Sollecitazioni di calcolo

N	T <sub>B</sub>	T <sub>L</sub>	M <sub>B</sub>	M <sub>L</sub>
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
37.9	2.0	0.0	3.6	0.0

#### Fondazione

nastriforme

#### Terreno

sabbioso-ghiaioso

#### Parametri geotecnici

$\gamma_{TOT}$	c'	$\phi'$	q'	h <sub>w</sub>	$\gamma_1$	$\gamma_{2B}$	$\gamma_{2L}$
[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[°]	[kPa]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]
19.0	0	32	7.6	5.00	9.0	19.0	19.0

#### Geometria

D	B	L	$\alpha$	$\beta$	$\delta_B$	$\delta_L$
[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	[°]	[°]
0.4	0.6	1.0	0.00	0.00	3.0	0.0

#### Eccentricità dei carichi

e <sub>B</sub>	e <sub>L</sub>	B'	L'	A'
[m]	[m]	[m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]
0.09	0.00	0.41	1.00	0.41

#### Coefficienti di capacità portante

N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>c</sub>
[-]	[-]	[-]
30.21	23.18	35.49

#### Verifica capacità portante

	q <sub>LIM</sub>	R <sub>dn</sub>	R <sub>dn</sub> /N	
	[kPa]	[kN]	[-]	
Direz. B	252	104	2.7	OK
Direz. L	295	122	3.2	OK

#### Fattori correttivi

		Direz. B	Direz. L
Forma	s <sub>γ</sub>	1.000	1.000
	s <sub>q</sub>	1.000	1.000
	s <sub>c</sub>	1.000	1.000
Inclinazione piano di posa	b <sub>γ</sub>	1.000	1.000
	b <sub>q</sub>	1.000	1.000
	b <sub>c</sub>	1.000	1.000
Affondamento	d <sub>γ</sub>	1.000	1.000
	d <sub>q</sub>	1.000	1.000
	d <sub>c</sub>	1.000	1.000
Inclinazione del carico	i <sub>γ</sub>	0.828	1.000
	i <sub>q</sub>	0.875	1.000
	i <sub>c</sub>	0.869	1.000
Inclinazione del piano campagna	g <sub>γ</sub>	1.000	1.000
	g <sub>q</sub>	1.000	1.000
	g <sub>c</sub>	1.000	1.000

#### Sollecitazioni di calcolo

N	T <sub>B</sub>	T <sub>L</sub>
[kN]	[kN]	[kN]
37.9	2.0	0.0

#### Parametri geotecnici

$\gamma_{TOT}$	c'	$\phi'$	h <sub>w</sub>
[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[°]	[m]
20.0	0	32.0	0.00

#### Verifica scorrimento

Ntan $\phi'$	Ntan $\phi'$ /T <sub>B</sub>	Ntan $\phi'$ /T <sub>L</sub>	
[kPa]	[-]	[-]	
24	11.8	-	OK

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlese di micropali- Relazione di calcolo	Foglio 59 di 120

#### 11.4. Verifica ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento ribaltante  $M_r$  ed il momento stabilizzante  $M_s$  rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto  $M_s/M_r$  sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza FS.

La Normativa Italiana (D.M. 1988) impone che sia  $\frac{M_s}{M_r} \geq FS = 1.5$ .

Le combinazioni dei momenti stabilizzanti e ribaltanti rispetto lo spigolo di valle inferiore della fondazione, e il loro rapporto in termini di fattore di sicurezza nei confronti del ribaltamento sono riassunti nella tabella seguente:

Verifica	statico	$M_{stab}/M_{rib}$	assenza momenti ribaltanti
Ribaltamento	sismico	$M_{stab}/M_{rib}$	2.7

Le verifiche, in condizioni statiche e sismiche, risultano soddisfatte.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo

Foglio  
60 di  
120

### 11.5. Verifica strutturale della fondazione

Per la verifica dell'armatura della fondazione si considera la sezione di attacco della mensola di valle, di spessore 50 cm.

Le sollecitazioni nella sezione di verifica sono di seguito determinate:

sezAA	N	braccio	M
	kN	m	kNm
peso fondazione 1	2.25	0.3	0.675
peso fondazione 2	1.5	0.1	0.15
peso pannello	26.1	0.1	2.61

Momento flettente  $M = 3.435 \text{ kNm/m}$

Azione tagliante  $V = 29.85 \text{ kN/m}$

Calcestruzzo classe C25/30

Si dispongono nella sezione  $\phi 12/20$  al lembo superiore e inferiore e ferri correnti  $\phi 10/20$ .

<b>Momento massimo</b>	$M =$	3.44	kNm
<b>Taglio massimo</b>	$T =$	29.85	kN
<b>Verifiche di resistenza</b>			
Asse neutro (da lembo compresso)	$x =$	5.64	cm
Momento di inerzia sezione parzializzata	$J =$	39192	$\text{cm}^4$
tensione cls	$\sigma_c =$	0.49	MPa
tensione acciaio layer 1	$\sigma_{s1} =$	-26.0	MPa
tensione acciaio layer 2	$\sigma_{s2} =$		MPa
<b>Verifica a fessurazione</b>			
tensione cls per fessurazione	$\sigma_c =$	0.49	MPa
tensione acciaio per fessurazione	$\sigma_{s1} =$	26.0	MPa
momento di prima fessurazione	$M_{fck} =$	35.85	kNm
momento di apertura fessure	$M_{fctm} =$	42.68	kNm
tensione acciaio per $M_{fctm}$	$\sigma_{sr} =$	322.8	MPa
	$M_{cr} > M$		mm
<b>Verifica a taglio</b>			
massimo sforzo di taglio	$\tau_{max} =$	0.13	MPa

La sezione è verificata, non si ha apertura di fessure e non è necessaria apposita armatura a taglio.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 61 di 120

### 11.6. Pannello prefabbricato

Di seguito si danno delle indicazioni sui pannelli prefabbricati previsti per il rivestimento del muro di sostegno realizzato con micropali.

Le armature disposte nel pannello dovranno essere verificate dal prefabbricatore anche in funzione del sistema di sollevamento e stoccaggio che sarà effettivamente utilizzato.

Per la verifica dell'armatura si considera la sezione rappresentativa del pannello di 1.25m x 5.8m, di spessore complessivo 18 cm di cui 3cm di copertura con pietre (altezza di calcolo 15cm).

Le sollecitazioni nella sezione in campata nell'ipotesi di sollevamento sono:

Pannello		
base	1.25	m
altezza	5.8	m
spessore	0.18	m
peso ( $\gamma=25\text{kN/m}^3$ )	32.6	kN
peso distribuito	8.6	kN/ml
fattore I	1.3	

distanza sbalzo: a	1	m
distanza ganci: l	3.8	m
<b>Momento, <math>pl^2/8</math></b>	<b>20.1</b>	<b>kN m</b>
<b>Taglio, <math>pl/2</math></b>	<b>21.2</b>	<b>kN</b>

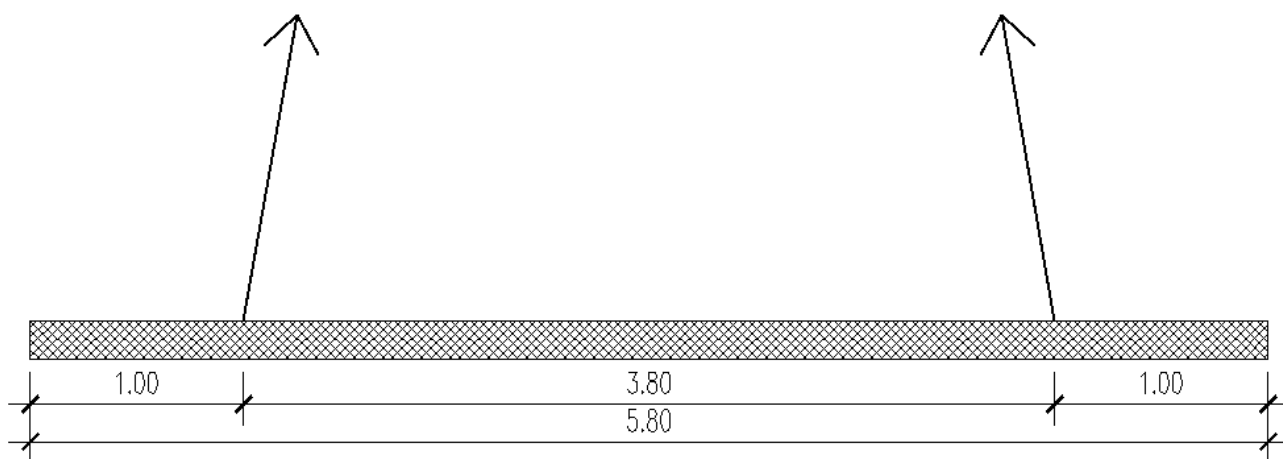


Figura 22: Ipotesi assunta per lo schema di sollevamento

Calcestruzzo classe C32/40.

Copriferro:  $c=30\text{mm}$ .

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 62 di 120

Si dispongono nel paramento:  $\phi 10/10$  in direzione longitudinale e trasversale (interno e esterno).

<b>Momento massimo</b>	M =	20.10	kNm
<b>Taglio massimo</b>	T =	21.20	kN
<b>Verifiche di resistenza</b>			
Asse neutro (da lembo compresso)	x =	4.04	cm
Momento di inerzia sezione parzializzata	J =	8924	cm <sup>4</sup>
tensione cls	$\sigma_c$ =	9.10	MPa
tensione acciaio layer 1	$\sigma_{s1}$ =	-218.3	MPa
tensione acciaio layer 2	$\sigma_{s2}$ =		MPa
<b>Verifica a fessurazione</b>			
tensione cls per fessurazione	$\sigma_c$ =	9.10	MPa
tensione acciaio per fessurazione	$\sigma_{s1}$ =	218.3	MPa
momento di prima fessurazione	$M_{fck}$ =	13.74	kNm
momento di apertura fessure	$M_{fctm}$ =	16.35	kNm
tensione acciaio per $M_{fctm}$	$\sigma_{sr}$ =	177.6	MPa
apertura fessure	wk =	0.15	mm
<b>Verifica a taglio</b>			
massimo sforzo di taglio	$\tau_{max}$ =	0.17	MPa

La sezione è verificata.

## 12. MURO ANTI SVIO

Nel tratto terminale del muro, con altezze minori, è stato inserito un muretto anti-svio in c.a. di spessore 25 cm, in sostituzione del guard-rail.

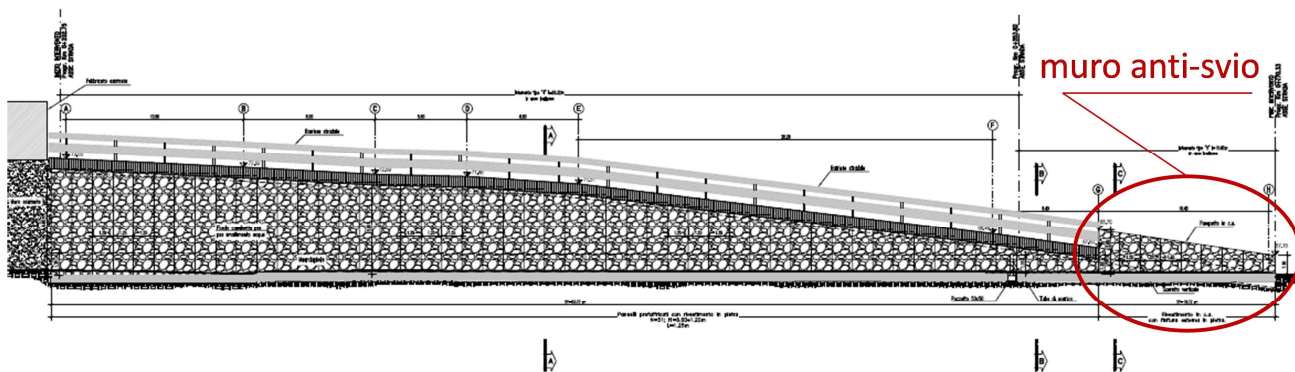


Figura 23: Interventi tipo “4”, sviluppata

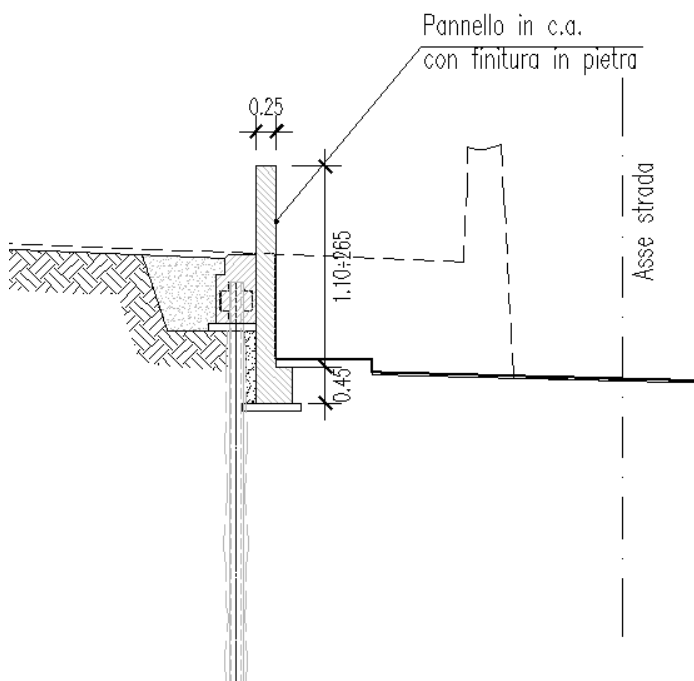


Figura 24: Interventi tipo “4”, berlinese a sbslzo, schema carpenteria con anti-svio in c.a.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 64 di 120

Per il dimensionamento dell'armatura del muretto si è fatto riferimento alla forza d'urto di 45 kN e applicata ad una altezza di 0.60 m rispetto al piano viabile, ripartito a 45° su una direzione.

$$\text{Hurto} = 45.0 / 0.6\text{m} = 75.0 \text{ kN/m}$$

$$\text{Murto} = 45.0 \times (0.6) / 0.6\text{m} = 45 \text{ kNm/m}$$

Calcestruzzo C25/30

Il muretto è armato con  $\varnothing 14/10$  in direzione verticale (interni e esterni),  $\varnothing 12/20$  in direzione orizzontale (interni e esterni) e spilli  $\varnothing 10$  a maglia 40x40.

<b>Momento massimo</b>	M =	45.00	kNm
<b>Taglio massimo</b>	T =	75.00	kN
<b>Verifiche di resistenza</b>			
Asse neutro (da lembo compresso)	x =	7.08	cm
Momento di inerzia sezione parzializzata	J =	45513	cm <sup>4</sup>
tensione cls	$\sigma_c =$	7.00	MPa
tensione acciaio layer 1	$\sigma_{s1} =$	-178.3	MPa
tensione acciaio layer 2	$\sigma_{s2} =$		MPa
<b>Verifica a fessurazione</b>			
tensione cls per fessurazione	$\sigma_c =$	7.00	MPa
tensione acciaio per fessurazione	$\sigma_{s1} =$	178.3	MPa
momento di prima fessurazione	$M_{fck} =$	27.16	kNm
momento di apertura fessure	$M_{fctm} =$	32.33	kNm
tensione acciaio per $M_{fctm}$	$\sigma_{sr} =$	128.1	MPa
apertura fessure	$w_k =$	0.16	mm
<b>Verifica a taglio</b>			
massimo sforzo di taglio	$\tau_{max} =$	0.42	MPa

La sezione è verificata.



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 65 di 120

### 13.APPENDICE DI CALCOLO

#### 13.1. Calcolo berlinese con cavalletto

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 1  
16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

```

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

```

JOBNAME U:\13-15\_Chiaravagna\CALCOLI\MC\MC\_sez44\_HIST00  
16 May 2016 12:51:45

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 2  
16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

#### PARAGEN INPUT DATA LIST

For command explanation, please refer  
to the PARAGEN manual, release 7.00.

```

NO.  command
1: * Paratie for Windows version 7.0
2: * Filename= <u:\13-15_chiaravagna\calcoli\mc\mc_sez44_hist00.d> Date=
    16/May/16
3: * project with "run time" parameters
4: * Force=kN Lenght=m
5: *
6: units m kN
7: title History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m
8: delta 0.15
9: option param itemax 30
10: option noprint echo
11: option noprint displ
12: option noprint react
13: option noprint stresses
14: wall RightWall 0 -11.35 0

```



```

15: *
16: soil DHRight RightWall -11.35 0 2 0
17: soil UHRight RightWall -11.35 0 1 180
18: *
19: material cls300 3.15E+007
20: material acciaio 2.1E+008
21: *
22: beam Beam RightWall -0.85 0 cls300 1 00 00
23: beam Berlinese RightWall -11.35 -0.85 acciaio 0.1107 00 00
24: *
25: wire Palo_tirante RightWall -0.35 acciaio 0.000205808 0 125
26: *
27: strip RightWall 4 6 0 5 0 20 45
28: *
29: * Soil Profile
30: *
31:   ldata      Stratol 0
32:     weight   19 10 9
33:     atrest   0.470081 0.5 1
34:     resistance 0 32 0.256 5.79
35:     moduli   100000 1.6 0 1 98.0665 0.5
36:   endlayer
37:   ldata      Strato2 -12
38:     weight   19 10 9

```

PARATIE 7.00

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 3

16 May 2016 12:51:45

History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

NO. command

```

39:     atrest   0.426424 0.5 1
40:     resistance 0 32 0.256 5.79
41:     young    50000 0.0008
42:   endlayer
43:   ldata      Strato3 -14
44:     weight   22 10 12
45:     atrest   0.470081 0.5 1
46:     resistance 50 32 0.256 5.79
47:     young    130000 200000
48:   endlayer
49: *
50: step 1 : Condizione geostatica
51:   setwall RightWall
52:     geom 0 0
53:     water -10 0
54: endstep
55: *
56: step 2 : Realizzazione berlinese
57:   setwall RightWall
58:     add Beam
59:     add Berlinese
60: endstep
61: *
62: step 3 : Scavo fino a -0.5 m
63:   setwall RightWall
64:     geom 0 -0.5
65:     add Palo_tirante
66: endstep

```

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 67 di 120

```

67: *
68: step 4 : Scavo fino a - 6.65 m
69:   setwall RightWall
70:     geom 0 -6.65
71: endstep
72: *
73: step 5 : Esercizio - fondo strada -6.05
74:   setwall RightWall
75:     geom 0 -6.05
76: endstep
77: *
78: step 6 : Urto
79:   load step RightWall 0 2 5.63
80:   load step RightWall 0 1 -9.38
81:   setwall RightWall
82: endstep
83: *
84: step 7 : Applicazione carichi sismici

```

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 4  
16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

NO. command

```

85:   change Strato1 D-KP=3.16
86:   change Strato2 D-KP=3.16
87:   change Strato3 D-KP=3.16
88:   load constant RightWall -0.425 1 -1.1
89:   dload constant RightWall -6.55 -0.37 0 -0.37
90:   dload constant RightWall -8.05 0 0 -4.9
91:   setwall RightWall
92: endstep
93: *
94: *

```

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 5  
16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 1

```

LAYER Strato1
  soil nature: 1=granular, 2=clay      = 1.0000
  top level                            = 0.0000      m
  bottom level                         = -12.000     m
  dry unit weight                      = 19.000     kN/m³
  buoyancy unit weight                 = 10.000     kN/m³
  water unit weight                    = 9.0000     kN/m³
  friction angle                       = 32.000     DEG      (UPHILL)
  active thrust coefficient             = 0.25600    (UPHILL)
  passive thrust coefficient            = 5.7900     (UPHILL)
  normally consolidated at reast coeff= 0.47008

