



ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA

TRATTA RHO-GALLARATE

PROGETTO DEFINITIVO

SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	PROGETTO MDL1	LOTTO 12	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SI0600 002	REV. A	FOGLIO 2 di 49
--	------------------	-------------	---------------------	-------------------------	-----------	-------------------

INDICE

1. PREMESSA	3
2. SCOPO DEL DOCUMENTO	3
3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
3.1 DOCUMENTI REFERENZIATI.....	4
3.2 DOCUMENTI CORRELATI.....	4
3.3 DOCUMENTI SUPERATI.....	5
4. ALLEGATI	5
5. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	6
6. CARATTERIZZAZIONE STRATEGICA	7
7. ANALISI DELLE OPERE DI SOSTEGNO PROVVISORIALI	10
7.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	10
7.2 METODOLOGIA DI CALCOLO.....	11
7.2.1 Parametri ed ipotesi di calcolo.....	12
7.2.2 Schema e fasi di calcolo.....	14
7.2.3 Risultati dell'analisi.....	15
7.3 VERIFICHE DI RESISTENZA DEI MICROPALI.....	16
7.4 VERIFICHE DI RESISTENZA DEI TIRANTI.....	16
7.5 VERIFICHE DI RESISTENZA DELLE TRAVI DI RIPARTIZIONE.....	18
APPENDICE A	19
TABULATO DI CALCOLO PARATE.....	19



ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

**POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA
TRATTA RHO-GALLARATE
PROGETTO DEFINITIVO**

SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	PROGETTO MDL1	LOTTO 12	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL0600 002	REV. A	FOGLIO 3 di 49
--	---------------	----------	------------------	----------------------	--------	----------------

1. PREMESSA

Il Progetto Definitivo di Potenziamento della Linea Rho-Arona – tratta Gallarate-Rho, riguarda il quadruplicamento dell'attuale linea a due binari attraverso l'ampliamento della sede ferroviaria attuale.

Il progetto richiede la realizzazione o l'adeguamento di alcune opere strutturali che consentano

l'integrazione degli interventi di ampliamento con le infrastrutture preesistenti: il presente documento riguarda, nello specifico, l'ampliamento del sottovia della strada agricola km 5+580,19.

2. SCOPO DEL DOCUMENTO

Nella presente relazione viene riportato il dimensionamento delle opere provvisionali previste in corrispondenza del sottopasso strada agricola (SL06) al km 5+580.19 relativo al Progetto Definitivo del potenziamento della Linea Rho-Arona, tratta Rho-Gallarate (nodo di Milano).

Il calcolo della presente opera è stato affrontato con riferimento alle normative sinteticamente riportate nel paragrafo successivo.

Nei paragrafi seguenti verranno affrontati i seguenti aspetti:

- descrizione della successione stratigrafica e dei parametri geotecnici di progetto;
- descrizione delle scelte progettuali e delle caratteristiche dell'opera di sostegno provvisoria;
- descrizione delle metodologie di calcolo, analisi della paratia e verifiche strutturali e geotecniche.

In Appendice A vengono riportati i tabulati di calcolo completi.

**ITALFERR**

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA**TRATTA RHO-GALLARATE****PROGETTO DEFINITIVO**

SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	PROGETTO MDL1	LOTTO 12	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL06000 002	REV. A	FOGLIO 4 di 49
--	---------------	----------	------------------	-----------------------	--------	----------------

3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

3.1 DOCUMENTI REFERENZIATI

La progettazione è conforme alle normative vigenti nonché alle istruzioni dell'Ente FF.SS.

Per la redazione della presente relazione si è fatto riferimento alla seguente documentazione normativa:

- [NT_1] Legge 05/11/1971 n.1086 e Circ. 11951 del 14/02/1974. Norme per la disciplina delle opere in c.a., c.a.p. ed a struttura metallica e relative istruzioni.
- [NT_2] Legge 21/03/1974 n.64. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- [NT_3] D.M. 09/01/1996 e Circ. 252 del 15/10/1996. Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato e precompresso e per le strutture metalliche e relative istruzioni.
- [NT_4] D.M. 09/01/1996 e Circ. 156 del 4/07/1996. Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi" e relative istruzioni.
- [NT_5] D.M. 16/01/1996 e Circ. 65 del 10/04/1997. Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche e relative istruzioni.
- [NT_6] D.M. 11/03/1988. "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".
- [NT_7] D.M. 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".
- [NT_8] Circ. Ministeriale LL. PP. 24/09/1988 n. 30483. Istruzioni riguardanti le "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" di cui al D.M. 11 marzo 1988.
- [NT_9] Raccomandazioni AICAP (Maggio 1993) "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce".

3.2 DOCUMENTI CORRELATI

I documenti correlati sono documenti la cui lettura è consigliata per allargare la conoscenza dell'ambito nel quale il presente documento si inquadra. Non si riporta la revisione e la data in quanto si fa implicitamente riferimento all'ultima revisione del documento citato.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO		POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA TRATTA RHO-GALLARATE PROGETTO DEFINITIVO					
SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA AGRICOLA AL KM 5+580,19: RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI		PROGETTO MDL1	LOTTO 12	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL06000 002	REV. A	FOGLIO 5 di 49

I documenti correlati sono:

SL06 | Ampliamento sottovia strada agricola km 5+580,19

Relazione di calcolo
 Planimetria generale dell'intervento
 Pianta e sezioni
 Carpenteria opera
 Fasi realizzative e opere provvisionali
 Particolari, dettagli e finiture

1:200
 1:100
 1:50
 1:200
 1:20

3.3 DOCUMENTI SUPERATI

Non ci sono documenti superati

4. ALLEGATI

Non ci sono documenti allegati



ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA

TRATTA RHO-GALLARATE

PROGETTO DEFINITIVO

SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	PROGETTO MDL1	LOTTO 12	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL0600 002	REV. A	FOGLIO 6 di 49
--	------------------	-------------	---------------------	-------------------------	-----------	-------------------

5. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Nel seguito si riportano le principali caratteristiche dei materiali impiegati:

CALCESTRUZZO

Resistenza caratteristica cubica a compressione a 28 gg: $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$.