```

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo

Foglio  
68 di  
120

OCR exponent	= 0.50000		
initial overconsolidation ratio	= 1.0000		
stiffness model	= 2.0000		
Rvc modulus	= 0.10000E+06	kPa	
Rur/Rvc ratio	= 1.6000		
coef-h	= 1.0000		
normalization pressure	= 98.066	kPa	
exponent n	= 0.50000		
soil nature: 1=granular, 2=clay	= 1.0000		(DOWNHILL)
friction angle	= 32.000	DEG	(DOWNHILL)
active thrust coefficient	= 0.25600		(DOWNHILL)
passive thrust coefficient	= 5.7900		(DOWNHILL)

LAYER Strato2

soil nature: 1=granular, 2=clay	= 1.0000		
top level	= -12.000	m	
bottom level	= -14.000	m	
dry unit weight	= 19.000	kN/m <sup>3</sup>	
buoyancy unit weight	= 10.000	kN/m <sup>3</sup>	
water unit weight	= 9.0000	kN/m <sup>3</sup>	
friction angle	= 32.000	DEG	(UPHILL)
active thrust coefficient	= 0.25600		(UPHILL)
passive thrust coefficient	= 5.7900		(UPHILL)
normally consolidated at reast coeff	= 0.42642		
OCR exponent	= 0.50000		
initial overconsolidation ratio	= 1.0000		
stiffness model	= 1.0000		
vergin compr. el.modulus	= 50000.	kPa	
unloading/reloading modulus	= 0.80000E-03	kPa	
soil nature: 1=granular, 2=clay	= 1.0000		(DOWNHILL)
friction angle	= 32.000	DEG	(DOWNHILL)

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 6  
16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 1

active thrust coefficient	= 0.25600		(DOWNHILL)
passive thrust coefficient	= 5.7900		(DOWNHILL)

LAYER Strato3

soil nature: 1=granular, 2=clay	= 1.0000		
top level	= -14.000	m	
bottom level	= -0.10000E+31	m	
dry unit weight	= 22.000	kN/m <sup>3</sup>	
buoyancy unit weight	= 10.000	kN/m <sup>3</sup>	
water unit weight	= 12.000	kN/m <sup>3</sup>	
cohesion	= 50.000	kPa	(UPHILL)
friction angle	= 32.000	DEG	(UPHILL)
active thrust coefficient	= 0.25600		(UPHILL)
passive thrust coefficient	= 5.7900		(UPHILL)
normally consolidated at reast coeff	= 0.47008		
OCR exponent	= 0.50000		
initial overconsolidation ratio	= 1.0000		
stiffness model	= 1.0000		
vergin compr. el.modulus	= 0.13000E+06	kPa	
unloading/reloading modulus	= 0.20000E+06	kPa	
soil nature: 1=granular, 2=clay	= 1.0000		(DOWNHILL)

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo

Foglio  
69 di  
120

cohesion	=	50.000	kPa	(DOWNHILL)
friction angle	=	32.000	DEG	(DOWNHILL)
active thrust coefficient	=	0.25600		(DOWNHILL)
passive thrust coefficient	=	5.7900		(DOWNHILL)

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 2

(ONLY THOSE DATA THAT MAY BE CHANGED)

NO CHANGES WITH RESPECT TO PREVIOUS STEP

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 3

(ONLY THOSE DATA THAT MAY BE CHANGED)

NO CHANGES WITH RESPECT TO PREVIOUS STEP

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 4

(ONLY THOSE DATA THAT MAY BE CHANGED)

NO CHANGES WITH RESPECT TO PREVIOUS STEP

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 5

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 7  
16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

(ONLY THOSE DATA THAT MAY BE CHANGED)

NO CHANGES WITH RESPECT TO PREVIOUS STEP

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 6

(ONLY THOSE DATA THAT MAY BE CHANGED)

NO CHANGES WITH RESPECT TO PREVIOUS STEP

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 7

(ONLY THOSE DATA THAT MAY BE CHANGED)

LAYER Strat01				
passive thrust coefficient	=	3.1600		(DOWNHILL)
LAYER Strat02				
passive thrust coefficient	=	3.1600		(DOWNHILL)
LAYER Strat03				
passive thrust coefficient	=	3.1600		(DOWNHILL)

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 8

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 70 di 120

16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 1

WALL RightWall

y-coordinate	=	0.0000	m
free field elevation	=	0.0000	m
excavation level	=	0.0000	m
water_table level	=	-10.000	m
uphill surcharge	=	0.0000	kPa
uphill surcharge elev.	=	0.0000	m
water table lowering	=	0.0000	m
downhill surcharge	=	0.0000	kPa
downhill surcharge elev.	=	-0.99900E+30	m
cutting evaluation	=	0.0000	m
balance level for pore pressures	=	-11.350	m
water behaviour flag	=	0.0000	(1=REMOVE)
pore pressure update flag	=	0.0000	(1=NO UPD)
pore pressure by tab flag	=	0.0000	(1=by tab)

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 2

WALL RightWall

y-coordinate	=	0.0000	m
free field elevation	=	0.0000	m
excavation level	=	0.0000	m
water_table level	=	-10.000	m
uphill surcharge	=	0.0000	kPa
uphill surcharge elev.	=	0.0000	m
water table lowering	=	0.0000	m
downhill surcharge	=	0.0000	kPa
downhill surcharge elev.	=	-0.99900E+30	m
cutting evaluation	=	0.0000	m
balance level for pore pressures	=	-11.350	m
water behaviour flag	=	0.0000	(1=REMOVE)
pore pressure update flag	=	0.0000	(1=NO UPD)
pore pressure by tab flag	=	0.0000	(1=by tab)

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 3

WALL RightWall

y-coordinate	=	0.0000	m
free field elevation	=	0.0000	m
excavation level	=	-0.50000	m

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 9  
16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 3

water_table level	=	-10.000	m
uphill surcharge	=	0.0000	kPa
uphill surcharge elev.	=	0.0000	m

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00</p> <p>Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo</p> <p>Foglio 71 di 120</p>

water table lowering	=	0.0000	m
downhill surcharge	=	0.0000	kPa
downhill surcharge elev.	=	-0.99900E+30	m
cutting eevaluation	=	0.0000	m
balance level for pore pressures	=	-11.350	m
water behaviour flag	=	0.0000	(1=REMOVE)
pore pressure update flag	=	0.0000	(1=NO UPD)
pore pressure by tab flag	=	0.0000	(1=by tab)

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 4

WALL RightWall

y-coordinate	=	0.0000	m
free field elevation	=	0.0000	m
excavation level	=	-6.6500	m
water_table level	=	-10.000	m
uphill surcharge	=	0.0000	kPa
uphill surcharge elev.	=	0.0000	m
water table lowering	=	0.0000	m
downhill surcharge	=	0.0000	kPa
downhill surcharge elev.	=	-0.99900E+30	m
cutting eevaluation	=	0.0000	m
balance level for pore pressures	=	-11.350	m
water behaviour flag	=	0.0000	(1=REMOVE)
pore pressure update flag	=	0.0000	(1=NO UPD)
pore pressure by tab flag	=	0.0000	(1=by tab)

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 5

WALL RightWall

y-coordinate	=	0.0000	m
free field elevation	=	0.0000	m
excavation level	=	-6.0500	m
water_table level	=	-10.000	m
uphill surcharge	=	0.0000	kPa
uphill surcharge elev.	=	0.0000	m
water table lowering	=	0.0000	m
downhill surcharge	=	0.0000	kPa
downhill surcharge elev.	=	-0.99900E+30	m
cutting eevaluation	=	0.0000	m
balance level for pore pressures	=	-11.350	m

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 10  
16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 5

water behaviour flag	=	0.0000	(1=REMOVE)
pore pressure update flag	=	0.0000	(1=NO UPD)
pore pressure by tab flag	=	0.0000	(1=by tab)

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 6

WALL RightWall

y-coordinate	=	0.0000	m
--------------	---	--------	---

```

free field elevation           = 0.0000    m
excavation level              = -6.0500    m
water_table level            = -10.000    m
uphill surcharge             = 0.0000    kPa
uphill surcharge elev.       = 0.0000    m
water table lowering          = 0.0000    m
downhill surcharge           = 0.0000    kPa
downhill surcharge elev.     = -0.99900E+30 m
cutting eevaluation          = 0.0000    m
balance level for pore pressures = -11.350    m
water behaviour flag         = 0.0000    (1=REMOVE)
pore pressure update flag    = 0.0000    (1=NO UPD)
pore pressure by tab flag    = 0.0000    (1=by tab)
    
```

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 7

WALL RightWall

```

y-coordinate                   = 0.0000    m
free field elevation           = 0.0000    m
excavation level              = -6.0500    m
water_table level            = -10.000    m
uphill surcharge             = 0.0000    kPa
uphill surcharge elev.       = 0.0000    m
water table lowering          = 0.0000    m
downhill surcharge           = 0.0000    kPa
downhill surcharge elev.     = -0.99900E+30 m
cutting eevaluation          = 0.0000    m
balance level for pore pressures = -11.350    m
water behaviour flag         = 0.0000    (1=REMOVE)
pore pressure update flag    = 0.0000    (1=NO UPD)
pore pressure by tab flag    = 0.0000    (1=by tab)
    
```

PARATIE 7.00

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 11

16 May 2016 12:51:45

History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

ELEMENT SUMMARY  
 =====

SOIL ELEMENT SUMMARY						
Name	Wall	Z1	Z2	Flag	Angle	
		m	m		deg	
DHRight	RightWall	0.	-11.35	DOWNHILL	0.	
UHRight	RightWall	0.	-11.35	UPHILL	180.0	

BEAM ELEMENT SUMMARY						
Name	Wall	Z1	Z2	Mat	thick	



			m	m		m
Beam	RightWall	0.	-.8500	_	1.000	
Berlinese	RightWall	-.8500	-11.35	_	0.1107	

WIRE ELEMENT SUMMARY						
Name	Wall	Zeta	Mat	A/L	Pinit	Angle
		m			kN/m	deg
Palo_tirante	RightWall	-.3500	_	0.2058E-03	0.	125.0

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 12  
 16 May 2016 12:51:45  
 History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

MISCELLANEOUS DATA SUMMARY  
 =====

MATERIALS	
Name	YOUNG MODULUS
	kPa
cls3	3.15E+007
acci	2.1E+008

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 13  
 16 May 2016 12:51:45  
 History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

DISTRIBUTED LOAD SUMMARY

Wall	From step	To step	Z1	P1	Z2	P2
Righ	7	7	-6.5500	-0.37000	0.0000	-0.37000
Righ	7	7	-8.0500	0.0000	0.0000	-4.9000

UNITS FOR Z1 , Z2 =m  
 UNITS FOR P1 , P2 =kPa

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 74 di 120

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 14  
16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

CONCENTRATED LOAD SUMMARY

Wall	From step	To step	ZETA	FORCE	MOMENT
Righ	6	6	0.0000	0.0000	5.6300
Righ	6	6	0.0000	-9.3800	0.0000
Righ	7	7	-0.42500	-1.1000	0.0000

UNITS FOR ZETA =m  
FORCE UNITS =kN/m  
MOMENT UNITS =kN\*m/m

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 15  
16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

INCREMENTAL ANALYSIS SUMMARY

STEP	NO. OF ITERATIONS	CONVERGENCE
1	2	YES
2	2	YES
3	3	YES
4	6	YES
5	2	YES
6	3	YES
7	4	YES

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 16  
16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

MAXIMUM LATERAL DISPLACEMENTS

\*ALL STEPS INCLUDED\*

\* WALL RightWall\*

\* UNBALANCED STEPS ARE EXCLUDED \*

\* REMARK: ELEVATION UNITS ARE m  
DISPL. UNITS ARE m

NODE	Z-COORD	MAXIMUM DISPLACEMENT	STEP	WALL	RightWall
1	0.0000	-0.83134E-03	6		
2	-0.15000	-0.24100E-02	6		
3	-0.30000	-0.39886E-02	6		
4	-0.35000	-0.45149E-02	6		
5	-0.50000	-0.60937E-02	6		
6	-0.65000	-0.76725E-02	6		

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo

Foglio  
75 di  
120

7	-0.80000	-0.92512E-02	6
8	-0.85000	-0.97774E-02	6
9	-1.0000	-0.11347E-01	6
10	-1.1500	-0.12894E-01	6
11	-1.3000	-0.14411E-01	6
12	-1.4500	-0.15891E-01	6
13	-1.6000	-0.17362E-01	7
14	-1.7500	-0.18783E-01	7
15	-1.9000	-0.20144E-01	7
16	-2.0500	-0.21438E-01	7
17	-2.2000	-0.22660E-01	7
18	-2.3500	-0.23806E-01	7
19	-2.5000	-0.24872E-01	7
20	-2.6500	-0.25853E-01	7
21	-2.8000	-0.26746E-01	7
22	-2.9500	-0.27546E-01	7
23	-3.1000	-0.28252E-01	7
24	-3.2500	-0.28861E-01	7
25	-3.4000	-0.29369E-01	7
26	-3.5500	-0.29776E-01	7
27	-3.7000	-0.30080E-01	7
28	-3.8500	-0.30280E-01	7
29	-4.0000	-0.30376E-01	7
30	-4.1500	-0.30367E-01	7
31	-4.3000	-0.30262E-01	4
32	-4.4500	-0.30058E-01	4
33	-4.6000	-0.29751E-01	4
34	-4.7500	-0.29343E-01	4
35	-4.9000	-0.28837E-01	4
36	-5.0500	-0.28236E-01	4
37	-5.2000	-0.27542E-01	4
38	-5.3500	-0.26762E-01	4

PARATIE 7.00

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 17

16 May 2016 12:51:45

History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

NODE	Z-COORD	MAXIMUM DISPLACEMENT	STEP WALL RightWall
39	-5.5000	-0.25898E-01	4
40	-5.6500	-0.24957E-01	4
41	-5.8000	-0.23945E-01	4
42	-5.9500	-0.22868E-01	4
43	-6.1000	-0.21734E-01	4
44	-6.2500	-0.20551E-01	4
45	-6.4000	-0.19328E-01	4
46	-6.5500	-0.18074E-01	4
47	-6.7000	-0.16799E-01	4
48	-6.8500	-0.15515E-01	4
49	-7.0000	-0.14233E-01	4
50	-7.1500	-0.12965E-01	4
51	-7.3000	-0.11722E-01	4
52	-7.4500	-0.10516E-01	4
53	-7.6000	-0.93580E-02	4
54	-7.7500	-0.82573E-02	4
55	-7.9000	-0.72224E-02	4
56	-8.0500	-0.62598E-02	4
57	-8.2000	-0.53739E-02	4
58	-8.3500	-0.45676E-02	4

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 76 di 120

59	-8.5000	-0.38415E-02	4
60	-8.6500	-0.31951E-02	4
61	-8.8000	-0.26263E-02	4
62	-8.9500	-0.21322E-02	4
63	-9.1000	-0.17086E-02	4
64	-9.2500	-0.13509E-02	4
65	-9.4000	-0.10534E-02	4
66	-9.5500	-0.81028E-03	4
67	-9.7000	-0.61506E-03	4
68	-9.8500	-0.46131E-03	4
69	-10.000	-0.34268E-03	4
70	-10.150	-0.25305E-03	4
71	-10.300	-0.18672E-03	4
72	-10.450	-0.13850E-03	4
73	-10.600	-0.10374E-03	4
74	-10.750	-0.78460E-04	4
75	-10.900	-0.59337E-04	4
76	-11.050	0.74446E-04	7
77	-11.200	0.88826E-04	7
78	-11.350	0.10268E-03	7

PARATIE 7.00

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 18

16 May 2016

12:51:45

History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

MIN/MAX FLEXIBLE WALL FORCES  
(PER UNIT DEPTH)

\* WALL RightWall GROUP Beam\*

\*STEP 1 - 7\*

\* UNBALANCED STEPS ARE EXCLUDED \*

In next table, the following results are listed:

LEFT. MOM. = left side tension moment [kN\*m/m]

RIGHT MOM. = right side tension moment [kN\*m/m]

SHEAR = shear force (absolute value) [kN/m ]

BEAM EL.	END	ELEVATION	LEFT MOM.	RIGHT MOM.	SHEAR
1	A	0.	0.5821E-10	5.630	9.764
	B	-0.1500	0.4093E-11	7.095	9.764
2	A	-0.1500	0.7958E-11	7.095	10.35
	B	-0.3000	0.	8.647	10.35
3	A	-0.3000	0.	8.647	10.83
	B	-0.3500	0.	9.188	10.83
4	A	-0.3500	0.	9.188	54.01
	B	-0.5000	7.686	1.259	54.01
5	A	-0.5000	7.686	1.259	51.98
	B	-0.6500	15.40	0.2935E-01	51.98
6	A	-0.6500	15.40	0.2935E-01	50.99
	B	-0.8000	22.89	0.7019E-01	50.99
7	A	-0.8000	22.89	0.7019E-01	50.26
	B	-0.8500	25.33	0.8370E-01	50.26

PARATIE 7.00

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 19

16 May 2016

12:51:45

History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 77 di 120

MIN/MAX FLEXIBLE WALL FORCES  
(PER UNIT DEPTH)

\* WALL RightWall GROUP Berlinese\*  
\*STEP 1 - 7\*  
\* UNBALANCED STEPS ARE EXCLUDED \*

In next table, the following results are listed:

LEFT. MOM. = left side tension moment [kN\*m/m]  
RIGHT MOM. = right side tension moment [kN\*m/m]  
SHEAR = shear force (absolute value) [kN/m ]

BEAM EL.	END	ELEVATION	LEFT MOM.	RIGHT MOM.	SHEAR
1	A	-0.8500	25.33	0.8370E-01	49.49
	B	-1.000	32.50	0.1226	49.49
2	A	-1.000	32.50	0.1226	48.24
	B	-1.150	39.42	0.1551	48.24
3	A	-1.150	39.42	0.1551	46.88
	B	-1.300	46.09	0.1796	46.88
4	A	-1.300	46.09	0.1796	45.41
	B	-1.450	52.51	0.1955	45.41
5	A	-1.450	52.51	0.1955	43.82
	B	-1.600	58.66	0.2032	43.82
6	A	-1.600	58.66	0.2032	42.13
	B	-1.750	64.55	0.2036	42.13
7	A	-1.750	64.55	0.2036	40.32
	B	-1.900	70.15	0.1979	40.32
8	A	-1.900	70.15	0.1979	38.41
	B	-2.050	75.45	0.1873	38.41
9	A	-2.050	75.45	0.1873	36.39
	B	-2.200	80.44	0.1733	36.39
10	A	-2.200	80.44	0.1733	34.25
	B	-2.350	85.09	0.1569	34.25
11	A	-2.350	85.09	0.1569	32.01
	B	-2.500	89.41	0.1393	32.01
12	A	-2.500	89.41	0.1393	29.69
	B	-2.650	93.36	0.1214	29.69
13	A	-2.650	93.36	0.1214	27.22
	B	-2.800	96.97	0.1039	27.22
14	A	-2.800	96.97	0.1039	24.61
	B	-2.950	100.3	0.8740E-01	24.61
15	A	-2.950	100.3	0.8740E-01	21.86
	B	-3.100	103.3	0.7227E-01	21.86
16	A	-3.100	103.3	0.7227E-01	18.97
	B	-3.250	105.8	0.5874E-01	18.97
17	A	-3.250	105.8	0.5874E-01	15.96
	B	-3.400	107.9	0.4696E-01	15.96

PARATIE 7.00

16 May 2016

12:51:45

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 20

History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

BEAM EL.	END	ELEVATION	LEFT MOM.	RIGHT MOM.	SHEAR
18	A	-3.400	107.9	0.4696E-01	12.82
	B	-3.550	109.5	0.3692E-01	12.82
19	A	-3.550	109.5	0.3692E-01	9.563
	B	-3.700	110.7	0.2858E-01	9.563
20	A	-3.700	110.7	0.2858E-01	6.191

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 78 di 120

	B	-3.850	111.4	0.2181E-01	6.191
21	A	-3.850	111.4	0.2181E-01	2.707
	B	-4.000	111.6	0.1645E-01	2.707
22	A	-4.000	111.6	0.1645E-01	2.746
	B	-4.150	111.3	0.1234E-01	2.746
23	A	-4.150	111.3	0.1234E-01	6.204
	B	-4.300	110.4	0.9275E-02	6.204
24	A	-4.300	110.4	0.9275E-02	9.794
	B	-4.450	109.0	0.7086E-02	9.794
25	A	-4.450	109.0	0.7086E-02	13.52
	B	-4.600	107.0	0.5596E-02	13.52
26	A	-4.600	107.0	0.5596E-02	17.37
	B	-4.750	104.4	0.4651E-02	17.37
27	A	-4.750	104.4	0.4651E-02	21.35
	B	-4.900	101.3	0.4112E-02	21.35
28	A	-4.900	101.3	0.4112E-02	25.46
	B	-5.050	97.50	0.3865E-02	25.46
29	A	-5.050	97.50	0.3865E-02	29.76
	B	-5.200	93.10	0.3812E-02	29.76
30	A	-5.200	93.10	0.3812E-02	34.21
	B	-5.350	88.02	0.3877E-02	34.21
31	A	-5.350	88.02	0.3877E-02	38.78
	B	-5.500	82.24	0.4001E-02	38.78
32	A	-5.500	82.24	0.4001E-02	43.48
	B	-5.650	75.74	0.4141E-02	43.48
33	A	-5.650	75.74	0.4141E-02	48.31
	B	-5.800	68.51	0.4268E-02	48.31
34	A	-5.800	68.51	0.4268E-02	53.26
	B	-5.950	60.53	0.4361E-02	53.26
35	A	-5.950	60.53	0.4361E-02	58.35
	B	-6.100	51.88	0.4411E-02	58.35
36	A	-6.100	51.88	0.4411E-02	63.54
	B	-6.250	42.61	0.4413E-02	63.54
37	A	-6.250	42.61	0.4413E-02	68.71
	B	-6.400	32.59	0.4369E-02	68.71
38	A	-6.400	32.59	0.4369E-02	73.82
	B	-6.550	21.81	0.4283E-02	73.82
39	A	-6.550	21.81	0.4283E-02	78.87
	B	-6.700	10.25	0.4161E-02	78.87
40	A	-6.700	10.25	0.4161E-02	81.98
	B	-6.850	0.	3.464	81.98

PARATIE 7.00

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 21

16 May 2016

12:51:45

History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

BEAM EL.	END	ELEVATION	LEFT MOM.	RIGHT MOM.	SHEAR
41	A	-6.850	0.	3.464	83.71
	B	-7.000	0.	15.93	83.71
42	A	-7.000	0.	15.93	83.45
	B	-7.150	0.	28.28	83.45
43	A	-7.150	0.	28.28	80.82
	B	-7.300	0.	40.17	80.82
44	A	-7.300	0.	40.17	75.82
	B	-7.450	0.	51.33	75.82
45	A	-7.450	0.	51.33	68.45
	B	-7.600	0.	61.41	68.45
46	A	-7.600	0.	61.41	58.70

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 79 di 120

	B	-7.750	0.	70.04	58.70
47	A	-7.750	0.	70.04	46.59
	B	-7.900	0.	76.90	46.59
48	A	-7.900	0.	76.90	34.78
	B	-8.050	0.	81.61	34.78
49	A	-8.050	0.	81.61	22.85
	B	-8.200	0.	84.23	22.85
50	A	-8.200	0.	84.23	9.825
	B	-8.350	0.	85.03	9.825
51	A	-8.350	0.	85.03	5.126
	B	-8.500	0.	84.26	5.126
52	A	-8.500	0.	84.26	14.11
	B	-8.650	0.	82.15	14.11
53	A	-8.650	0.	82.15	21.81
	B	-8.800	0.	79.03	21.81
54	A	-8.800	0.	79.03	28.42
	B	-8.950	0.	75.02	28.42
55	A	-8.950	0.	75.02	34.13
	B	-9.100	0.	70.08	34.13
56	A	-9.100	0.	70.08	38.87
	B	-9.250	0.	64.36	38.87
57	A	-9.250	0.	64.36	42.54
	B	-9.400	0.	58.04	42.54
58	A	-9.400	0.	58.04	45.05
	B	-9.550	0.	51.30	45.05
59	A	-9.550	0.	51.30	45.92
	B	-9.700	0.	44.41	45.92
60	A	-9.700	0.	44.41	45.35
	B	-9.850	0.	37.61	45.35
61	A	-9.850	0.	37.61	43.56
	B	-10.00	0.	31.07	43.56
62	A	-10.00	0.	31.07	40.79
	B	-10.15	0.	24.96	40.79
63	A	-10.15	0.	24.96	37.27
	B	-10.30	0.	19.36	37.27

PARATIE 7.00

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 22

16 May 2016

12:51:45

History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

BEAM EL.	END	ELEVATION	LEFT MOM.	RIGHT MOM.	SHEAR
64	A	-10.30	0.	19.36	33.17
	B	-10.45	0.	14.39	33.17
65	A	-10.45	0.	14.39	28.66
	B	-10.60	0.	10.09	28.66
66	A	-10.60	0.	10.09	23.84
	B	-10.75	0.	6.514	23.84
67	A	-10.75	0.	6.514	18.80
	B	-10.90	0.	3.694	18.80
68	A	-10.90	0.	3.694	13.59
	B	-11.05	0.	1.655	13.59
69	A	-11.05	0.	1.655	8.249
	B	-11.20	0.	0.4173	8.249
70	A	-11.20	0.	0.4173	2.782
	B	-11.35	0.2842E-13	0.2842E-13	2.782

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 80 di 120

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 23  
16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

ACTIVE ANCHORS' FORCES (PER UNIT DEPTH)

ANCHOR	Palo_tirante	1 WALL	RightWall	ELEV.	-0.35000
		STEP	1 inactive		
		STEP	2 inactive		
		STEP	3 FORCE	1.1038	kN/m
		STEP	4 FORCE	92.260	kN/m
		STEP	5 FORCE	92.451	kN/m
		STEP	6 FORCE	111.92	kN/m
		STEP	7 FORCE	100.04	kN/m

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 24  
16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

RESULTS SUMMARY FOR SOIL ELEMENTS

\* WALL RightWall GROUP DHRight\*

\*STEP 1 - 7\*

\* UNBALANCED STEPS ARE EXCLUDED \*

In next table, the following results are listed:

SIGMA-H = max. effective horizontal stress [kPa ]  
SHEAR = max. shear stress [kPa ]  
WATER PR.= maximum pore pressure [kPa ]  
MAX GRAD.= max. hydraulic gradient

SOIL EL.	ELEVATION	SIGMA-H	SHEAR	WATER PR.	MAX GRAD.
1	0.	0.	0.	0.	0.
2	-0.1500	1.340	0.7551	0.	0.
3	-0.3000	2.679	1.510	0.	0.
4	-0.3500	3.126	1.762	0.	0.
5	-0.5000	4.466	2.517	0.	0.
6	-0.6500	5.805	3.272	0.	0.
7	-0.8000	7.145	4.027	0.	0.
8	-0.8500	7.592	4.279	0.	0.
9	-1.000	8.932	5.034	0.	0.
10	-1.150	10.27	5.789	0.	0.
11	-1.300	11.61	6.545	0.	0.
12	-1.450	12.95	7.300	0.	0.
13	-1.600	14.29	8.055	0.	0.
14	-1.750	15.63	8.810	0.	0.
15	-1.900	16.97	9.565	0.	0.
16	-2.050	18.31	10.32	0.	0.
17	-2.200	19.65	11.08	0.	0.
18	-2.350	20.99	11.83	0.	0.
19	-2.500	22.33	12.59	0.	0.
20	-2.650	23.67	13.34	0.	0.
21	-2.800	25.01	14.10	0.	0.
22	-2.950	26.35	14.85	0.	0.
23	-3.100	27.69	15.61	0.	0.
24	-3.250	29.03	16.36	0.	0.
25	-3.400	30.37	17.12	0.	0.
26	-3.550	31.71	17.87	0.	0.



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 81 di 120

27	-3.700	33.05	18.63	0.	0.
28	-3.850	34.39	19.38	0.	0.
29	-4.000	35.73	20.14	0.	0.
30	-4.150	37.07	20.89	0.	0.
31	-4.300	38.41	21.65	0.	0.
32	-4.450	39.75	22.40	0.	0.
33	-4.600	41.08	23.16	0.	0.
34	-4.750	42.42	23.91	0.	0.
35	-4.900	43.76	24.67	0.	0.

PARATIE 7.00

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 25

16 May 2016

12:51:45

History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

SOIL EL.	ELEVATION	SIGMA-H	SHEAR	WATER PR.	MAX GRAD.
36	-5.050	45.10	25.42	0.	0.
37	-5.200	46.44	26.18	0.	0.
38	-5.350	47.78	26.93	0.	0.
39	-5.500	49.12	27.69	0.	0.
40	-5.650	50.46	28.44	0.	0.
41	-5.800	51.80	29.20	0.	0.
42	-5.950	53.14	29.95	0.	0.
43	-6.100	54.48	30.71	0.	0.
44	-6.250	55.82	31.46	0.	0.
45	-6.400	57.16	32.22	0.	0.
46	-6.550	58.50	32.97	0.	0.
47	-6.700	59.84	33.73	0.	0.
48	-6.850	61.18	34.48	0.	0.
49	-7.000	62.52	35.24	0.	0.
50	-7.150	63.86	35.99	0.	0.
51	-7.300	75.03	36.75	0.	0.
52	-7.450	90.20	37.51	0.	0.
53	-7.600	106.5	43.23	0.	0.
54	-7.750	122.8	50.06	0.	0.
55	-7.900	139.1	56.88	0.	0.
56	-8.050	137.6	54.61	0.	0.
57	-8.200	128.1	47.40	0.	0.
58	-8.350	117.5	42.04	0.	0.
59	-8.500	107.9	42.79	0.	0.
60	-8.650	99.66	43.55	0.	0.
61	-8.800	92.82	44.30	0.	0.
62	-8.950	87.14	45.06	0.	0.
63	-9.100	81.28	45.81	0.	0.
64	-9.250	82.62	46.57	0.	0.
65	-9.400	83.96	47.32	0.	0.
66	-9.550	85.30	48.08	0.	0.
67	-9.700	86.64	48.83	0.	0.
68	-9.850	87.98	49.59	0.	0.
69	-10.00	89.32	50.34	0.	0.
70	-10.15	90.02	50.74	1.350	0.
71	-10.30	90.73	51.14	2.700	0.
72	-10.45	91.43	51.53	4.050	0.
73	-10.60	92.14	51.93	5.400	0.
74	-10.75	92.84	52.33	6.750	0.
75	-10.90	93.55	52.73	8.100	0.
76	-11.05	94.25	53.12	9.450	0.
77	-11.20	94.96	53.52	10.80	0.
78	-11.35	95.66	53.92	12.15	0.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 82 di 120

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 26  
16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

RESULTS SUMMARY FOR SOIL ELEMENTS

\* WALL RightWall GROUP UHRight\*

\*STEP 1 - 7\*

\* UNBALANCED STEPS ARE EXCLUDED \*

In next table, the following results are listed:

SIGMA-H = max. effective horizontal stress [kPa ]  
SHEAR = max. shear stress [kPa ]  
WATER PR.= maximum pore pressure [kPa ]  
MAX GRAD.= max. hydraulic gradient

SOIL EL.	ELEVATION	SIGMA-H	SHEAR	WATER PR.	MAX GRAD.
1	0.	10.53	7.440	0.	0.
2	-0.1500	4.588	5.648	0.	0.
3	-0.3000	4.804	6.980	0.	0.
4	-0.3500	5.075	7.375	0.	0.
5	-0.5000	5.856	8.510	0.	0.
6	-0.6500	6.614	9.611	0.	0.
7	-0.8000	7.361	10.70	0.	0.
8	-0.8500	7.609	11.06	0.	0.
9	-1.000	8.932	12.13	0.	0.
10	-1.150	10.27	13.21	0.	0.
11	-1.300	11.61	14.27	0.	0.
12	-1.450	12.95	15.34	0.	0.
13	-1.600	14.29	16.41	0.	0.
14	-1.750	15.63	17.47	0.	0.
15	-1.900	16.97	18.54	0.	0.
16	-2.050	18.31	19.60	0.	0.
17	-2.200	19.65	20.66	0.	0.
18	-2.350	20.99	21.73	0.	0.
19	-2.500	22.33	22.79	0.	0.
20	-2.650	23.67	23.85	0.	0.
21	-2.800	25.01	24.91	0.	0.
22	-2.950	26.35	25.98	0.	0.
23	-3.100	27.69	27.04	0.	0.
24	-3.250	29.03	28.10	0.	0.
25	-3.400	30.37	29.16	0.	0.
26	-3.550	31.71	30.22	0.	0.
27	-3.700	33.05	31.28	0.	0.
28	-3.850	34.39	32.34	0.	0.
29	-4.000	35.73	33.41	0.	0.
30	-4.150	37.07	34.47	0.	0.
31	-4.300	38.41	35.53	0.	0.
32	-4.450	39.75	36.59	0.	0.
33	-4.600	41.08	37.65	0.	0.
34	-4.750	42.42	38.71	0.	0.
35	-4.900	43.76	39.77	0.	0.

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 27  
16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo

Foglio  
83 di  
120

SOIL EL.	ELEVATION	SIGMA-H	SHEAR	WATER PR.	MAX GRAD.
36	-5.050	45.10	40.80	0.	0.
37	-5.200	46.44	41.75	0.	0.
38	-5.350	47.78	42.71	0.	0.
39	-5.500	49.12	43.67	0.	0.
40	-5.650	50.46	44.64	0.	0.
41	-5.800	51.80	45.60	0.	0.
42	-5.950	53.14	46.58	0.	0.
43	-6.100	54.48	47.56	0.	0.
44	-6.250	55.82	48.53	0.	0.
45	-6.400	57.16	49.52	0.	0.
46	-6.550	58.50	50.50	0.	0.
47	-6.700	59.84	51.49	0.	0.
48	-6.850	61.18	52.48	0.	0.
49	-7.000	62.52	53.48	0.	0.
50	-7.150	63.86	54.47	0.	0.
51	-7.300	65.20	55.47	0.	0.
52	-7.450	66.54	56.47	0.	0.
53	-7.600	67.88	57.47	0.	0.
54	-7.750	69.22	58.47	0.	0.
55	-7.900	70.56	59.48	0.	0.
56	-8.050	71.90	60.48	0.	0.
57	-8.200	73.24	61.49	0.	0.
58	-8.350	74.58	62.50	0.	0.
59	-8.500	75.92	63.51	0.	0.
60	-8.650	77.26	64.52	0.	0.
61	-8.800	78.60	65.54	0.	0.
62	-8.950	79.94	66.55	0.	0.
63	-9.100	81.28	67.57	0.	0.
64	-9.250	82.62	68.59	0.	0.
65	-9.400	83.96	68.45	0.	0.
66	-9.550	85.30	65.67	0.	0.
67	-9.700	86.64	63.41	0.	0.
68	-9.850	87.98	61.67	0.	0.
69	-10.00	89.32	60.41	0.	0.
70	-10.15	90.02	59.21	1.350	0.
71	-10.30	90.73	58.38	2.700	0.
72	-10.45	91.43	57.86	4.050	0.
73	-10.60	92.14	57.57	5.400	0.
74	-10.75	92.99	57.45	6.750	0.
75	-10.90	94.36	57.45	8.100	0.
76	-11.05	95.58	57.52	9.450	0.
77	-11.20	96.81	57.63	10.80	0.
78	-11.35	97.91	57.75	12.15	0.

PARATIE 7.00

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 28

16 May 2016

12:51:45

History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

SOIL THRUSTS SUMMARY

(VALUES BELOW ARE COMPUTED INTEGRATING THE ELEMENTAL CONTRIBUTIONS)

TRUE EFFECTIVE THRUST = Effective stress resultant over all the soil elements in this group: units are kN/m  
 WATER THRUST = Pore pressure resultant over all the soil elements in this group: units are kN/m  
 TRUE TOTAL THRUST = The sum of the TRUE EFFECTIVE THRUST and WATER

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 84 di 120

THRUST: it represents the overall thrust on the wall: units are kN/m

MINIMUM ALLOWABLE THRUST = It is the minimum thrust from this soil region, if active conditions are fully developed; units are kN/m

MAXIMUM ALLOWABLE THRUST = It is the maximum thrust that can be resisted by this soil region, if passive conditions are fully developed; units are kN/m

MAXIMUM/TRUE RATIO = It is the ratio between the passive thrust and current effective thrust;

PASSIVE THRUST PERCENTAGE = The actual effective thrust is represented as a percentage of the maximum allowable resistance;

TRUE/MINIMUM RATIO = It is the ratio between the current effective thrust and minimum soil resistance.