Tensioni ammissibili:

$$\sigma_c = 6.0 + (R_{ck} - 15) / 4 = 9.75 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{co} = 0.4 + (R_{ck} - 15) / 75 = 0.60 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{cl} = 1.4 + (R_{ck} - 15) / 35 = 1.82 \text{ N/mm}^2$$

Acciaio per c.a.

Acciaio in barre per getti: Feb 44 k controllato

Reti elettrosaldate

Acciaio per carpenteria travi

Acciaio per carpenteria micropali

$$F_{yk} \geq 390 \text{ N/mm}^2; F_{yk} \geq 440 \text{ N/mm}^2$$

FE 510

FE 430

Acciaio per tiranti:

Tensione normale caratteristica di rottura

$$f_{ptk} \geq 1855 \text{ N/mm}^2$$

Tensione normale caratteristica di snervamento

$$f_{p(1)k} \geq 1640 \text{ N/mm}^2$$

Tensione normale ammissibile di esercizio

$$\sigma_{sp} \leq 0.90 \times 0.60 \quad f_{ptk} = 1001 \text{ N/mm}^2$$

Tensione normale ammissibile di collaudo

$$\sigma_{spl} \leq 0.90 \times 0.85 \quad f_{p(1)k} = 1254 \text{ N/mm}^2$$

Acciaio per armatura travi e piastre: Fe 510:

Acciaio per armatura micropali: Fe 430:

tensione caratteristica di rottura a trazione

$$f_{tk} \geq 510 \text{ N/mm}^2;$$

tensione caratteristica di snervamento a trazione

$$f_{yk} \geq 355 \text{ N/mm}^2;$$

tensione ammissibile

$$\sigma_s = 240 \text{ N/mm}^2, \text{ per FE 510}$$

$$\sigma_s = 190 \text{ N/mm}^2, \text{ per FE 430}$$



ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

**POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA
TRATTA RHO-GALLARATE**

PROGETTO DEFINITIVO

SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	PROGETTO MDL1	LOTTO 12	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL0600 002	REV. A	FOGLIO 7 di 49
--	------------------	-------------	---------------------	-------------------------	-----------	-------------------

6. CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA

La caratterizzazione stratigrafica della tratta in esame è stata individuata dalle informazioni ottenute dalla campagna d'indagine svolta nell'anno 2008.

Negli elaborati [E_2] ÷ [E_4] e [E_6]÷[E_11], ovvero profilo geologico-tecnico e profilo geotecnica della tratta, sono rappresentate le indagini eseguite durante la campagna geognostica del 2008: in particolare, nelle immediate vicinanze dell'opera in esame (prg. km 5+580.19) è stato eseguito il sondaggio S20, spinto fino alla profondità di 20,0 m dal p.c.

Sulla base di quanto sopra e dalla caratterizzazione stratigrafica e dei parametri geotecnica di progetto riportati nella relazione geotecnica generale (elaborato [E_5]), per l'opera in oggetto è stata individuata la caratterizzazione stratigrafico-geotecnica di progetto riportata nella seguente scheda geotecnica, caratterizzante il sito di ubicazione dell'opera.



ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA
AGRICOLA AL KM 5+580,19: RELAZIONE DI
CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA
TRATTA RHO-GALLARATE
PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO
MDL1

LOTTO
12

CODIFICA
D 26 CL

DOCUMENTO
SL0600 002

REV.
A

FOGLIO
8 di 49

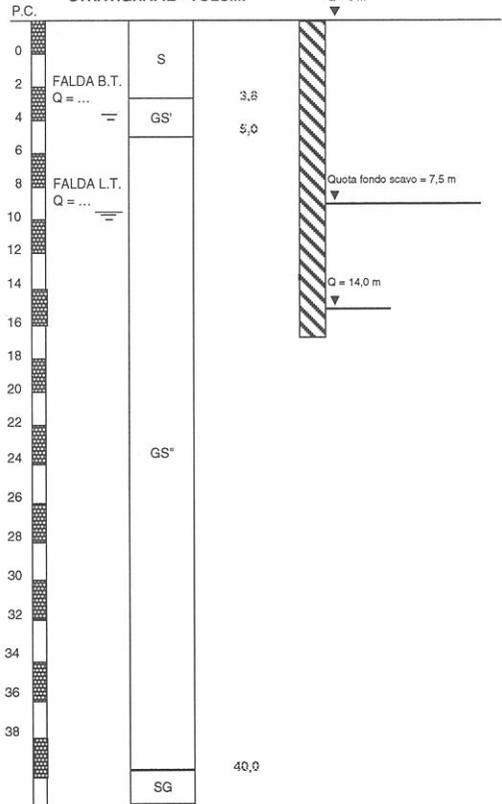
PROGETTO: POTENZIAMENTO LINEA RHO-ARONA - TRATTA RHO-GALLARATE

OPERA: XXX

Pk rif. 5+880,19



STRATIGRAFIE - VOLUMI



LEGENDA

UNITA'	DESCRIZIONE
S	Terreno superficiale costituito da sabbia limosa di colore bruno, da sciolta a poco addensata
GS'	Ghiaia sabbiosa di colore marrone (livelli superficiali)
GS''	Ghiaia sabbiosa di colore marrone (livelli profondi)
SG	Sabbia ghiaiosa debolmente limosa di colore marrone