STEP	1	GROUP	-->	DHRi	UHRi
		TRUE EFFECTIVE THRUST		571.44	571.44
		WATER THRUST		8.2013	8.2013
		TRUE TOTAL THRUST		579.64	579.64
		MINIMUM ALLOWABLE THRUST		311.20	311.20
		MAXIMUM ALLOWABLE THRUST		7038.4	7038.4
		MAXIMUM/TRUE RATIO		12.317	12.317
		PASSIVE THRUST PERCENTAGE		8.%	8.%
		TRUE/MINIMUM RATIO		1.8362	1.8362

STEP	2	GROUP	-->	DHRi	UHRi
		TRUE EFFECTIVE THRUST		571.44	571.44
		WATER THRUST		8.2013	8.2013
		TRUE TOTAL THRUST		579.64	579.64
		MINIMUM ALLOWABLE THRUST		311.20	311.20
		MAXIMUM ALLOWABLE THRUST		7038.4	7038.4
		MAXIMUM/TRUE RATIO		12.317	12.317
		PASSIVE THRUST PERCENTAGE		8.%	8.%
		TRUE/MINIMUM RATIO		1.8362	1.8362

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 29  
16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

STEP	3	GROUP	-->	DHRi	UHRi
		TRUE EFFECTIVE THRUST		554.27	554.91
		WATER THRUST		8.2013	8.2013
		TRUE TOTAL THRUST		562.48	563.11
		MINIMUM ALLOWABLE THRUST		284.20	311.20
		MAXIMUM ALLOWABLE THRUST		6427.8	7038.4
		MAXIMUM/TRUE RATIO		11.597	12.684
		PASSIVE THRUST PERCENTAGE		9.%	8.%
		TRUE/MINIMUM RATIO		1.9503	1.7831

STEP	4	GROUP	-->	DHRi	UHRi
		TRUE EFFECTIVE THRUST		350.68	403.60

WATER THRUST	8.2013	8.2013
TRUE TOTAL THRUST	358.88	411.80
MINIMUM ALLOWABLE THRUST	51.636	344.82
MAXIMUM ALLOWABLE THRUST	1167.9	7798.8
MAXIMUM/TRUE RATIO	3.3302	19.323
PASSIVE THRUST PERCENTAGE	30.%	5.%
TRUE/MINUMUM RATIO	6.7915	1.1705

STEP 5	GROUP -->	DHRi	UHRi
TRUE EFFECTIVE THRUST		367.16	420.21
WATER THRUST		8.2013	8.2013
TRUE TOTAL THRUST		375.36	428.41
MINIMUM ALLOWABLE THRUST		66.228	344.82
MAXIMUM ALLOWABLE THRUST		1497.9	7798.8
MAXIMUM/TRUE RATIO		4.0797	18.559
PASSIVE THRUST PERCENTAGE		25.%	5.%
TRUE/MINUMUM RATIO		5.5439	1.2186

STEP 6	GROUP -->	DHRi	UHRi
TRUE EFFECTIVE THRUST		367.19	422.05
WATER THRUST		8.2013	8.2013
TRUE TOTAL THRUST		375.40	430.25
MINIMUM ALLOWABLE THRUST		66.228	344.82
MAXIMUM ALLOWABLE THRUST		1497.9	7798.8
MAXIMUM/TRUE RATIO		4.0793	18.479
PASSIVE THRUST PERCENTAGE		25.%	5.%
TRUE/MINUMUM RATIO		5.5444	1.2240

PARATIE 7.00    Ce.A.S. s.r.l. - Milano    PAG. 30  
 16 May 2016    12:51:45  
 History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

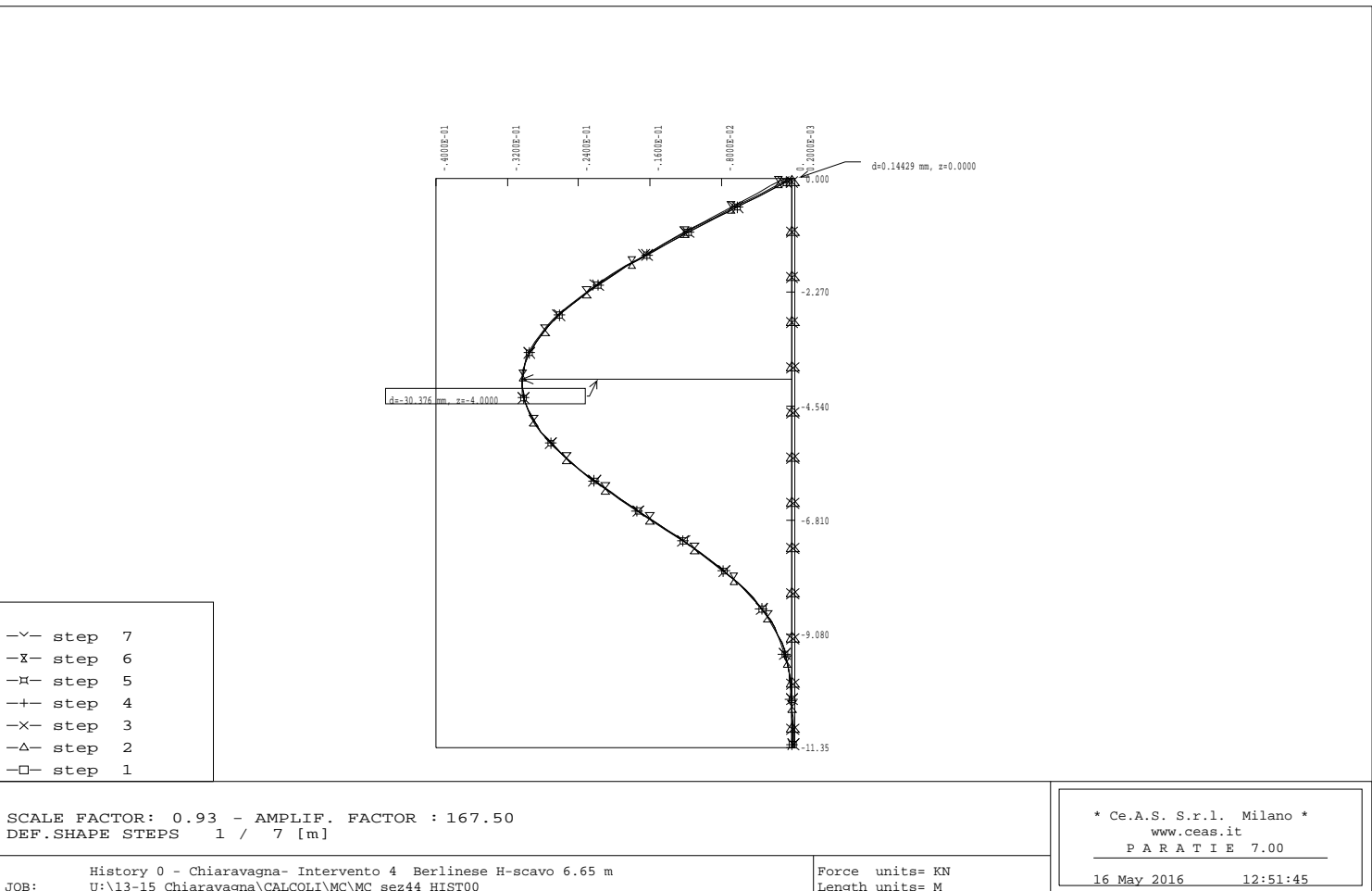
STEP 7	GROUP -->	DHRi	UHRi
TRUE EFFECTIVE THRUST		354.86	389.01
WATER THRUST		8.2013	8.2013
TRUE TOTAL THRUST		363.06	397.21
MINIMUM ALLOWABLE THRUST		66.228	311.20
MAXIMUM ALLOWABLE THRUST		817.50	7038.4
MAXIMUM/TRUE RATIO		2.3037	18.093
PASSIVE THRUST PERCENTAGE		43.%	6.%
TRUE/MINUMUM RATIO		5.3581	1.2500

OUTPUT PLOTS:



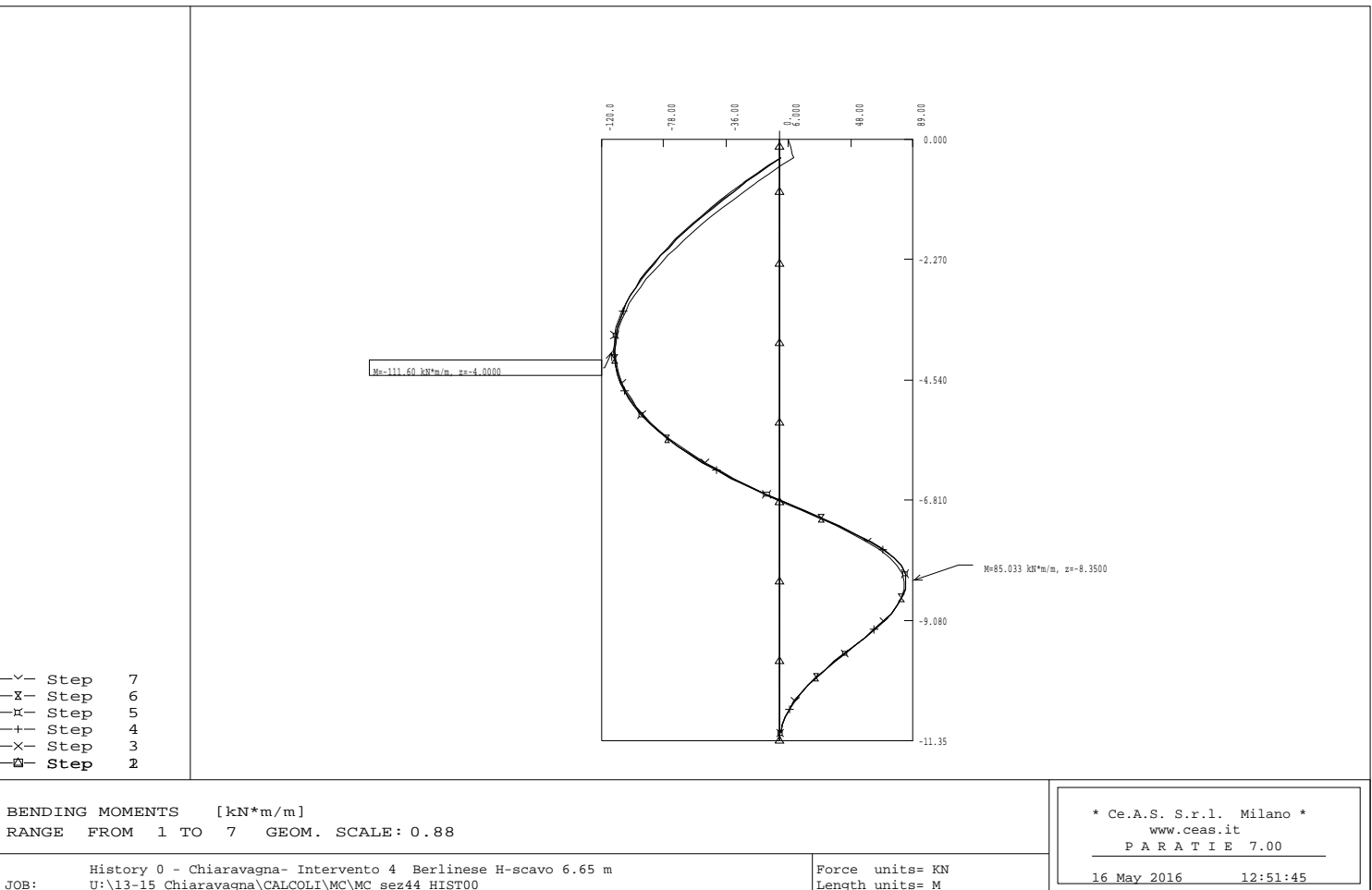
IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005\_A00  
 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione  
 di calcolo

Foglio  
 86 di  
 120





IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005\_A00  
 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlese di micropali- Relazione  
 di calcolo

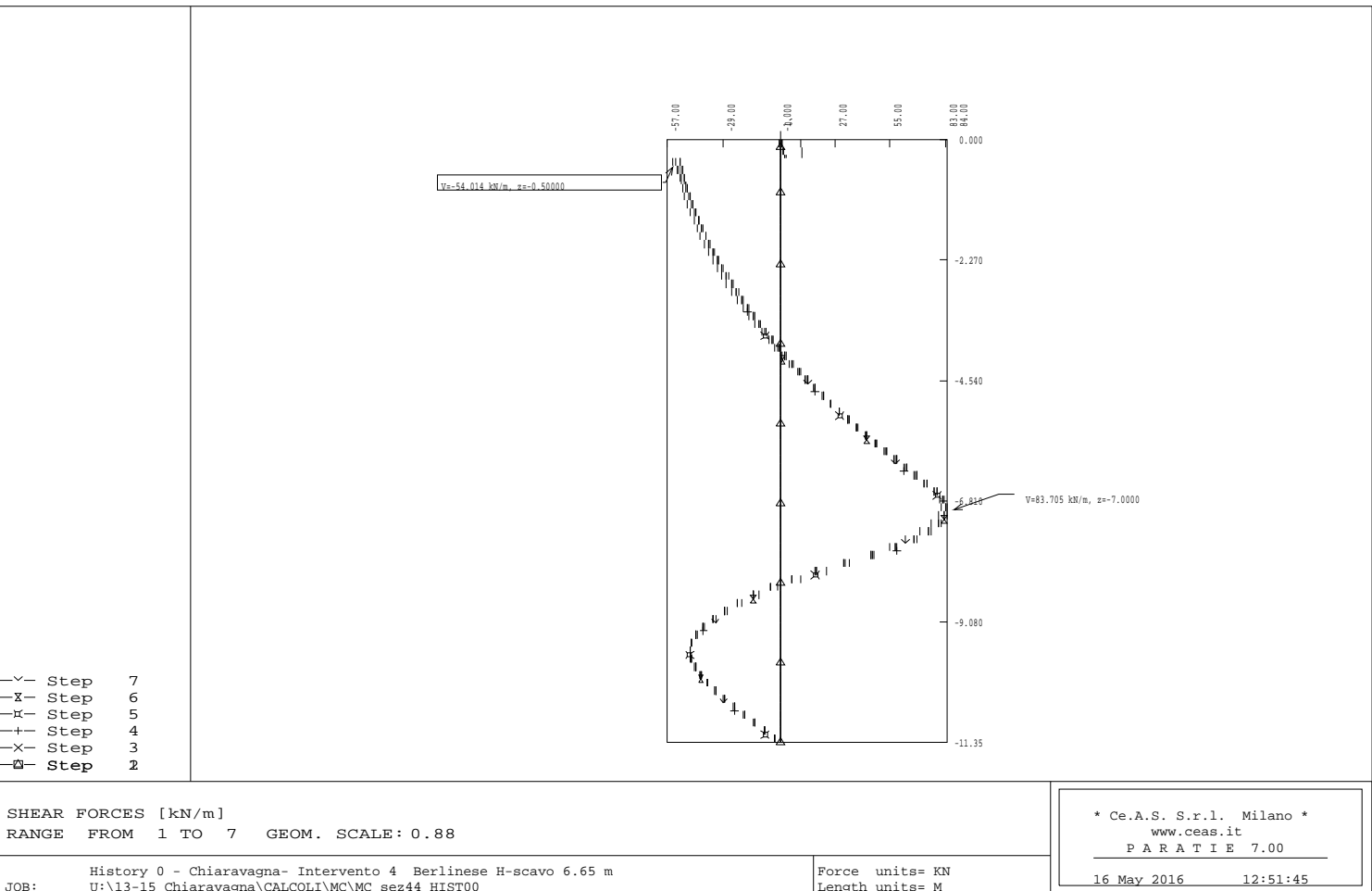


- ✓ Step 7
- ✗ Step 6
- ✗ Step 5
- ✗ Step 4
- ✗ Step 3
- ✗ Step 2

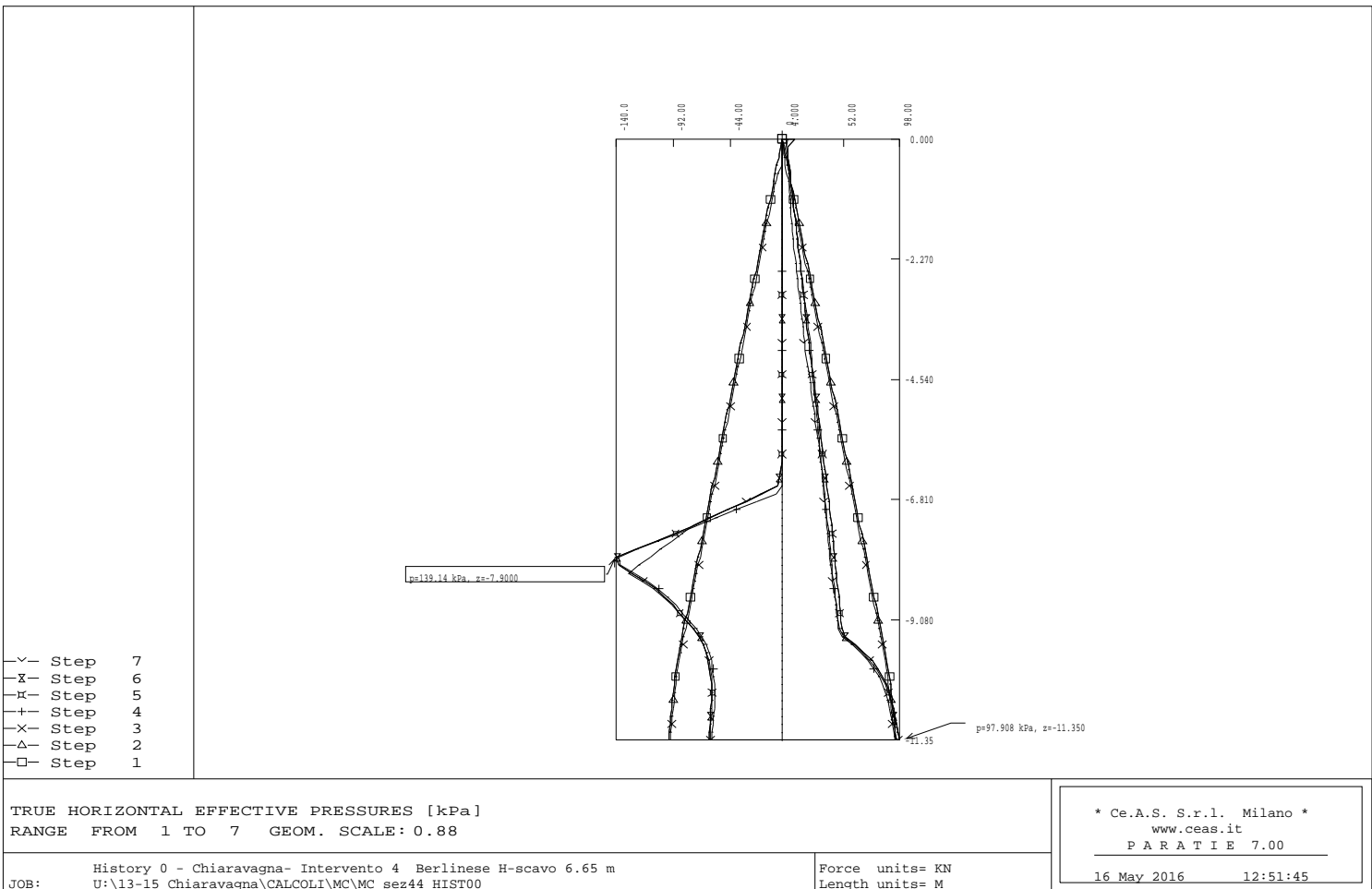


IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005\_A00  
 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlese di micropali- Relazione  
 di calcolo

Foglio  
 88 di  
 120



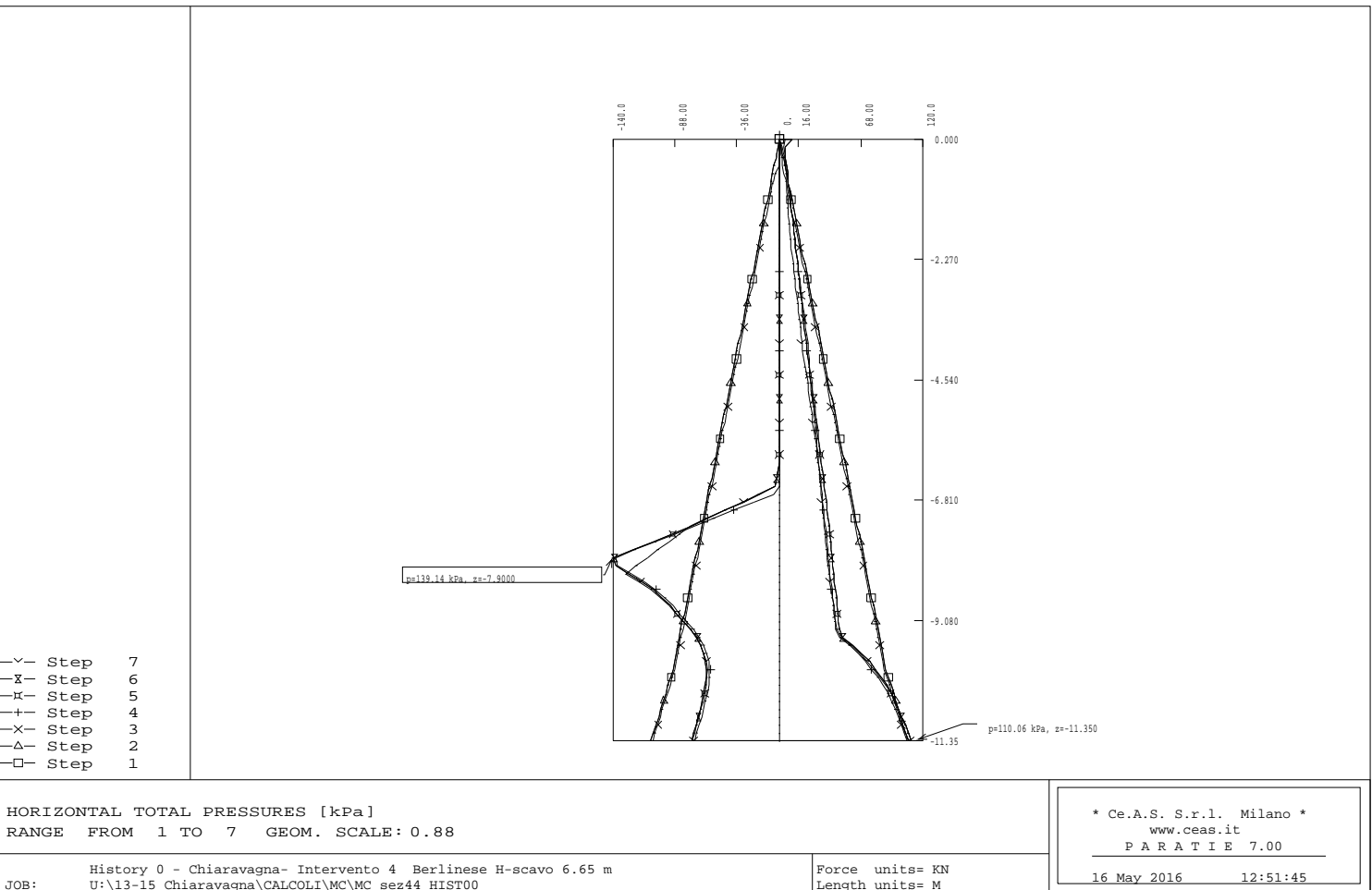






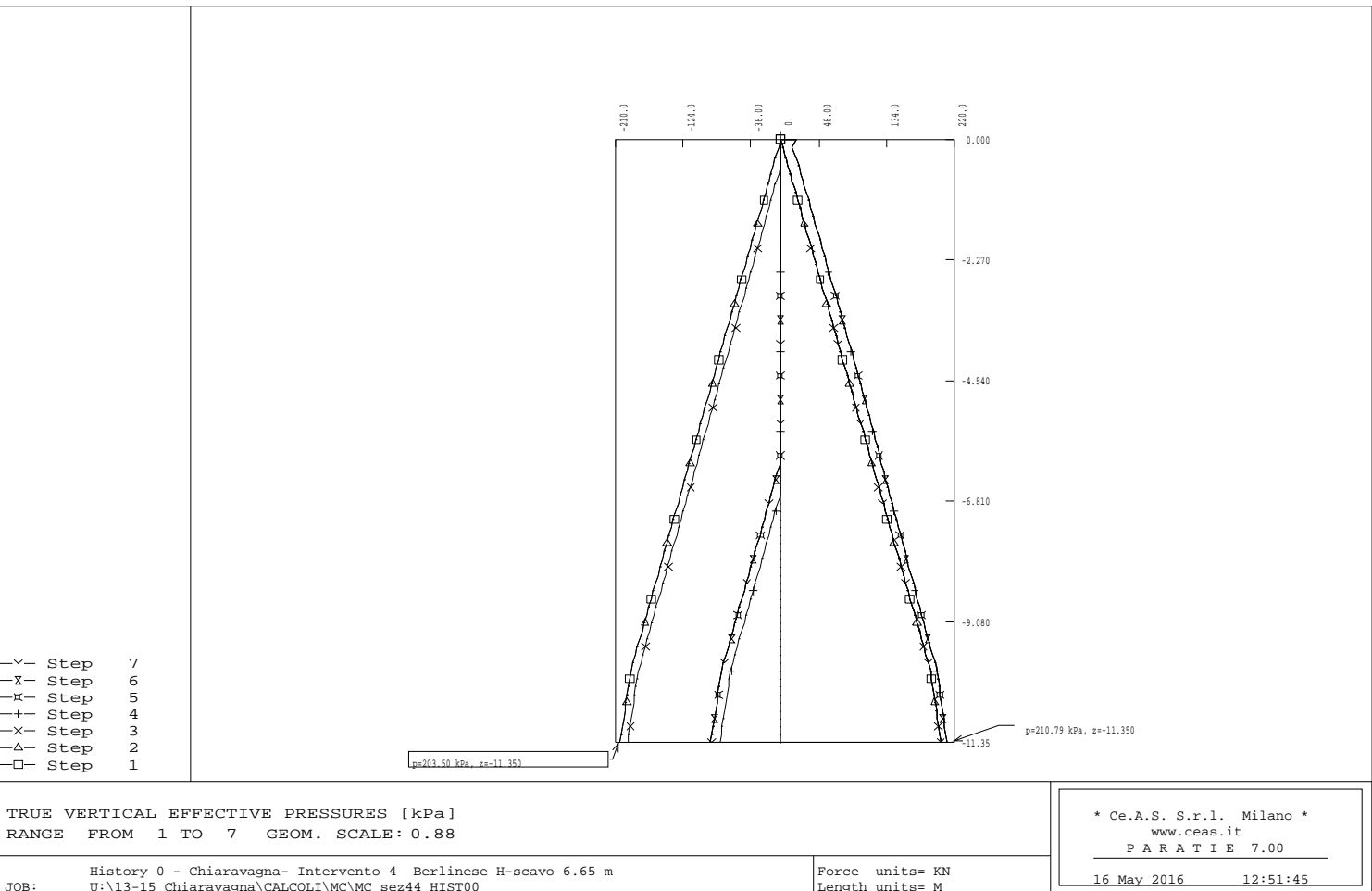
IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005\_A00  
 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlese di micropali- Relazione  
 di calcolo

Foglio  
 90 di  
 120





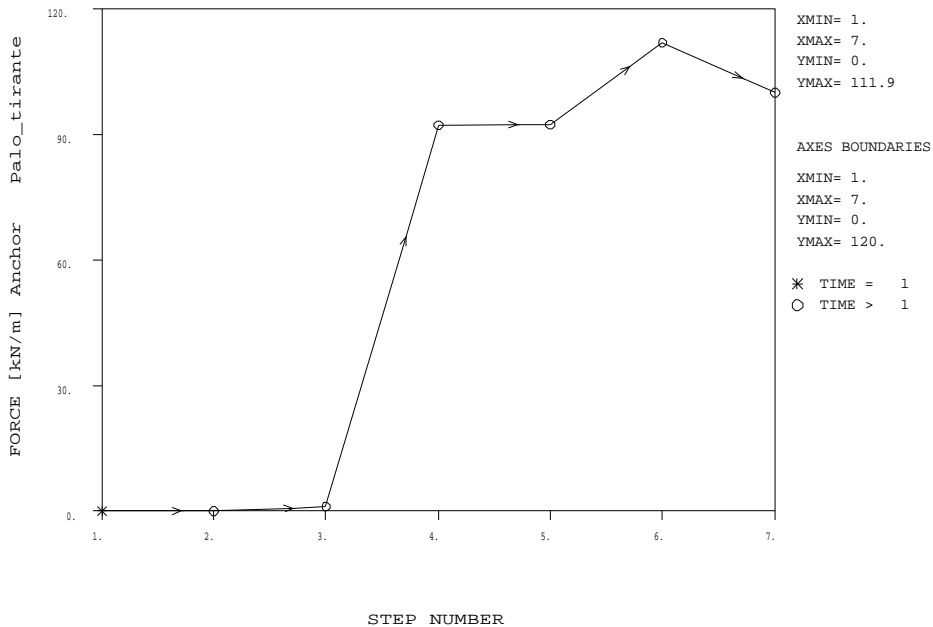
IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005\_A00  
 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione  
 di calcolo





IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005\_A00  
 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlese di micropali- Relazione  
 di calcolo

Anchor Palo tirante	
STEP	FORCE [kN/m]
1.	0.
2.	0.
3.	1.104
4.	92.26
5.	92.45
6.	111.9
7.	100.0



FROM STEP 1 TO STEP 7  
 X VARIABLE VS. Y VARIABLE DIAGRAM

History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlese H-scavo 6.65 m  
 U:\13-15 Chiaravagna\CALCOLI\MC\MC\_sez44 HIST00

Force units= KN  
 Length units= M

\* Ce.A.S. S.r.l. Milano \*  
 www.ceas.it  
 P A R A T I E 7.00

16 May 2016 12:51:45

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00  Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo</p> <p>Foglio 93 di 120</p>

### 13.2. Calcolo berlinese a sbalzo

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 1  
16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

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

JOBNAME U:\13-15\_Chiaravagna\CALCOLI\MC\MC\_sez44\_HIST00  
16 May 2016 12:51:45

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 2  
16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

#### PARAGEN INPUT DATA LIST

For command explanation, please refer  
to the PARAGEN manual, release 7.00.

```
NO.  command
1:  * Paratie for Windows version 7.0
2:  * Filename= <u:\13-15_chiaravagna\calcoli\mc\mc_sez44_hist00.d> Date=
    16/May/16
3:  * project with "run time" parameters
4:  * Force=kN Lenght=m
5:  *
6:  units m kN
7:  title History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m
8:  delta 0.15
9:  option param itemax 30
10: option noprint echo
11: option noprint displ
12: option noprint react
13: option noprint stresses
14:   wall RightWall 0 -11.35 0
15: *
16: soil DHRight RightWall -11.35 0 2 0
17: soil UHRight RightWall -11.35 0 1 180
18: *
19: material cls300 3.15E+007
20: material acciaio 2.1E+008
21: *
```



```

22: beam Beam RightWall -0.85 0 cls300 1 00 00
23: beam Berlinese RightWall -11.35 -0.85 acciaio 0.1107 00 00
24: *
25: wire Palo_tirante RightWall -0.35 acciaio 0.000205808 0 125
26: *
27: strip RightWall 4 6 0 5 0 20 45
28: *
29: * Soil Profile
30: *
31:   ldata           Stratol 0
32:     weight        19 10 9
33:     atrest         0.470081 0.5 1
34:     resistance     0 32 0.256 5.79
35:     moduli         100000 1.6 0 1 98.0665 0.5
36:   endlayer
37:   ldata           Strato2 -12
38:     weight        19 10 9

```

PARATIE 7.00

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 3

16 May 2016 12:51:45

History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

NO. command

```

39:     atrest         0.426424 0.5 1
40:     resistance     0 32 0.256 5.79
41:     young          50000 0.0008
42:   endlayer
43:   ldata           Strato3 -14
44:     weight        22 10 12
45:     atrest         0.470081 0.5 1
46:     resistance     50 32 0.256 5.79
47:     young          130000 200000
48:   endlayer
49: *
50: step 1 : Condizione geostatica
51:   setwall RightWall
52:     geom 0 0
53:     water -10 0
54: endstep
55: *
56: step 2 : Realizzazione berlinese
57:   setwall RightWall
58:     add Beam
59:     add Berlinese
60: endstep
61: *
62: step 3 : Scavo fino a -0.5 m
63:   setwall RightWall
64:     geom 0 -0.5
65:     add Palo_tirante
66: endstep
67: *
68: step 4 : Scavo fino a - 6.65 m
69:   setwall RightWall
70:     geom 0 -6.65
71: endstep
72: *
73: step 5 : Esercizio - fondo strada -6.05

```

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 95 di 120

```

74: setwall RightWall
75: geom 0 -6.05
76: endstep
77: *
78: step 6 : Urto
79: load step RightWall 0 2 5.63
80: load step RightWall 0 1 -9.38
81: setwall RightWall
82: endstep
83: *
84: step 7 : Applicazione carichi sismici

```

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 4  
16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

NO. command

```

85: change Strato1 D-KP=3.16
86: change Strato2 D-KP=3.16
87: change Strato3 D-KP=3.16
88: load constant RightWall -0.425 1 -1.1
89: dload constant RightWall -6.55 -0.37 0 -0.37
90: dload constant RightWall -8.05 0 0 -4.9
91: setwall RightWall
92: endstep
93: *
94: *

```

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 5  
16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 1

```

LAYER Strato1
soil nature: 1=granular, 2=clay = 1.0000
top level = 0.0000 m
bottom level = -12.000 m
dry unit weight = 19.000 kN/m³
buoyancy unit weight = 10.000 kN/m³
water unit weight = 9.0000 kN/m³
friction angle = 32.000 DEG (UPHILL)
active thrust coefficient = 0.25600 (UPHILL)
passive thrust coefficient = 5.7900 (UPHILL)
normally consolidated at reast coeff= 0.47008
OCR exponent = 0.50000
initial overconsolidation ratio = 1.0000
stiffness model = 2.0000
Rvc modulus = 0.10000E+06 kPa
Rur/Rvc ratio = 1.6000
coef-h = 1.0000
normalization pressure = 98.066 kPa

```

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo

Foglio  
96 di  
120

exponent n	= 0.50000		
soil nature: 1=granular, 2=clay	= 1.0000		(DOWNHILL)
friction angle	= 32.000	DEG	(DOWNHILL)
active thrust coefficient	= 0.25600		(DOWNHILL)
passive thrust coefficient	= 5.7900		(DOWNHILL)

LAYER Strato2

soil nature: 1=granular, 2=clay	= 1.0000		
top level	= -12.000	m	
bottom level	= -14.000	m	
dry unit weight	= 19.000	kN/m <sup>3</sup>	
buoyancy unit weight	= 10.000	kN/m <sup>3</sup>	
water unit weight	= 9.0000	kN/m <sup>3</sup>	
friction angle	= 32.000	DEG	(UPHILL)
active thrust coefficient	= 0.25600		(UPHILL)
passive thrust coefficient	= 5.7900		(UPHILL)
normally consolidated at reast coeff=	0.42642		
OCR exponent	= 0.50000		
initial overconsolidation ratio	= 1.0000		
stiffness model	= 1.0000		
vergin compr. el.modulus	= 50000.	kPa	
unloading/reloading modulus	= 0.80000E-03	kPa	
soil nature: 1=granular, 2=clay	= 1.0000		(DOWNHILL)
friction angle	= 32.000	DEG	(DOWNHILL)

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 6  
16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 1

active thrust coefficient	= 0.25600		(DOWNHILL)
passive thrust coefficient	= 5.7900		(DOWNHILL)

LAYER Strato3

soil nature: 1=granular, 2=clay	= 1.0000		
top level	= -14.000	m	
bottom level	= -0.10000E+31	m	
dry unit weight	= 22.000	kN/m <sup>3</sup>	
buoyancy unit weight	= 10.000	kN/m <sup>3</sup>	
water unit weight	= 12.000	kN/m <sup>3</sup>	
cohesion	= 50.000	kPa	(UPHILL)
friction angle	= 32.000	DEG	(UPHILL)
active thrust coefficient	= 0.25600		(UPHILL)
passive thrust coefficient	= 5.7900		(UPHILL)
normally consolidated at reast coeff=	0.47008		
OCR exponent	= 0.50000		
initial overconsolidation ratio	= 1.0000		
stiffness model	= 1.0000		
vergin compr. el.modulus	= 0.13000E+06	kPa	
unloading/reloading modulus	= 0.20000E+06	kPa	
soil nature: 1=granular, 2=clay	= 1.0000		(DOWNHILL)
cohesion	= 50.000	kPa	(DOWNHILL)
friction angle	= 32.000	DEG	(DOWNHILL)
active thrust coefficient	= 0.25600		(DOWNHILL)
passive thrust coefficient	= 5.7900		(DOWNHILL)

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 2



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 97 di 120

( ONLY THOSE DATA THAT MAY BE CHANGED )

NO CHANGES WITH RESPECT TO PREVIOUS STEP

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 3

( ONLY THOSE DATA THAT MAY BE CHANGED )

NO CHANGES WITH RESPECT TO PREVIOUS STEP

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 4

( ONLY THOSE DATA THAT MAY BE CHANGED )

NO CHANGES WITH RESPECT TO PREVIOUS STEP

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 5

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 7  
16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

( ONLY THOSE DATA THAT MAY BE CHANGED )

NO CHANGES WITH RESPECT TO PREVIOUS STEP

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 6

( ONLY THOSE DATA THAT MAY BE CHANGED )

NO CHANGES WITH RESPECT TO PREVIOUS STEP

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 7

( ONLY THOSE DATA THAT MAY BE CHANGED )

LAYER Strato1  
passive thrust coefficient = 3.1600 (DOWNHILL)

LAYER Strato2  
passive thrust coefficient = 3.1600 (DOWNHILL)

LAYER Strato3  
passive thrust coefficient = 3.1600 (DOWNHILL)

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 8  
16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 1

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 98 di 120

WALL RightWall

y-coordinate	=	0.0000	m
free field elevation	=	0.0000	m
excavation level	=	0.0000	m
water_table level	=	-10.000	m
uphill surcharge	=	0.0000	kPa
uphill surcharge elev.	=	0.0000	m
water table lowering	=	0.0000	m
downhill surcharge	=	0.0000	kPa
downhill surcharge elev.	=	-0.99900E+30	m
cutting eevaluation	=	0.0000	m
balance level for pore pressures	=	-11.350	m
water behaviour flag	=	0.0000	(1=REMOVE)
pore pressure update flag	=	0.0000	(1=NO UPD)
pore pressure by tab flag	=	0.0000	(1=by tab)

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 2

WALL RightWall

y-coordinate	=	0.0000	m
free field elevation	=	0.0000	m
excavation level	=	0.0000	m
water_table level	=	-10.000	m
uphill surcharge	=	0.0000	kPa
uphill surcharge elev.	=	0.0000	m
water table lowering	=	0.0000	m
downhill surcharge	=	0.0000	kPa
downhill surcharge elev.	=	-0.99900E+30	m
cutting eevaluation	=	0.0000	m
balance level for pore pressures	=	-11.350	m
water behaviour flag	=	0.0000	(1=REMOVE)
pore pressure update flag	=	0.0000	(1=NO UPD)
pore pressure by tab flag	=	0.0000	(1=by tab)

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 3

WALL RightWall

y-coordinate	=	0.0000	m
free field elevation	=	0.0000	m
excavation level	=	-0.50000	m

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 9  
16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 3

water_table level	=	-10.000	m
uphill surcharge	=	0.0000	kPa
uphill surcharge elev.	=	0.0000	m
water table lowering	=	0.0000	m
downhill surcharge	=	0.0000	kPa
downhill surcharge elev.	=	-0.99900E+30	m
cutting eevaluation	=	0.0000	m
balance level for pore pressures	=	-11.350	m
water behaviour flag	=	0.0000	(1=REMOVE)
pore pressure update flag	=	0.0000	(1=NO UPD)

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 99 di 120

pore pressure by tab flag = 0.0000 (1=by tab)

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 4

WALL RightWall

y-coordinate = 0.0000 m  
free field elevation = 0.0000 m  
excavation level = -6.6500 m  
water\_table level = -10.000 m  
uphill surcharge = 0.0000 kPa  
uphill surcharge elev. = 0.0000 m  
water table lowering = 0.0000 m  
downhill surcharge = 0.0000 kPa  
downhill surcharge elev. = -0.99900E+30 m  
cutting eevaluation = 0.0000 m  
balance level for pore pressures = -11.350 m  
water behaviour flag = 0.0000 (1=REMOVE)  
pore pressure update flag = 0.0000 (1=NO UPD)  
pore pressure by tab flag = 0.0000 (1=by tab)

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 5

WALL RightWall

y-coordinate = 0.0000 m  
free field elevation = 0.0000 m  
excavation level = -6.0500 m  
water\_table level = -10.000 m  
uphill surcharge = 0.0000 kPa  
uphill surcharge elev. = 0.0000 m  
water table lowering = 0.0000 m  
downhill surcharge = 0.0000 kPa  
downhill surcharge elev. = -0.99900E+30 m  
cutting eevaluation = 0.0000 m  
balance level for pore pressures = -11.350 m

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 10  
16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 5

water behaviour flag = 0.0000 (1=REMOVE)  
pore pressure update flag = 0.0000 (1=NO UPD)  
pore pressure by tab flag = 0.0000 (1=by tab)

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 6

WALL RightWall

y-coordinate = 0.0000 m  
free field elevation = 0.0000 m  
excavation level = -6.0500 m  
water\_table level = -10.000 m  
uphill surcharge = 0.0000 kPa  
uphill surcharge elev. = 0.0000 m  
water table lowering = 0.0000 m  
downhill surcharge = 0.0000 kPa

downhill surcharge elev. = -0.99900E+30 m  
 cutting eevaluation = 0.0000 m  
 balance level for pore pressures = -11.350 m  
 water behaviour flag = 0.0000 (1=REMOVE)  
 pore pressure update flag = 0.0000 (1=NO UPD)  
 pore pressure by tab flag = 0.0000 (1=by tab)