PARAMETRI GEOTECNICI

	γ (kN/m ³)	c_u (kN/m ²)	c' (kN/m ²)	ϕ' (kN/m ²)	v (-)	V_s (m/s)	$G_0^{(1)}$ (MPa)	$E_0^{(2)}$ (MPa)	$E_{op}^{(3)}$ (MPa)	$E_u^{(4)}$ (MPa)	$E_s^{(5)}$ (MPa)	$k_h^{(6)}$ (kN/m ³)	N_{SPT} (cp/30cm)	c_v (cm ² /s)	c_e (%)
S	18	--	--	35	?	--	--	--	25	--	--	--	--	--	--
GS'	19	--	--	35	?	200-350	70-250	--	35	--	--	--	4-35	--	--
GS''	19	--	--	35	?	250-400	100-350	--	40	--	--	--	25-60	--	--
SG	20	--	--	32-35	--	300-450	200-400	--	20-40	--	--	--	30-60	--	--

Note

- ⁽¹⁾ modulo di taglio iniziale associato a piccole deformazioni
- ⁽²⁾ modulo di Yong associato a piccole deformazioni
- ⁽³⁾ modulo di Yong operativo associato al livello di deformazione raggiunto dal terreno
- ⁽⁴⁾ modulo di Young operativo in condizioni non drenate
- ⁽⁵⁾ modulo di reazione orizzontale
- ⁽⁶⁾ gradiente con la profondità del modulo di reazione orizzontale

SONDAGGI DI RIFERIMENTO: S20 Prg. 4+715

I simboli rappresentati nella scheda geotecnica hanno il seguente significato:

γ = peso di volume naturale

c_u = coesione non drenata

1900-001DF4AB15B



ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

**POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA
TRATTA RHO-GALLARATE
PROGETTO DEFINITIVO**

SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA
AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI
CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
MDL1 12 D 26 CL SL0600 002 A 9 di 49

c' = coesione efficace

ϕ' = angolo d'attrito

ν coefficiente di Poisson

V_s = velocità delle onde di taglio

G_0 = modulo di taglio iniziale associato a piccole deformazioni

E_0 = modulo di Young operativo associato al livello di deformazione raggiunto dal terreno

E_{op} = modulo di Young operativo associato al livello di deformazione raggiunto dal terreno

E_u = modulo di Young operativo in condizioni non drenate

E_s = modulo di reazione orizzontale

K_h = gradiente con la profondità del modulo di reazione orizzontale

N_{spr} = numero di colpi/30 cm di riferimento nel calcolo dei pali di fondazione

C_v = coefficiente di consolidazione primaria

C_{u_c} = coefficiente di consolidazione secondaria

Note: - il valore di ϕ' adottato per i terreni tipo GS" è stato considerato pari a quello dello strato GS'
($\phi = 35^\circ$) a favore di sicurezza.

- il valore di $c' = 0$ kPa adottato per i terreni tipo LS è stato adottato a favore di sicurezza.

- il valore del modulo di Young E_{op} adottato per i terreni tipo S è stato stimato cautelativamente a favore di sicurezza.

Per i dettagli circa le prove in sito ed in laboratorio si rimanda alla relazione geotecnica generale, elaborato [E_5].

Per quanto concerne la falda, nella zona in esame il livello di falda è posto a 24.0 m dal p.c., come si evince dal profilo geotecnica di riferimento (si veda l'elaborato [E_11]).



ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA

TRATTA RHO-GALLARATE

PROGETTO DEFINITIVO

SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA
AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI
CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