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 7

WALL RightWall

y-coordinate = 0.0000 m  
 free field elevation = 0.0000 m  
 excavation level = -6.0500 m  
 water\_table level = -10.000 m  
 uphill surcharge = 0.0000 kPa  
 uphill surcharge elev. = 0.0000 m  
 water table lowering = 0.0000 m  
 downhill surcharge = 0.0000 kPa  
 downhill surcharge elev. = -0.99900E+30 m  
 cutting eevaluation = 0.0000 m  
 balance level for pore pressures = -11.350 m  
 water behaviour flag = 0.0000 (1=REMOVE)  
 pore pressure update flag = 0.0000 (1=NO UPD)  
 pore pressure by tab flag = 0.0000 (1=by tab)

PARATIE 7.00

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 11

16 May 2016 12:51:45

History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

ELEMENT SUMMARY  
 =====

SOIL ELEMENT SUMMARY						
Name	Wall	Z1	Z2	Flag	Angle	
		m	m		deg	
DHRight	RightWall	0.	-11.35	DOWNHILL	0.	
UHRight	RightWall	0.	-11.35	UPHILL	180.0	

BEAM ELEMENT SUMMARY						
Name	Wall	Z1	Z2	Mat	thick	
		m	m		m	
Beam	RightWall	0.	-.8500	_	1.000	
Berlinese	RightWall	-.8500	-11.35	_	0.1107	

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo	Foglio 101 di 120

```

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|                                     WIRE ELEMENT SUMMARY                                     |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Name          | Wall   | Zeta   | Mat   | A/L    | Pinit  | Angle |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|               |        | m      |       |        | kN/m   | deg   |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Palo_tirante | RightWall | -.3500 | _    | 0.2058E-03 | 0.    | 125.0 |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

```

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 12  
16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

MISCELLANEOUS DATA SUMMARY  
=====

```

+-----+-----+
|               MATERIALS               |
+-----+-----+
| Name | YOUNG MODULUS |
+-----+-----+
|      |                | kPa |
+-----+-----+
| cls3 | 3.15E+007 |
+-----+-----+
| acci | 2.1E+008 |
+-----+-----+

```

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 13  
16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

DISTRIBUTED LOAD SUMMARY

Wall	From step	To step	Z1	P1	Z2	P2
Righ	7	7	-6.5500	-0.37000	0.0000	-0.37000
Righ	7	7	-8.0500	0.0000	0.0000	-4.9000

UNITS FOR Z1 , Z2 =m  
UNITS FOR P1 , P2 =kPa

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 14  
16 May 2016 12:51:45

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 102 di 120

History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

CONCENTRATED LOAD SUMMARY

Wall	From step	To step	ZETA	FORCE	MOMENT
Righ	6	6	0.0000	0.0000	5.6300
Righ	6	6	0.0000	-9.3800	0.0000
Righ	7	7	-0.42500	-1.1000	0.0000

UNITS FOR ZETA =m  
FORCE UNITS =kN/m  
MOMENT UNITS =kN\*m/m

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 15  
16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

INCREMENTAL ANALYSIS SUMMARY

STEP	NO. OF ITERATIONS	CONVERGENCE
1	2	YES
2	2	YES
3	3	YES
4	6	YES
5	2	YES
6	3	YES
7	4	YES

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 16  
16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

MAXIMUM LATERAL DISPLACEMENTS

\*ALL STEPS INCLUDED\*

\* WALL RightWall\*

\* UNBALANCED STEPS ARE EXCLUDED \*

\* REMARK: ELEVATION UNITS ARE m  
DISPL. UNITS ARE m

NODE	Z-COORD	MAXIMUM DISPLACEMENT	STEP	WALL RightWall
1	0.0000	-0.83134E-03	6	
2	-0.15000	-0.24100E-02	6	
3	-0.30000	-0.39886E-02	6	
4	-0.35000	-0.45149E-02	6	
5	-0.50000	-0.60937E-02	6	
6	-0.65000	-0.76725E-02	6	
7	-0.80000	-0.92512E-02	6	
8	-0.85000	-0.97774E-02	6	
9	-1.0000	-0.11347E-01	6	
10	-1.1500	-0.12894E-01	6	
11	-1.3000	-0.14411E-01	6	
12	-1.4500	-0.15891E-01	6	
13	-1.6000	-0.17362E-01	7	

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 103 di 120

14	-1.7500	-0.18783E-01	7
15	-1.9000	-0.20144E-01	7
16	-2.0500	-0.21438E-01	7
17	-2.2000	-0.22660E-01	7
18	-2.3500	-0.23806E-01	7
19	-2.5000	-0.24872E-01	7
20	-2.6500	-0.25853E-01	7
21	-2.8000	-0.26746E-01	7
22	-2.9500	-0.27546E-01	7
23	-3.1000	-0.28252E-01	7
24	-3.2500	-0.28861E-01	7
25	-3.4000	-0.29369E-01	7
26	-3.5500	-0.29776E-01	7
27	-3.7000	-0.30080E-01	7
28	-3.8500	-0.30280E-01	7
29	-4.0000	-0.30376E-01	7
30	-4.1500	-0.30367E-01	7
31	-4.3000	-0.30262E-01	4
32	-4.4500	-0.30058E-01	4
33	-4.6000	-0.29751E-01	4
34	-4.7500	-0.29343E-01	4
35	-4.9000	-0.28837E-01	4
36	-5.0500	-0.28236E-01	4
37	-5.2000	-0.27542E-01	4
38	-5.3500	-0.26762E-01	4

PARATIE 7.00

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 17

16 May 2016 12:51:45

History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

NODE	Z-COORD	MAXIMUM DISPLACEMENT	STEP WALL RightWall
39	-5.5000	-0.25898E-01	4
40	-5.6500	-0.24957E-01	4
41	-5.8000	-0.23945E-01	4
42	-5.9500	-0.22868E-01	4
43	-6.1000	-0.21734E-01	4
44	-6.2500	-0.20551E-01	4
45	-6.4000	-0.19328E-01	4
46	-6.5500	-0.18074E-01	4
47	-6.7000	-0.16799E-01	4
48	-6.8500	-0.15515E-01	4
49	-7.0000	-0.14233E-01	4
50	-7.1500	-0.12965E-01	4
51	-7.3000	-0.11722E-01	4
52	-7.4500	-0.10516E-01	4
53	-7.6000	-0.93580E-02	4
54	-7.7500	-0.82573E-02	4
55	-7.9000	-0.72224E-02	4
56	-8.0500	-0.62598E-02	4
57	-8.2000	-0.53739E-02	4
58	-8.3500	-0.45676E-02	4
59	-8.5000	-0.38415E-02	4
60	-8.6500	-0.31951E-02	4
61	-8.8000	-0.26263E-02	4
62	-8.9500	-0.21322E-02	4
63	-9.1000	-0.17086E-02	4
64	-9.2500	-0.13509E-02	4
65	-9.4000	-0.10534E-02	4

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 104 di 120

66	-9.5500	-0.81028E-03	4
67	-9.7000	-0.61506E-03	4
68	-9.8500	-0.46131E-03	4
69	-10.000	-0.34268E-03	4
70	-10.150	-0.25305E-03	4
71	-10.300	-0.18672E-03	4
72	-10.450	-0.13850E-03	4
73	-10.600	-0.10374E-03	4
74	-10.750	-0.78460E-04	4
75	-10.900	-0.59337E-04	4
76	-11.050	0.74446E-04	7
77	-11.200	0.88826E-04	7
78	-11.350	0.10268E-03	7

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 18  
16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

MIN/MAX FLEXIBLE WALL FORCES  
(PER UNIT DEPTH)

\* WALL RightWall GROUP Beam\*  
\*STEP 1 - 7\*  
\* UNBALANCED STEPS ARE EXCLUDED \*

In next table, the following results are listed:

LEFT. MOM. = left side tension moment [kN\*m/m]  
RIGHT MOM. = right side tension moment [kN\*m/m]  
SHEAR = shear force (absolute value) [kN/m ]

BEAM EL.	END	ELEVATION	LEFT MOM.	RIGHT MOM.	SHEAR
1	A	0.	0.5821E-10	5.630	9.764
	B	-0.1500	0.4093E-11	7.095	9.764
2	A	-0.1500	0.7958E-11	7.095	10.35
	B	-0.3000	0.	8.647	10.35
3	A	-0.3000	0.	8.647	10.83
	B	-0.3500	0.	9.188	10.83
4	A	-0.3500	0.	9.188	54.01
	B	-0.5000	7.686	1.259	54.01
5	A	-0.5000	7.686	1.259	51.98
	B	-0.6500	15.40	0.2935E-01	51.98
6	A	-0.6500	15.40	0.2935E-01	50.99
	B	-0.8000	22.89	0.7019E-01	50.99
7	A	-0.8000	22.89	0.7019E-01	50.26
	B	-0.8500	25.33	0.8370E-01	50.26

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 19  
16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

MIN/MAX FLEXIBLE WALL FORCES  
(PER UNIT DEPTH)

\* WALL RightWall GROUP Berlinese\*  
\*STEP 1 - 7\*  
\* UNBALANCED STEPS ARE EXCLUDED \*



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 105 di 120

In next table, the following results are listed:

LEFT. MOM. = left side tension moment [kN\*m/m]  
RIGHT MOM. = right side tension moment [kN\*m/m]  
SHEAR = shear force (absolute value) [kN/m ]

BEAM EL.	END	ELEVATION	LEFT MOM.	RIGHT MOM.	SHEAR
1	A	-0.8500	25.33	0.8370E-01	49.49
	B	-1.000	32.50	0.1226	49.49
2	A	-1.000	32.50	0.1226	48.24
	B	-1.150	39.42	0.1551	48.24
3	A	-1.150	39.42	0.1551	46.88
	B	-1.300	46.09	0.1796	46.88
4	A	-1.300	46.09	0.1796	45.41
	B	-1.450	52.51	0.1955	45.41
5	A	-1.450	52.51	0.1955	43.82
	B	-1.600	58.66	0.2032	43.82
6	A	-1.600	58.66	0.2032	42.13
	B	-1.750	64.55	0.2036	42.13
7	A	-1.750	64.55	0.2036	40.32
	B	-1.900	70.15	0.1979	40.32
8	A	-1.900	70.15	0.1979	38.41
	B	-2.050	75.45	0.1873	38.41
9	A	-2.050	75.45	0.1873	36.39
	B	-2.200	80.44	0.1733	36.39
10	A	-2.200	80.44	0.1733	34.25
	B	-2.350	85.09	0.1569	34.25
11	A	-2.350	85.09	0.1569	32.01
	B	-2.500	89.41	0.1393	32.01
12	A	-2.500	89.41	0.1393	29.69
	B	-2.650	93.36	0.1214	29.69
13	A	-2.650	93.36	0.1214	27.22
	B	-2.800	96.97	0.1039	27.22
14	A	-2.800	96.97	0.1039	24.61
	B	-2.950	100.3	0.8740E-01	24.61
15	A	-2.950	100.3	0.8740E-01	21.86
	B	-3.100	103.3	0.7227E-01	21.86
16	A	-3.100	103.3	0.7227E-01	18.97
	B	-3.250	105.8	0.5874E-01	18.97
17	A	-3.250	105.8	0.5874E-01	15.96
	B	-3.400	107.9	0.4696E-01	15.96

PARATIE 7.00

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 20

16 May 2016

12:51:45

History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

BEAM EL.	END	ELEVATION	LEFT MOM.	RIGHT MOM.	SHEAR
18	A	-3.400	107.9	0.4696E-01	12.82
	B	-3.550	109.5	0.3692E-01	12.82
19	A	-3.550	109.5	0.3692E-01	9.563
	B	-3.700	110.7	0.2858E-01	9.563
20	A	-3.700	110.7	0.2858E-01	6.191
	B	-3.850	111.4	0.2181E-01	6.191
21	A	-3.850	111.4	0.2181E-01	2.707
	B	-4.000	111.6	0.1645E-01	2.707
22	A	-4.000	111.6	0.1645E-01	2.746
	B	-4.150	111.3	0.1234E-01	2.746
23	A	-4.150	111.3	0.1234E-01	6.204
	B	-4.300	110.4	0.9275E-02	6.204

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo

Foglio  
106 di  
120

24	A	-4.300	110.4	0.9275E-02	9.794
	B	-4.450	109.0	0.7086E-02	9.794
25	A	-4.450	109.0	0.7086E-02	13.52
	B	-4.600	107.0	0.5596E-02	13.52
26	A	-4.600	107.0	0.5596E-02	17.37
	B	-4.750	104.4	0.4651E-02	17.37
27	A	-4.750	104.4	0.4651E-02	21.35
	B	-4.900	101.3	0.4112E-02	21.35
28	A	-4.900	101.3	0.4112E-02	25.46
	B	-5.050	97.50	0.3865E-02	25.46
29	A	-5.050	97.50	0.3865E-02	29.76
	B	-5.200	93.10	0.3812E-02	29.76
30	A	-5.200	93.10	0.3812E-02	34.21
	B	-5.350	88.02	0.3877E-02	34.21
31	A	-5.350	88.02	0.3877E-02	38.78
	B	-5.500	82.24	0.4001E-02	38.78
32	A	-5.500	82.24	0.4001E-02	43.48
	B	-5.650	75.74	0.4141E-02	43.48
33	A	-5.650	75.74	0.4141E-02	48.31
	B	-5.800	68.51	0.4268E-02	48.31
34	A	-5.800	68.51	0.4268E-02	53.26
	B	-5.950	60.53	0.4361E-02	53.26
35	A	-5.950	60.53	0.4361E-02	58.35
	B	-6.100	51.88	0.4411E-02	58.35
36	A	-6.100	51.88	0.4411E-02	63.54
	B	-6.250	42.61	0.4413E-02	63.54
37	A	-6.250	42.61	0.4413E-02	68.71
	B	-6.400	32.59	0.4369E-02	68.71
38	A	-6.400	32.59	0.4369E-02	73.82
	B	-6.550	21.81	0.4283E-02	73.82
39	A	-6.550	21.81	0.4283E-02	78.87
	B	-6.700	10.25	0.4161E-02	78.87
40	A	-6.700	10.25	0.4161E-02	81.98
	B	-6.850	0.	3.464	81.98

PARATIE 7.00

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 21

16 May 2016

12:51:45

History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

BEAM EL.	END	ELEVATION	LEFT MOM.	RIGHT MOM.	SHEAR
41	A	-6.850	0.	3.464	83.71
	B	-7.000	0.	15.93	83.71
42	A	-7.000	0.	15.93	83.45
	B	-7.150	0.	28.28	83.45
43	A	-7.150	0.	28.28	80.82
	B	-7.300	0.	40.17	80.82
44	A	-7.300	0.	40.17	75.82
	B	-7.450	0.	51.33	75.82
45	A	-7.450	0.	51.33	68.45
	B	-7.600	0.	61.41	68.45
46	A	-7.600	0.	61.41	58.70
	B	-7.750	0.	70.04	58.70
47	A	-7.750	0.	70.04	46.59
	B	-7.900	0.	76.90	46.59
48	A	-7.900	0.	76.90	34.78
	B	-8.050	0.	81.61	34.78
49	A	-8.050	0.	81.61	22.85
	B	-8.200	0.	84.23	22.85

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 107 di 120

50	A	-8.200	0.	84.23	9.825
	B	-8.350	0.	85.03	9.825
51	A	-8.350	0.	85.03	5.126
	B	-8.500	0.	84.26	5.126
52	A	-8.500	0.	84.26	14.11
	B	-8.650	0.	82.15	14.11
53	A	-8.650	0.	82.15	21.81
	B	-8.800	0.	79.03	21.81
54	A	-8.800	0.	79.03	28.42
	B	-8.950	0.	75.02	28.42
55	A	-8.950	0.	75.02	34.13
	B	-9.100	0.	70.08	34.13
56	A	-9.100	0.	70.08	38.87
	B	-9.250	0.	64.36	38.87
57	A	-9.250	0.	64.36	42.54
	B	-9.400	0.	58.04	42.54
58	A	-9.400	0.	58.04	45.05
	B	-9.550	0.	51.30	45.05
59	A	-9.550	0.	51.30	45.92
	B	-9.700	0.	44.41	45.92
60	A	-9.700	0.	44.41	45.35
	B	-9.850	0.	37.61	45.35
61	A	-9.850	0.	37.61	43.56
	B	-10.00	0.	31.07	43.56
62	A	-10.00	0.	31.07	40.79
	B	-10.15	0.	24.96	40.79
63	A	-10.15	0.	24.96	37.27
	B	-10.30	0.	19.36	37.27

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 22  
16 May 2016 12:51:45

History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

BEAM EL.	END	ELEVATION	LEFT MOM.	RIGHT MOM.	SHEAR
64	A	-10.30	0.	19.36	33.17
	B	-10.45	0.	14.39	33.17
65	A	-10.45	0.	14.39	28.66
	B	-10.60	0.	10.09	28.66
66	A	-10.60	0.	10.09	23.84
	B	-10.75	0.	6.514	23.84
67	A	-10.75	0.	6.514	18.80
	B	-10.90	0.	3.694	18.80
68	A	-10.90	0.	3.694	13.59
	B	-11.05	0.	1.655	13.59
69	A	-11.05	0.	1.655	8.249
	B	-11.20	0.	0.4173	8.249
70	A	-11.20	0.	0.4173	2.782
	B	-11.35	0.2842E-13	0.2842E-13	2.782

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 23  
16 May 2016 12:51:45

History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

ACTIVE ANCHORS' FORCES (PER UNIT DEPTH)

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 108 di 120

ANCHOR	Palo_tirante	1 WALL	RightWall	ELEV.	-0.35000
		STEP	1 inactive		
		STEP	2 inactive		
		STEP	3 FORCE	1.1038	kN/m
		STEP	4 FORCE	92.260	kN/m
		STEP	5 FORCE	92.451	kN/m
		STEP	6 FORCE	111.92	kN/m
		STEP	7 FORCE	100.04	kN/m

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 24  
16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

RESULTS SUMMARY FOR SOIL ELEMENTS

\* WALL RightWall GROUP DHRight\*

\*STEP 1 - 7\*

\* UNBALANCED STEPS ARE EXCLUDED \*

In next table, the following results are listed:

SIGMA-H = max. effective horizontal stress [kPa ]  
SHEAR = max. shear stress [kPa ]  
WATER PR.= maximum pore pressure [kPa ]  
MAX GRAD.= max. hydraulic gradient

SOIL EL.	ELEVATION	SIGMA-H	SHEAR	WATER PR.	MAX GRAD.
1	0.	0.	0.	0.	0.
2	-0.1500	1.340	0.7551	0.	0.
3	-0.3000	2.679	1.510	0.	0.
4	-0.3500	3.126	1.762	0.	0.
5	-0.5000	4.466	2.517	0.	0.
6	-0.6500	5.805	3.272	0.	0.
7	-0.8000	7.145	4.027	0.	0.
8	-0.8500	7.592	4.279	0.	0.
9	-1.000	8.932	5.034	0.	0.
10	-1.150	10.27	5.789	0.	0.
11	-1.300	11.61	6.545	0.	0.
12	-1.450	12.95	7.300	0.	0.
13	-1.600	14.29	8.055	0.	0.
14	-1.750	15.63	8.810	0.	0.
15	-1.900	16.97	9.565	0.	0.
16	-2.050	18.31	10.32	0.	0.
17	-2.200	19.65	11.08	0.	0.
18	-2.350	20.99	11.83	0.	0.
19	-2.500	22.33	12.59	0.	0.
20	-2.650	23.67	13.34	0.	0.
21	-2.800	25.01	14.10	0.	0.
22	-2.950	26.35	14.85	0.	0.
23	-3.100	27.69	15.61	0.	0.
24	-3.250	29.03	16.36	0.	0.
25	-3.400	30.37	17.12	0.	0.
26	-3.550	31.71	17.87	0.	0.
27	-3.700	33.05	18.63	0.	0.
28	-3.850	34.39	19.38	0.	0.
29	-4.000	35.73	20.14	0.	0.
30	-4.150	37.07	20.89	0.	0.
31	-4.300	38.41	21.65	0.	0.
32	-4.450	39.75	22.40	0.	0.
33	-4.600	41.08	23.16	0.	0.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo

Foglio  
109 di  
120

34	-4.750	42.42	23.91	0.	0.
35	-4.900	43.76	24.67	0.	0.