PROGETTO
MDL1

LOTTO
12

CODIFICA
D 26 CL

DOCUMENTO
SL06000 002

REV.
A

FOGLIO
11 di 49

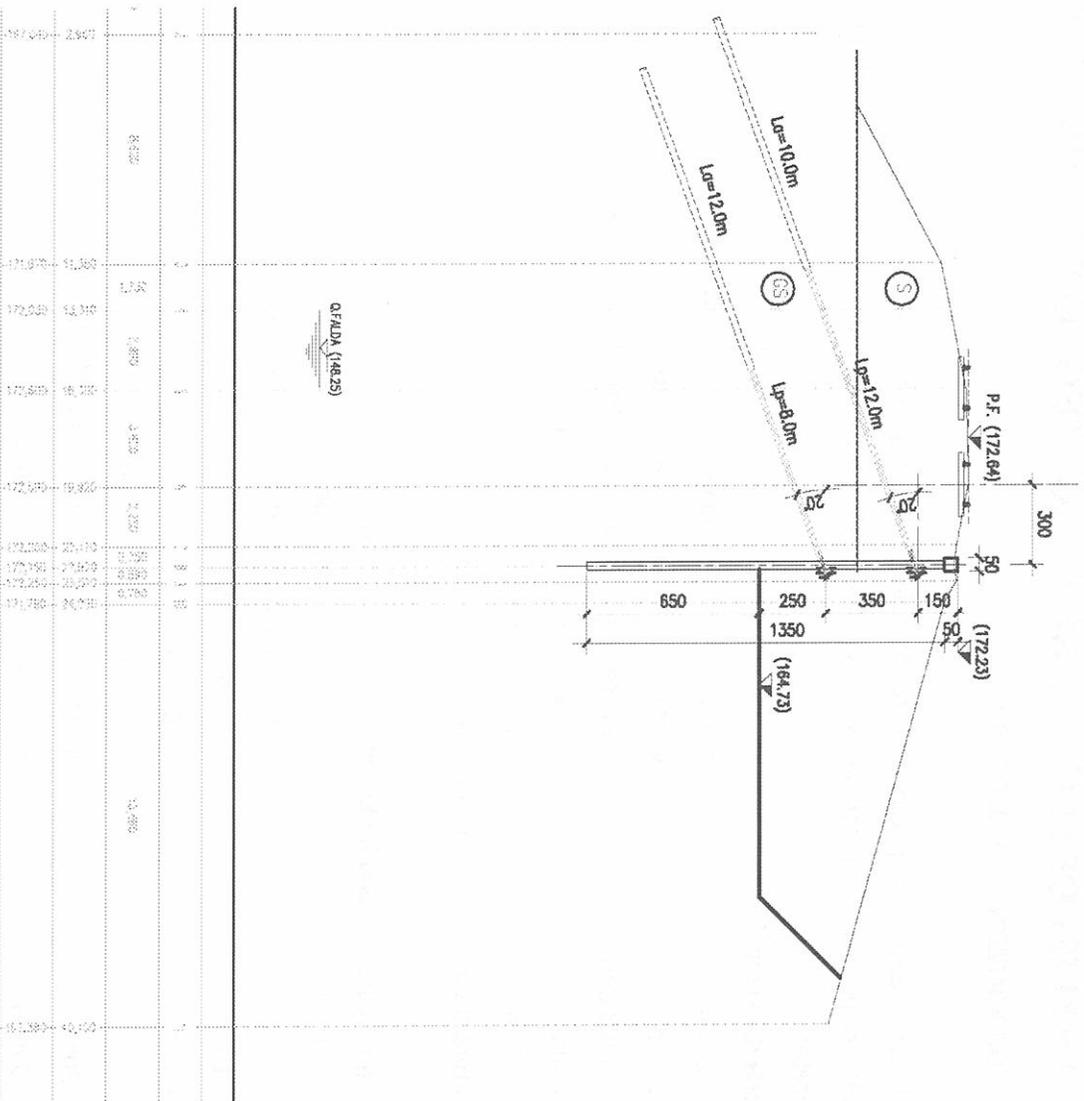


Figura 1 – schema paratia provvisoria SL06

7.2 METODOLOGIA DI CALCOLO

Al fine di rappresentare il comportamento delle paratie durante le varie fasi di lavoro (scavi e/o eventuale inserimento degli elementi di contrasto), è necessario l'impiego di un metodo di calcolo iterativo atto a simulare l'interazione in fase elasto-plastica terreno-paratia.

Allo scopo è stato impiegato il codice di calcolo "PARATIE" Versione 7.0 della HarpaCeas s.r.l. di Milano.

Lo studio del comportamento di un elemento di paratia inserito nel terreno viene effettuato tenendo conto della deformabilità dell'elemento stesso, considerato in regime elastico, e soggetto alle azioni derivanti



ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA

TRATTA RHO-GALLARATE

PROGETTO DEFINITIVO

SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA
AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI
CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

PROGETTO
MDL1

LOTTO
12

CODIFICA
D 26 CL

DOCUMENTO
SL0600 002

REV.
A

FOGLIO
12 di 49

dalla spinta dei terreni, dalle eventuali differenze di pressione idrostatica, dalle spinte dovute ai sovraccarichi esterni e dalla presenza degli elementi di contrasto.

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

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

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

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

Il metodo sopra esposto è sicuramente valido per il calcolo delle sollecitazioni all'interno della struttura che, come noto (cfr. [Becci & Nova, 1987], [Dhouib, 1995]), sono praticamente indipendenti dalla rigidità delle molle che simulano il terreno. Permangono le limitazioni intrinseche al metodo ed in particolare quella di non permettere la determinazione degli spostamenti del piano campagna.

7.2.1 Parametri ed ipotesi di calcolo

Il metodo di calcolo richiede la definizione di parametri, valutati in funzione delle caratteristiche geotecniche e fisiche dei terreni e delle caratteristiche geometriche e strutturali dell'opera. In particolare si definiscono i seguenti parametri di spinta:

- pressione a riposo: $P'_0 = K_0 \sigma'_v$
con:
 $K_0 =$ coefficiente di spinta a riposo;
 $\sigma'_v =$ tensione verticale efficace;
- pressione attiva: $P'_a = K_a \sigma'_v - c^* K_{ac} + q^* K_a$
con:
 $K_a =$ coefficiente di spinta attiva;
 $K_{ac} = 2 K_a^{0.5}$
- pressione passiva: $P'_p = K_p \sigma'_v + c' K_{pc}$
con:
 $K_p =$ coefficiente di resistenza passiva;
 $K_{pc} = 2 \cdot (K_p)^{0.5}$

La rigidità delle molle che modellano l'azione del terreno è proporzionale al modulo di rigidità in fase elastica del terreno.



ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

**POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA
TRATTA RHO-GALLARATE**

PROGETTO DEFINITIVO

SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	PROGETTO MDL1	LOTTO 12	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL0600 002	REV. A	FOGLIO 13 di 49
--	------------------	-------------	---------------------	-------------------------	-----------	--------------------

Nel seguito si forniscono i parametri per l'interazione delle unità geotecniche con l'opera di sostegno in oggetto dove i coefficiente di spinta attiva e passiva K_a e K_p sono stati calcolati tenendo conto dell'eventuale inclinazione del profilo del terreno e dell'aderenza parete-terreno δ (formulazione di Muellert-Breslav 1924). La successione stratigrafica di riferimento per la sezione di calcolo è mostrata in Figura 2.

Strato 1: Terreno tipo S da 0.0 m a -3.8 m da p.c.

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

$c' = 0 \text{ kPa}$ coesione drenata di progetto;

$\phi' = 35^\circ$ angolo di resistenza al taglio di progetto;

$k_0 = 0.426$ coefficiente di spinta a riposo ($k_0 = 1 - \text{sen } \phi'$);

$K_a = 0.228$ coefficiente di spinta attiva statico ($\delta' = 0.6 \cdot \phi'$);

$K_p = 5.823$ coefficiente di resistenza passiva ($\delta' = \phi' / 2 \leq 15^\circ$);

$E_{vc} = 25000 \text{ kPa}$ modulo di rigidità in compressione vergine;

$E_{ur} = 2.5 E_{vc}$ modulo di rigidità per percorsi tensionali di scarico-ricarico.

Strato 2a: Terreno tipo GS' da -3.8 m a -5.0 m da p.c.

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

$c' = 0 \text{ kPa}$ coesione drenata di progetto;

$\phi' = 35^\circ$ angolo di resistenza al taglio di progetto;

$k_0 = 0.426$ coefficiente di spinta a riposo ($k_0 = 1 - \text{sen } \phi'$);

$K_a = 0.228$ coefficiente di spinta attiva statico ($\delta' = 0.6 \cdot \phi'$);

$K_p = 5.823$ coefficiente di resistenza passiva ($\delta' = \phi' / 2 \leq 15^\circ$);

$E_{vc} = 35000 \text{ kPa}$ modulo di rigidità in compressione vergine;

$E_{ur} = 2.5 E_{vc}$ modulo di rigidità per percorsi tensionali di scarico-ricarico.

Strato 2b: Terreno tipo GS'' da -5.0 m alla massima profondità di interesse

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

$c' = 0 \text{ kPa}$ coesione drenata di progetto;

$\phi' = 35^\circ$ angolo di resistenza al taglio di progetto;

$k_0 = 0.426$ coefficiente di spinta a riposo ($k_0 = 1 - \text{sen } \phi'$);

$K_a = 0.228$ coefficiente di spinta attiva statico ($\delta' = 0.6 \cdot \phi'$);

$K_p = 5.823$ coefficiente di resistenza passiva ($\delta' = \phi' / 2 \leq 15^\circ$);

$E_{vc} = 40000 \text{ kPa}$ modulo di rigidità in compressione vergine;

$E_{ur} = 2.5 E_{vc}$ modulo di rigidità per percorsi tensionali di scarico-ricarico.

Il livello di falda è a 24 m dal p.c. locale di definizione della stratigrafia e quindi non interferisce con l'opera in esame.



ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

**POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA
TRATTA RHO-GALLARATE**

PROGETTO DEFINITIVO

SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	PROGETTO MDL1	LOTTO 12	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL0600 002	REV. A	FOGLIO 14 di 49
--	------------------	-------------	---------------------	-------------------------	-----------	--------------------

7.2.2 Schema e fasi di calcolo

Di seguito si riportano le fasi di calcolo che sono state analizzate in successione per la sezione esaminata.

Lo schema della sezione di calcolo è riportato in Figura 2. La massima altezza di scavo è di 7.5 m.

La quota 0.0 di calcolo è convenzionalmente posizionata a quota estradosso trave di collegamento micropali.

Nel calcolo si è tenuto conto del carico accidentale ferroviario ($q_{acc} = 40$ kPa) dei binari in esercizio. Tale carico è stato valutato con l'opzione "strip foundation", considerando:

distanza dalla paratia = 2.0 m;

larghezza impronta di carico = 5.4 m;

quota applicazione carico = 0 m (testa paratia);

pressione applicata = 40 kPa.

Di seguito si riportano le fasi di calcolo che sono state analizzate in successione.

Fase 0: Esecuzione della paratia di micropali e della trave di collegamento sommitale con estradosso alla quota 0.0 m di calcolo.

Fase 1: Inizializzazione geostatica.

Fase 2: Scavo fino a quota -2.0 m per inserimento del primo ordine di tiranti; applicazione del carico accidentale ($q_{acc} = 40$ kPa) come "strip foundation".

Fase 3: Inserimento del primo ordine di tiranti a quota -1.5 m con le caratteristiche illustrate al paragrafo 7.1.

Fase 4: Scavo fino a quota -5.5 m per inserimento del secondo ordine di tiranti.

Fase 5: Inserimento del secondo ordine di tiranti a quota -5.0 m con le caratteristiche illustrate al paragrafo 7.1.

Fase 6: Scavo massimo fino a quota -7.5 m da testa paratia.



ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA

TRATTA RHO-GALLARATE

PROGETTO DEFINITIVO

SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	PROGETTO MDL1	LOTTO 12	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL0600 002	REV. A	FOGLIO 16 di 49
--	------------------	-------------	---------------------	-------------------------	-----------	--------------------

Le sollecitazioni massime agenti sugli elementi strutturali, tenendo conto degli interessi dei micropali (i = 0.35 m) e dei tiranti (i = 2.10 m), risultano:

$$M = 44 \cdot 0.35 = 15 \text{ kN m} \quad \text{momento flettente massimo}$$

$$T = 83 \cdot 0.35 = 29 \text{ kN} \quad \text{taglio massimo}$$

$$N_{q1} = 131 \cdot 2.1 = 275 \text{ kN} \quad \text{carico sui tiranti di 1° ordine}$$

$$N_{q2} = 177 \cdot 2.1 = 371 \text{ kN} \quad \text{carico sui tiranti di 2° ordine}$$

Le deformazioni massime della paratia sono:

$$\delta h_{\max} \cong 5 \text{ mm} \quad \text{spostamento orizzontale massimo a -4.5 m da testa paratia;}$$

$$\delta h \cong 4 \text{ mm} \quad \text{spostamento orizzontale massimo a testa paratia (z = 0.0 m)}$$

Per i risultati di dettaglio delle analisi si rimanda agli elaborati di calcolo riportati in appendice A.