PARATIE 7.00  
16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 25

SOIL EL.	ELEVATION	SIGMA-H	SHEAR	WATER PR.	MAX GRAD.
36	-5.050	45.10	25.42	0.	0.
37	-5.200	46.44	26.18	0.	0.
38	-5.350	47.78	26.93	0.	0.
39	-5.500	49.12	27.69	0.	0.
40	-5.650	50.46	28.44	0.	0.
41	-5.800	51.80	29.20	0.	0.
42	-5.950	53.14	29.95	0.	0.
43	-6.100	54.48	30.71	0.	0.
44	-6.250	55.82	31.46	0.	0.
45	-6.400	57.16	32.22	0.	0.
46	-6.550	58.50	32.97	0.	0.
47	-6.700	59.84	33.73	0.	0.
48	-6.850	61.18	34.48	0.	0.
49	-7.000	62.52	35.24	0.	0.
50	-7.150	63.86	35.99	0.	0.
51	-7.300	75.03	36.75	0.	0.
52	-7.450	90.20	37.51	0.	0.
53	-7.600	106.5	43.23	0.	0.
54	-7.750	122.8	50.06	0.	0.
55	-7.900	139.1	56.88	0.	0.
56	-8.050	137.6	54.61	0.	0.
57	-8.200	128.1	47.40	0.	0.
58	-8.350	117.5	42.04	0.	0.
59	-8.500	107.9	42.79	0.	0.
60	-8.650	99.66	43.55	0.	0.
61	-8.800	92.82	44.30	0.	0.
62	-8.950	87.14	45.06	0.	0.
63	-9.100	81.28	45.81	0.	0.
64	-9.250	82.62	46.57	0.	0.
65	-9.400	83.96	47.32	0.	0.
66	-9.550	85.30	48.08	0.	0.
67	-9.700	86.64	48.83	0.	0.
68	-9.850	87.98	49.59	0.	0.
69	-10.00	89.32	50.34	0.	0.
70	-10.15	90.02	50.74	1.350	0.
71	-10.30	90.73	51.14	2.700	0.
72	-10.45	91.43	51.53	4.050	0.
73	-10.60	92.14	51.93	5.400	0.
74	-10.75	92.84	52.33	6.750	0.
75	-10.90	93.55	52.73	8.100	0.
76	-11.05	94.25	53.12	9.450	0.
77	-11.20	94.96	53.52	10.80	0.
78	-11.35	95.66	53.92	12.15	0.

PARATIE 7.00  
16 May 2016 12:51:45

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 26

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 110 di 120

History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

RESULTS SUMMARY FOR SOIL ELEMENTS

\* WALL RightWall GROUP UHRight\*

\*STEP 1 - 7\*

\* UNBALANCED STEPS ARE EXCLUDED \*

In next table, the following results are listed:

SIGMA-H = max. effective horizontal stress [kPa ]

SHEAR = max. shear stress [kPa ]

WATER PR.= maximum pore pressure [kPa ]

MAX GRAD.= max. hydraulic gradient

SOIL EL.	ELEVATION	SIGMA-H	SHEAR	WATER PR.	MAX GRAD.
1	0.	10.53	7.440	0.	0.
2	-0.1500	4.588	5.648	0.	0.
3	-0.3000	4.804	6.980	0.	0.
4	-0.3500	5.075	7.375	0.	0.
5	-0.5000	5.856	8.510	0.	0.
6	-0.6500	6.614	9.611	0.	0.
7	-0.8000	7.361	10.70	0.	0.
8	-0.8500	7.609	11.06	0.	0.
9	-1.000	8.932	12.13	0.	0.
10	-1.150	10.27	13.21	0.	0.
11	-1.300	11.61	14.27	0.	0.
12	-1.450	12.95	15.34	0.	0.
13	-1.600	14.29	16.41	0.	0.
14	-1.750	15.63	17.47	0.	0.
15	-1.900	16.97	18.54	0.	0.
16	-2.050	18.31	19.60	0.	0.
17	-2.200	19.65	20.66	0.	0.
18	-2.350	20.99	21.73	0.	0.
19	-2.500	22.33	22.79	0.	0.
20	-2.650	23.67	23.85	0.	0.
21	-2.800	25.01	24.91	0.	0.
22	-2.950	26.35	25.98	0.	0.
23	-3.100	27.69	27.04	0.	0.
24	-3.250	29.03	28.10	0.	0.
25	-3.400	30.37	29.16	0.	0.
26	-3.550	31.71	30.22	0.	0.
27	-3.700	33.05	31.28	0.	0.
28	-3.850	34.39	32.34	0.	0.
29	-4.000	35.73	33.41	0.	0.
30	-4.150	37.07	34.47	0.	0.
31	-4.300	38.41	35.53	0.	0.
32	-4.450	39.75	36.59	0.	0.
33	-4.600	41.08	37.65	0.	0.
34	-4.750	42.42	38.71	0.	0.
35	-4.900	43.76	39.77	0.	0.

PARATIE 7.00

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 27

16 May 2016

12:51:45

History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

SOIL EL.	ELEVATION	SIGMA-H	SHEAR	WATER PR.	MAX GRAD.
36	-5.050	45.10	40.80	0.	0.
37	-5.200	46.44	41.75	0.	0.
38	-5.350	47.78	42.71	0.	0.
39	-5.500	49.12	43.67	0.	0.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 111 di 120

40	-5.650	50.46	44.64	0.	0.
41	-5.800	51.80	45.60	0.	0.
42	-5.950	53.14	46.58	0.	0.
43	-6.100	54.48	47.56	0.	0.
44	-6.250	55.82	48.53	0.	0.
45	-6.400	57.16	49.52	0.	0.
46	-6.550	58.50	50.50	0.	0.
47	-6.700	59.84	51.49	0.	0.
48	-6.850	61.18	52.48	0.	0.
49	-7.000	62.52	53.48	0.	0.
50	-7.150	63.86	54.47	0.	0.
51	-7.300	65.20	55.47	0.	0.
52	-7.450	66.54	56.47	0.	0.
53	-7.600	67.88	57.47	0.	0.
54	-7.750	69.22	58.47	0.	0.
55	-7.900	70.56	59.48	0.	0.
56	-8.050	71.90	60.48	0.	0.
57	-8.200	73.24	61.49	0.	0.
58	-8.350	74.58	62.50	0.	0.
59	-8.500	75.92	63.51	0.	0.
60	-8.650	77.26	64.52	0.	0.
61	-8.800	78.60	65.54	0.	0.
62	-8.950	79.94	66.55	0.	0.
63	-9.100	81.28	67.57	0.	0.
64	-9.250	82.62	68.59	0.	0.
65	-9.400	83.96	68.45	0.	0.
66	-9.550	85.30	65.67	0.	0.
67	-9.700	86.64	63.41	0.	0.
68	-9.850	87.98	61.67	0.	0.
69	-10.00	89.32	60.41	0.	0.
70	-10.15	90.02	59.21	1.350	0.
71	-10.30	90.73	58.38	2.700	0.
72	-10.45	91.43	57.86	4.050	0.
73	-10.60	92.14	57.57	5.400	0.
74	-10.75	92.99	57.45	6.750	0.
75	-10.90	94.36	57.45	8.100	0.
76	-11.05	95.58	57.52	9.450	0.
77	-11.20	96.81	57.63	10.80	0.
78	-11.35	97.91	57.75	12.15	0.

PARATIE 7.00

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 28

16 May 2016

12:51:45

History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

#### SOIL THRUSTS SUMMARY

(VALUES BELOW ARE COMPUTED INTEGRATING THE ELEMENTAL CONTRIBUTIONS)

TRUE EFFECTIVE THRUST	= Effective stress resultant over all the soil elements in this group: units are kN/m
WATER THRUST	= Pore pressure resultant over all the soil elements in this group: units are kN/m
TRUE TOTAL THRUST	= The sum of the TRUE EFFECTIVE THRUST and WATER THRUST: it represents the overall thrust on the wall: units are kN/m
MINIMUM ALLOWABLE THRUST	= It is the minimum thrust from this soil region, if active conditions are fully developed; units are kN/m
MAXIMUM ALLOWABLE THRUST	= It is the maximum thrust that can be resisted by this soil region, if passive conditions are

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo
	Foglio 112 di 120

fully developed; units are kN/m

MAXIMUM/TRUE RATIO = It is the ratio between the passive thrust and current effective thrust;

PASSIVE THRUST PERCENTAGE = The actual effective thrust is represented as a percentage of the maximum allowable resistance;

TRUE/MINIMUM RATIO = It is the ratio between the current effective thrust and minimum soil resistance.

STEP	1	GROUP	-->	DHRi	UHRi
TRUE EFFECTIVE THRUST				571.44	571.44
WATER THRUST				8.2013	8.2013
TRUE TOTAL THRUST				579.64	579.64
MINIMUM ALLOWABLE THRUST				311.20	311.20
MAXIMUM ALLOWABLE THRUST				7038.4	7038.4
MAXIMUM/TRUE RATIO				12.317	12.317
PASSIVE THRUST PERCENTAGE				8.%	8.%
TRUE/MINIMUM RATIO				1.8362	1.8362

STEP	2	GROUP	-->	DHRi	UHRi
TRUE EFFECTIVE THRUST				571.44	571.44
WATER THRUST				8.2013	8.2013
TRUE TOTAL THRUST				579.64	579.64
MINIMUM ALLOWABLE THRUST				311.20	311.20
MAXIMUM ALLOWABLE THRUST				7038.4	7038.4
MAXIMUM/TRUE RATIO				12.317	12.317
PASSIVE THRUST PERCENTAGE				8.%	8.%
TRUE/MINIMUM RATIO				1.8362	1.8362

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 29  
16 May 2016 12:51:45  
History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

STEP	3	GROUP	-->	DHRi	UHRi
TRUE EFFECTIVE THRUST				554.27	554.91
WATER THRUST				8.2013	8.2013
TRUE TOTAL THRUST				562.48	563.11
MINIMUM ALLOWABLE THRUST				284.20	311.20
MAXIMUM ALLOWABLE THRUST				6427.8	7038.4
MAXIMUM/TRUE RATIO				11.597	12.684
PASSIVE THRUST PERCENTAGE				9.%	8.%
TRUE/MINIMUM RATIO				1.9503	1.7831

STEP	4	GROUP	-->	DHRi	UHRi
TRUE EFFECTIVE THRUST				350.68	403.60
WATER THRUST				8.2013	8.2013
TRUE TOTAL THRUST				358.88	411.80
MINIMUM ALLOWABLE THRUST				51.636	344.82
MAXIMUM ALLOWABLE THRUST				1167.9	7798.8
MAXIMUM/TRUE RATIO				3.3302	19.323
PASSIVE THRUST PERCENTAGE				30.%	5.%
TRUE/MINIMUM RATIO				6.7915	1.1705



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005_A00 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione di calcolo

Foglio  
113 di  
120

STEP	5	GROUP -->	DHRi	UHRi
TRUE EFFECTIVE THRUST			367.16	420.21
WATER THRUST			8.2013	8.2013
TRUE TOTAL THRUST			375.36	428.41
MINIMUM ALLOWABLE THRUST			66.228	344.82
MAXIMUM ALLOWABLE THRUST			1497.9	7798.8
MAXIMUM/TRUE RATIO			4.0797	18.559
PASSIVE THRUST PERCENTAGE			25.%	5.%
TRUE/MINUMUM RATIO			5.5439	1.2186

STEP	6	GROUP -->	DHRi	UHRi
TRUE EFFECTIVE THRUST			367.19	422.05
WATER THRUST			8.2013	8.2013
TRUE TOTAL THRUST			375.40	430.25
MINIMUM ALLOWABLE THRUST			66.228	344.82
MAXIMUM ALLOWABLE THRUST			1497.9	7798.8
MAXIMUM/TRUE RATIO			4.0793	18.479
PASSIVE THRUST PERCENTAGE			25.%	5.%
TRUE/MINUMUM RATIO			5.5444	1.2240

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 30  
 16 May 2016 12:51:45  
 History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlinese H-scavo 6.65 m

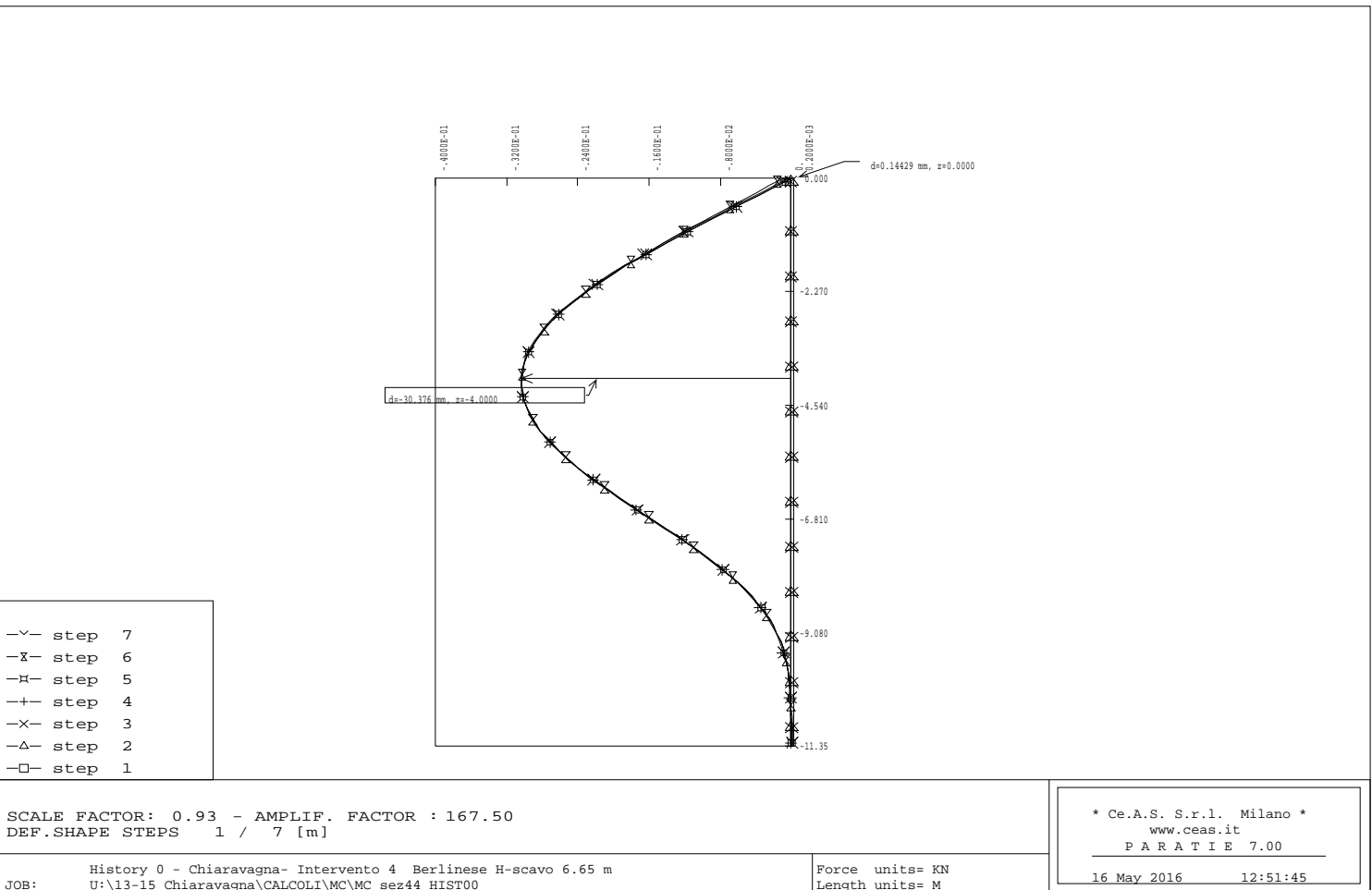
STEP	7	GROUP -->	DHRi	UHRi
TRUE EFFECTIVE THRUST			354.86	389.01
WATER THRUST			8.2013	8.2013
TRUE TOTAL THRUST			363.06	397.21
MINIMUM ALLOWABLE THRUST			66.228	311.20
MAXIMUM ALLOWABLE THRUST			817.50	7038.4
MAXIMUM/TRUE RATIO			2.3037	18.093
PASSIVE THRUST PERCENTAGE			43.%	6.%
TRUE/MINUMUM RATIO			5.3581	1.2500

OUTPUT PLOTS:



IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005\_A00  
 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione  
 di calcolo

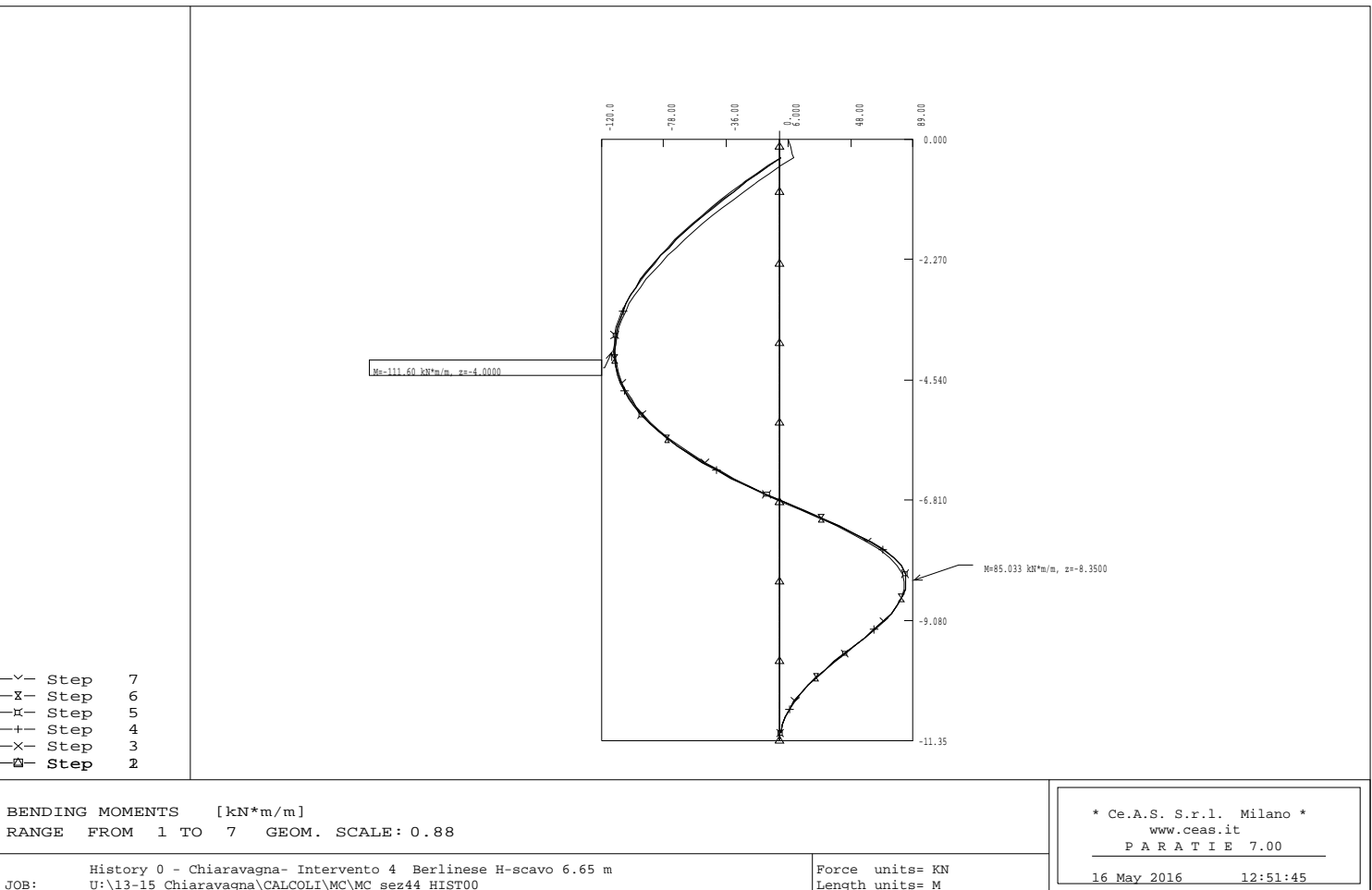
Foglio  
 114 di  
 120





IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005\_A00  
 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlese di micropali- Relazione  
 di calcolo