7.3 VERIFICHE DI RESISTENZA DEI MICROPALI

Le sezioni vengono verificate considerando un'armatura tubolare (acciaio Fe 510) avente le seguenti caratteristiche:

$$d_e = 168.3 \text{ mm} \quad \text{diametro esterno}$$

$$s = 8 \text{ mm} \quad \text{spessore}$$

$$W = 154 \text{ cm}^3 \quad \text{modulo di resistenza}$$

$$A = 40.3 \text{ cm}^2 \quad \text{sezione}$$

Le verifiche di resistenza della sezione maggiormente sollecitata sono riportate nel seguito.

Le massime sollecitazioni di progetto risultano:

$$M_{\max} = 15 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad \text{momento massimo}$$

$$T_{\max} = 29 \text{ kN} \quad \text{taglio massimo}$$

Le massime tensioni sull'acciaio risultano:

$$\sigma_S = M_{\max} / W = 97.4 \text{ N} / \text{mm}^2 \quad \text{tensione massima normale}$$

$$\tau_S = T_{\max} / A = 7.2 \text{ N} / \text{mm}^2 \quad \text{tensione massima tangenziale}$$

$$\sigma_{id} = (\sigma_S^2 + 3 \cdot \tau_S^2)^{1/2} = 98.2 \text{ N/mm}^2 < 190 \text{ N/mm}^2 \quad \text{tensione ideale}$$

La verifica è soddisfatta.

7.4 VERIFICHE DI RESISTENZA DEI TIRANTI

Per quanto concerne le verifiche dei tiranti, il tiro massimo di calcolo proveniente dall'analisi viene confrontato con quello ammissibile per i trefoli (verifica dell'armatura dei tiranti) e con quello ammissibile della fondazione (verifica del bulbo d'ancoraggio).



ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

SI.06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA
AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI
CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

**POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA
TRATTA RHO-GALLARATE
PROGETTO DEFINITIVO**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
MDL1 12 D 26 CL SI.0600 002 A 17 di 49

Verifica dell'acciaio armonico

Per l'acciaio dei trefoli si considerano le seguenti caratteristiche:

tensione di snervamento: $f_p(1)k = 1640 \text{ N/mm}^2$;

tensione di rottura: $f_{ptk} = 1855 \text{ N/mm}^2$.

Il trefolo ha una sezione nominale di 139 mm² ed un diametro nominale di 15.2 mm.

La tensione ammissibile in condizioni di esercizio è pari a:

$$\sigma_{amm} = 0.9 \times 0.6 \times f_{ptk} = 1001 \text{ N/mm}^2$$

L'area di acciaio disponibile per il singolo tirante è data da:

$n_{tr} = 3$ numero di trefoli del singolo tirante del 1° ordine;

$n_{tr} = 4$ numero di trefoli del singolo tirante del 2° ordine.

In condizioni di esercizio si ottiene quindi:

$$N_{R,TA} = 0.9 \cdot 0.6 \cdot f_{ptk} \cdot n_{tr} \cdot A_s = 417 \text{ KN} > N_{q1} = 275 \text{ KN} \quad \text{per il 1° ordine;}$$

$$N_{R,TA} = 0.9 \cdot 0.6 \cdot f_{ptk} \cdot n_{tr} \cdot A_s = 556 \text{ KN} > N_{q2} = 371 \text{ KN} \quad \text{per il 2° ordine;}$$

Essendo in tutti i casi $N_{R,TA} > N_{q}$, la verifica è soddisfatta.

Verifica della fondazione

Le verifiche vengono condotte in accordo alle Raccomandazioni AICAP 1993, le quali prescrivono un fattore di sicurezza minimo FS = 2.0 per la fondazione dei tiranti provvisori.

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

In considerazione delle caratteristiche tecnologiche delle iniezioni e della natura dei terreni, si valuta una tensione di adesione laterale limite fondazione-terreno riferita al diametro nominale di perforazione:

$$\alpha \tau_{lim} = 150 \text{ kPa} \quad \text{per l'unità geotecnica GS (assunta cautelativamente uguale per le unità GS' e GS'')};$$

Tale valore della tensione di aderenza limite è in accordo a quanto suggerito dalla teoria di Bustamante e Doix per il caso in esame.

I tiranti presentano un diametro di perforazione $D_p = 160 \text{ mm}$ ed una lunghezza attiva di progetto $La = 10.0 \text{ m}$ (1° ordine) e $La = 12.0 \text{ m}$ (2° ordine):

Quindi il coefficiente di sicurezza minimo per le opere provvisionali risulta:

$$FS = (\pi \cdot D_p \cdot \alpha \tau_{lim, La}) / N_{q1} = \pi \cdot 0.16 \cdot 150 \cdot 10.0 / 275 = 2.74 > 2.00 \quad \text{per il 1° ordine.}$$

$$FS = (\pi \cdot D_p \cdot \alpha \tau_{lim, La}) / N_{q2} = \pi \cdot 0.16 \cdot 150 \cdot 12.0 / 371 = 2.44 > 2.00 \quad \text{per il 2° ordine.}$$

Essendo in tutti i casi $FS > 2.0$, la verifica è soddisfatta.

SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA
AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI
CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

PROGETTO
MDL1

LOTTO
12

CODIFICA
D 26 CL

DOCUMENTO
SL0600 002

REV.
A

FOGLIO
18 di 49

7.5 VERIFICHE DI RESISTENZA DELLE TRAVI DI RIPARTIZIONE

La trave di ripartizione verrà realizzata con le seguenti caratteristiche di progetto:

2 HEA 180

$W = 294 \times 2 = 588 \text{ cm}^3$ modulo resistente;

$A_g = 10.26 \times 2 = 20.52 \text{ cm}^2$ area resistente dell'anima.

Lo schema statico è quello di trave continua dove gli appoggi sono costituiti dai vincoli del tirante ed il carico distribuito (q) è dato dalla reazione del tirante:

$$q = Nq / i$$

dove:

Nq = carico massimo di utilizzazione del tirante

i = interasse longitudinale tra i tiranti (2.10 m)

Pertanto le massime sollecitazioni sono espresse come:

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

$$T_{\max} = q \cdot i / 2 = Nq / 2 \quad \text{taglio massimo}$$

Nella valutazione del momento flettente si tiene conto del comportamento duttile della trave e tale valore assume il significato di momento intermedio tra appoggio e campata.

Nel seguito si riportano le verifiche.

Le massime sollecitazioni di progetto risultano ($N_{q2} = 371 \text{ kN}$):

$$M_{\max} = 371 \cdot 2.1 / 12 = 78 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{momento massimo}$$

$$T_{\max} = 371 / 2 = 185.5 \text{ kN} \quad \text{taglio massimo}$$

Le massime tensioni sull'acciaio risultano:

$$\sigma_s = M_{\max} / W = 133 \text{ N} / \text{mm}^2 \quad \text{tensione massima normale}$$

$$\tau_s = T_{\max} / A_g = 90 \text{ N} / \text{mm}^2 \quad \text{tensione massima tangenziale}$$

$$\sigma_{\text{id}} = (\sigma_s^2 + 3 \cdot \tau_s^2)^{1/2} = 205 \text{ N/mm}^2 < 240 \text{ N} / \text{mm}^2 \quad \text{tensione ideale}$$

La verifica è soddisfatta.



ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

**POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA
TRATTA RHO-GALLARATE
PROGETTO DEFINITIVO**

SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA
AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI
CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

PROGETTO
MDL1

LOTTO
12

CODIFICA
D 26 CL

DOCUMENTO
SL06000 002

REV.
A

FOGLIO
19 di 49

APPENDICE A

TABULATO DI CALCOLO PARATIE

SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA
AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI
CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

PROGETTO
MDL1

LOTTO
12

CODIFICA
D 26 CL

DOCUMENTO
SI06000 002

REV.
A

FOGLIO
21 di 49

24: wire T1r2 LeftWall - 5 Acciaio 2.03663E-005 175 20
25: *
26: strip LeftWall 2 6 2 5.4 0 40 45
27: *
28: * Soil Profile
29: *
30: ldata 1 0
31: weight 19 9 10
32: atcrest 0.426424 0 1
33: resistance 0 35 0.228 5.823
34: young 25000 62500
35: endlayer
36: ldata 2a -3.8
37: weight 19 9 10
38: atcrest 0.426424 0 1

PARAMETRE 7.00

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

PG. 3

24 APRILE 2009 17:39:29

History 0 - Paratia micropali SL06

N. comando

39: resistance 0 35 0.228 5.823
40: young 35000 87500
41: endlayer
42: ldata 2b -5
43: weight 19 9 10
44: atcrest 0.426424 0 1
45: resistance 0 35 0.228 5.823
46: young 40000 100000
47: endlayer
48: *
49: step 1 : Inizializzazione geostatica
50: setwall LeftWall
51: geom 0 0
52: endstep
53: *
54: step 2 : scavo per inserimento primo ordine tiranti
55: setwall LeftWall
56: geom 0 -2
57: endstep
58: *
59: step 3 : inserimento tirante 1° ordine
60: setwall LeftWall
61: add T1r1
62: endstep
63: *
64: step 4 : scavo per inserimento 2 ordine tiranti
65: setwall LeftWall
66: geom 0 -5.5
67: endstep
68: *
69: step 5 : inserimento 2° ordine tiranti
70: setwall LeftWall
71: add T1r2
72: endstep
73: *
74: step 6 : scavo finale
75: setwall LeftWall
76: geom 0 -7.5
77: endstep



ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA

TRATTA RHO-GALLARATE

PROGETTO DEFINITIVO

**SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA
AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI
CALCOLO OPERE PROVVISORIALI**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	SL0600 002	A	22 di 49

78: *
79: *

PARANTE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano

24 APRILE 2009 17:39:29

History 0 - Paratia micropali SL06

PAG. 4

RIASSUNTO PARAMETRI GEOMONUCI PER LA FASE 1

LAYER 1				
natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000			
quota superiore	= 0.0000	m		
quota inferiore	= -3.8000	m		
peso fuori falda	= 19.000	kN/m ²		
peso efficace in falda	= 9.0000	kN/m ²		
peso dell'acqua	= 10.000	kN/m ³		
angolo di attrito	= 35.000	DEG	(A MONTE)	
coeff. spinta attiva ka	= 0.22800		(A VALLE)	
coeff. spinta passiva kp	= 5.8230		(A MONTE)	
Karc nominal consolidato	= 0.42642			
OCR: grado di sovracosolidazione	= 1.0000			
modello di rigidezza	= 1.0000			
modulo el. compr. vergine	= 25000.	kPa		
modulo el. scarico/ricarico	= 62500.	kPa	(A VALLE)	
natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		(A VALLE)	
angolo di attrito	= 35.000	DEG	(A VALLE)	
coeff. spinta attiva ka	= 0.22800		(A VALLE)	
coeff. spinta passiva kp	= 5.8230		(A VALLE)	