Foglio  
 115 di  
 120

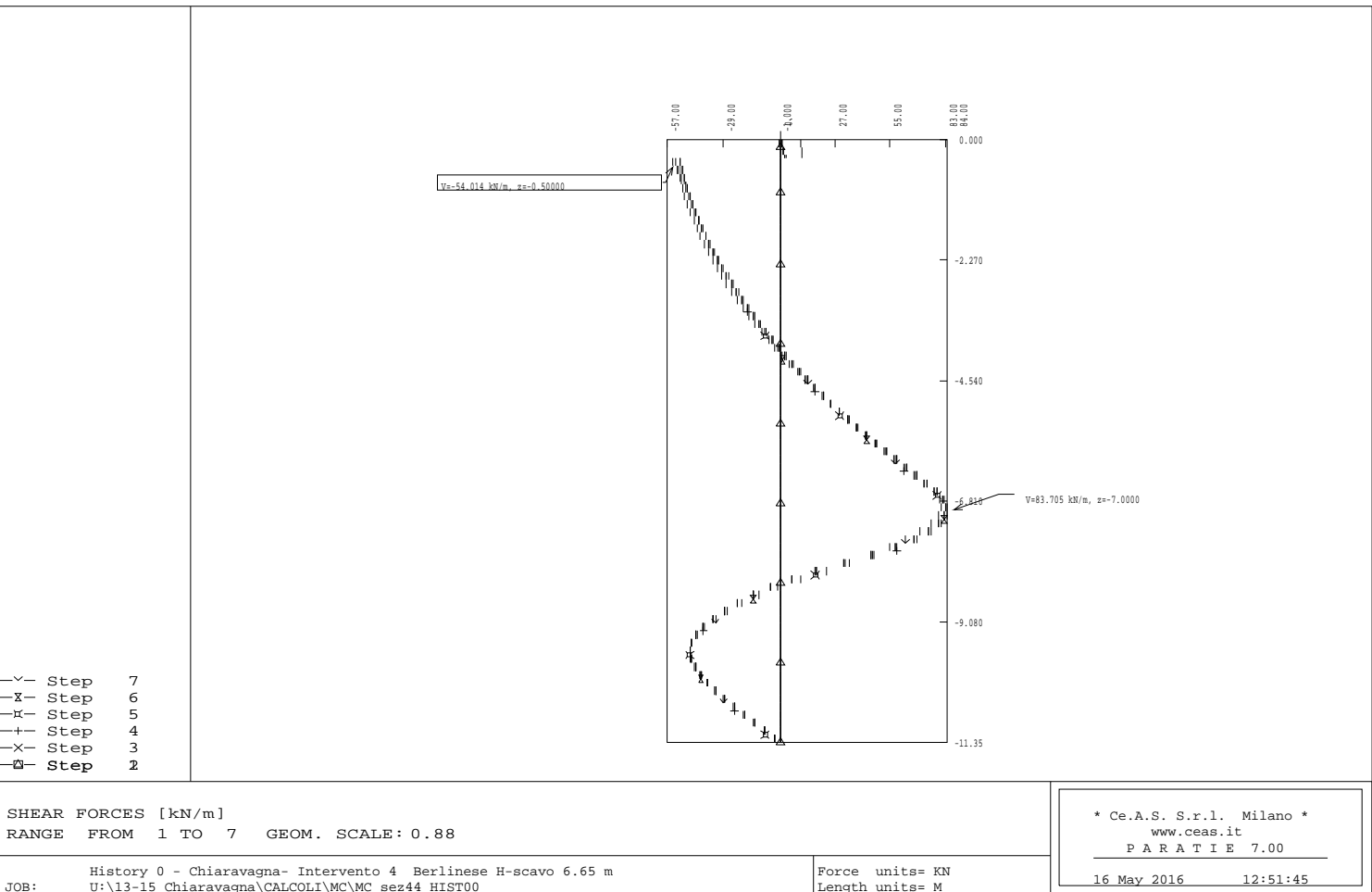


- ✓ Step 7
- ✗ Step 6
- ✗ Step 5
- ✗ Step 4
- ✗ Step 3
- ✗ Step 2



IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005\_A00  
 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione  
 di calcolo

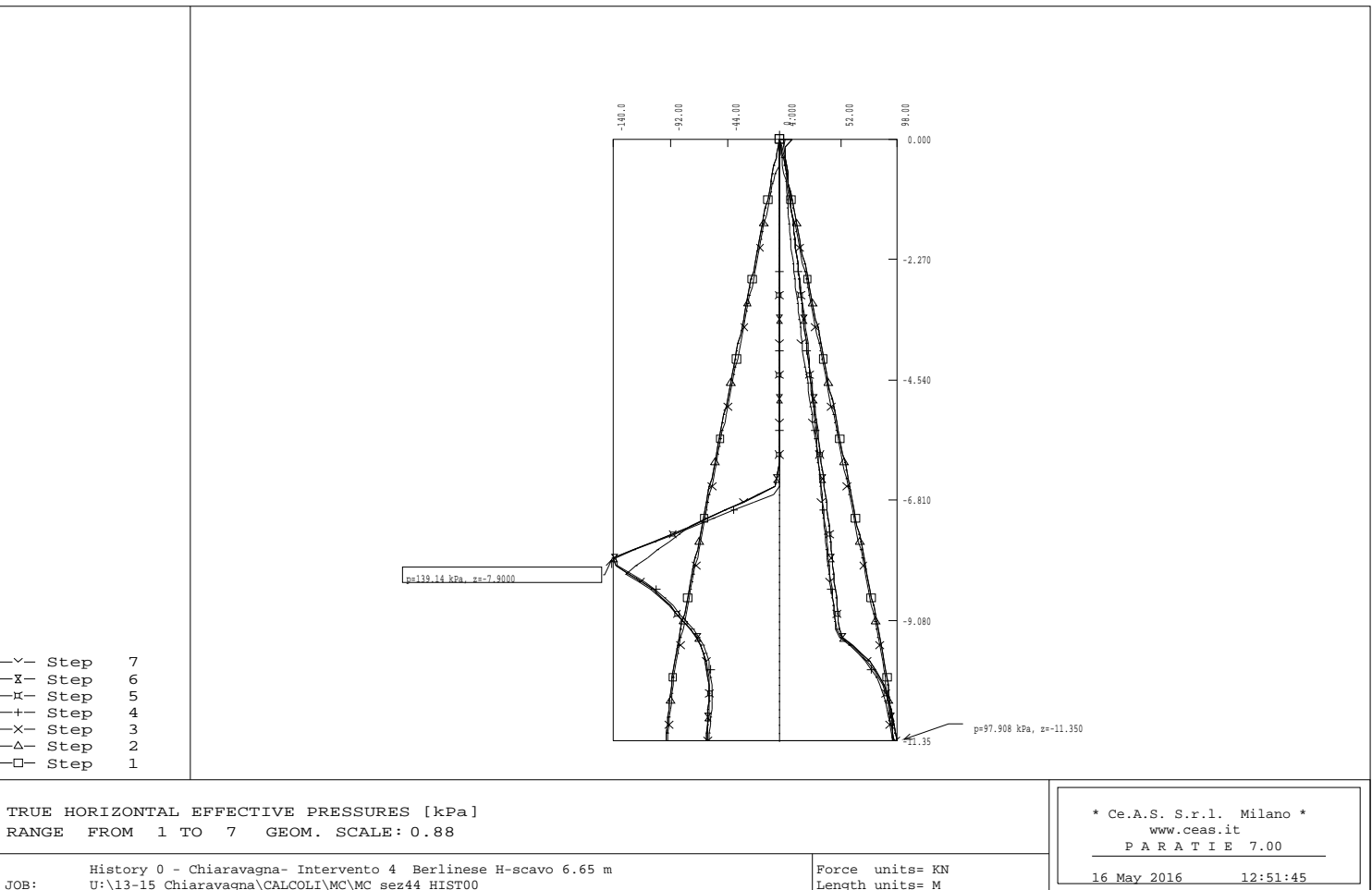
Foglio  
 116 di  
 120





IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005\_A00  
 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlese di micropali- Relazione  
 di calcolo

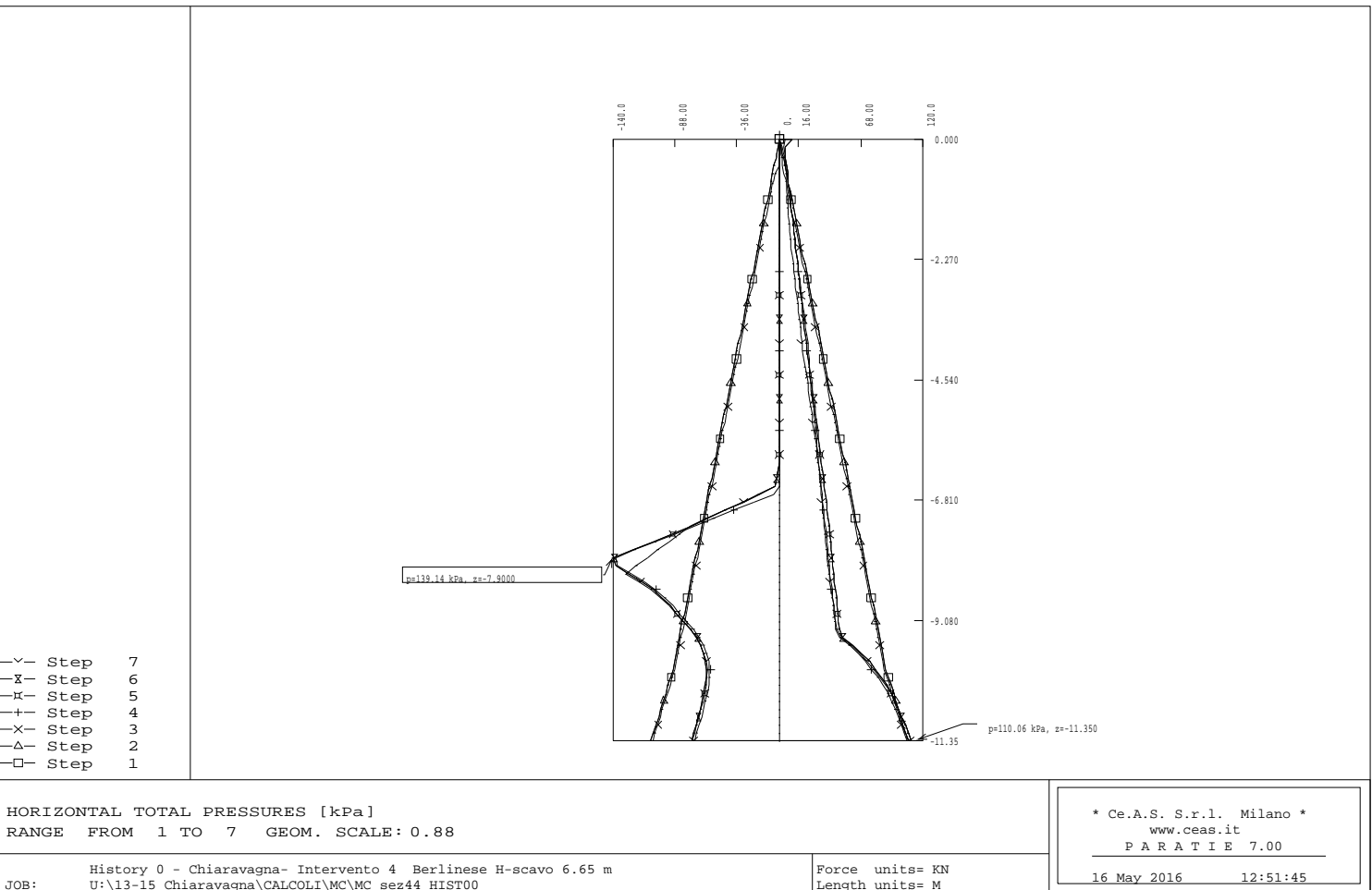
Foglio  
 117 di  
 120





IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005\_A00  
 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione  
 di calcolo

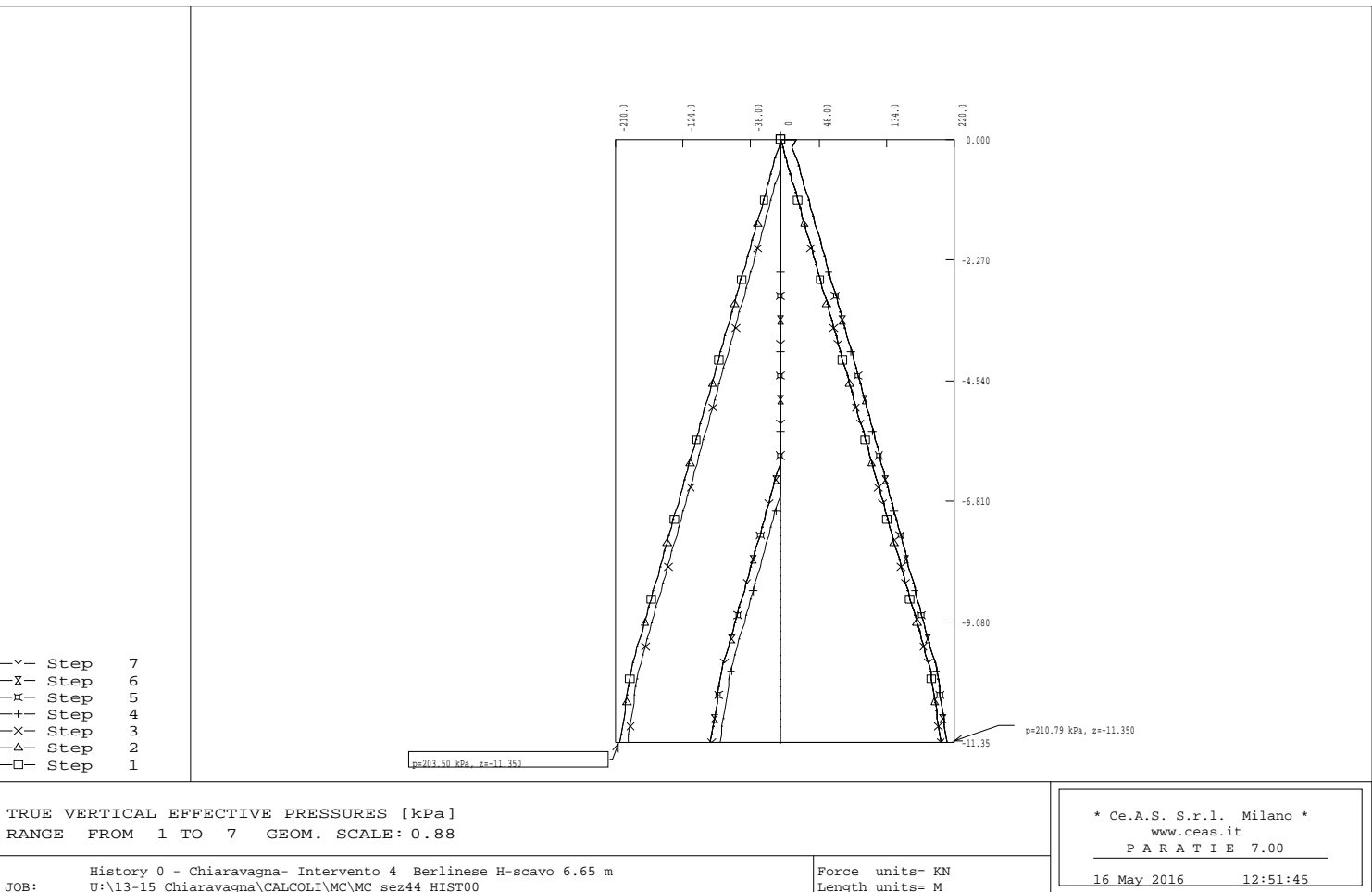
Foglio  
 118 di  
 120





IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005\_A00  
 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlinese di micropali- Relazione  
 di calcolo

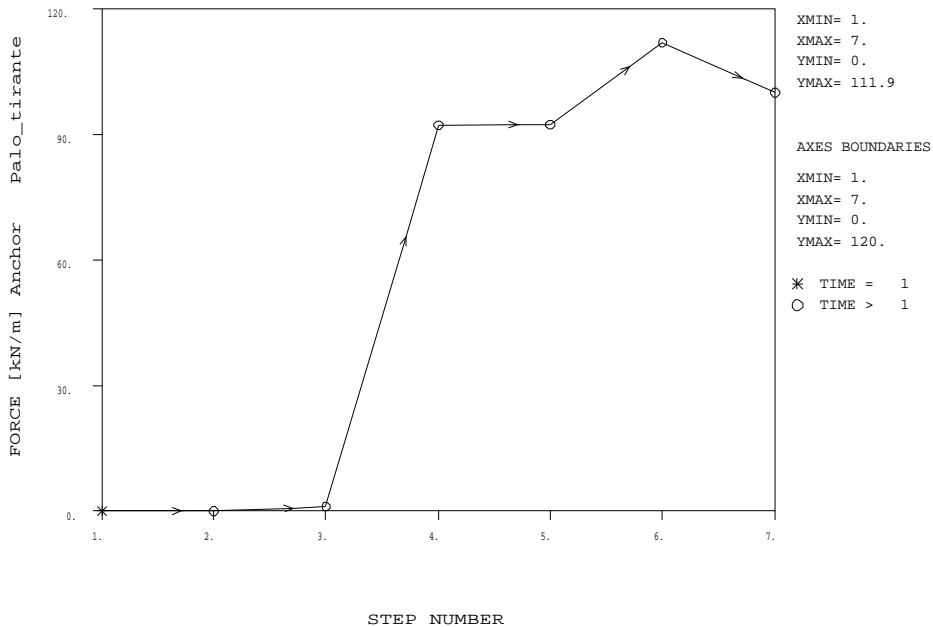
Foglio  
 119 di  
 120





IG51-02-E-CV-CL-NV03-0X-005\_A00  
 Tratta 1 – Intervento tipo “4” – Berlese di micropali- Relazione  
 di calcolo

Anchor Palo tirante	
STEP	FORCE [kN/m]
1.	0.
2.	0.
3.	1.104
4.	92.26
5.	92.45
6.	111.9
7.	100.0



FROM STEP 1 TO STEP 7  
 X VARIABLE VS. Y VARIABLE DIAGRAM

History 0 - Chiaravagna- Intervento 4 Berlese H-scavo 6.65 m  
 U:\13-15 Chiaravagna\CALCOLI\MC\MC\_sez44 HIST00

Force units= KN  
 Length units= M

\* Ce.A.S. S.r.l. Milano \*  
 www.ceas.it  
 P A R A T I E 7.00

16 May 2016 12:51:45