LAYER 2a				
natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000			
quota superiore	= -3.8000	m		
quota inferiore	= -5.0000	m		
peso fuori falda	= 19.000	kN/m ²		
peso efficace in falda	= 9.0000	kN/m ²		
peso dell'acqua	= 10.000	kN/m ³		
angolo di attrito	= 35.000	DEG	(A MONTE)	
coeff. spinta attiva ka	= 0.22800		(A MONTE)	
coeff. spinta passiva kp	= 5.8230		(A MONTE)	
Karc nominal consolidato	= 0.42642			
OCR: grado di sovracosolidazione	= 1.0000			
modello di rigidezza	= 1.0000			
modulo el. compr. vergine	= 35000.	kPa		
modulo el. scarico/ricarico	= 87500.	kPa	(A VALLE)	
natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		(A VALLE)	
angolo di attrito	= 35.000	DEG	(A VALLE)	
coeff. spinta attiva ka	= 0.22800		(A VALLE)	
coeff. spinta passiva kp	= 5.8230		(A VALLE)	

LAYER 2b
natura 1=granulare, 2=argilla = 1.0000

PARANTE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano
24 APRILE 2009 17:39:29
History 0 - Paratia micropali SL06

PAG. 5

1900-001DF4AB15B

SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA
 AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI
 CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

PROGETTO MDL1 LOTTO 12 CODIFICA D 26 CL DOCUMENTO SL0600 002 REV. A FOGLIO 23 di 49

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 1

quota superiore	= -5.0000	m	
quota inferiore	= -0.100000E+31	m	
peso fuori falda	= 19.000	kN/m ²	
peso efficace in falda	= 9.0000	kN/m ²	
peso dall'acqua	= 10.000	kN/m ²	
angolo di attrito	= 35.000	DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.22800		(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	= 5.8230		(A MONTE)
Korc normal consolidato	= 0.42642		
OCR: grado di sovracosolidazione	= 1.0000		
modello di rigidzza	= 1.0000		
modulo el. compr. vergine	= 40000.	kPa	
modulo el. scarico/ricarico	= 0.100000E+06	kPa	(A VALLE)
natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		(A VALLE)
angolo di attrito	= 35.000	DEG	(A VALLE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.22800		(A VALLE)
coeff. spinta passiva kp	= 5.8230		(A VALLE)

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 2

(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 3

(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 4

(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 5

(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 6

(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)

PARAMETRE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano

24 APRILE 2009 17:39:29

History 0 - Paratia micropali SL06

PAG. 6

NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

PARAMETRE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 7



ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA

TRATTA RHO-GALLARATE

PROGETTO DEFINITIVO

SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA
AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI
CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

PROGETTO MDL1 LOTTO 12 CODIFICA D 26 CL DOCUMENTO SL06000 002 REV. A FOGLIO 24 di 49

24 APRILE 2009 17:39:29
History 0 - Paratia micropali SL06

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 1

WALL LeftWall

coordinata y	= 0.0000	m
quota piano campagna	= 0.0000	m
quota del fondo scavo	= 0.0000	m
quota della falda	= -0.99900DE+30	m
sovraccarico a monte	= 0.0000	kPa
quota del sovraccarico a monte	= 0.0000	m
depressione falda a valle	= 0.0000	m
sovraccarico a valle	= 0.0000	kPa
quota del sovraccarico a valle	= -0.99900DE+30	m
quota di taglio	= 0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	= -14.000	m
indicatore comportamento acqua	= 0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	= 0.0000	(1=NO UPD)
accelerazione sismica orizz.	= 0.0000	[g]
accel. sismica vert. a monte	= 0.0000	[g]
accel. sismica vert. a valle	= 0.0000	[g]
angolo beta a monte	= 0.0000	[°]
delta/phi a monte	= 0.0000	[°]
angolo beta a valle	= 0.0000	[°]
delta/phi a valle	= 0.0000	[°]
quzione dyn. acqua	= 0.0000	(1=parvicous)
rapporto pressioni in eccesso Ra	= 0.0000	
Wood bottom pressure	= 0.0000	kPa
Wood top pressure	= 0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	= 0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	= 0.0000	m

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 2

WALL LeftWall

coordinata y	= 0.0000	m
quota piano campagna	= 0.0000	m
quota del fondo scavo	= -2.0000	m
quota della falda	= -0.99900DE+30	m
sovraccarico a monte	= 0.0000	kPa
quota del sovraccarico a monte	= 0.0000	m
depressione falda a valle	= 0.0000	m
sovraccarico a valle	= 0.0000	kPa
quota del sovraccarico a valle	= -0.99900DE+30	m
quota di taglio	= 0.0000	m



ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA
AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI
CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA
TRATTA RHO-GALLARATE
PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO MDL1 LOTTO 12 CODIFICA D 26 CL DOCUMENTO SL0600 002 REV. A FOGLIO 25 di 49

PARANTE 7.00

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

PAG. 8

24 APRILE 2009 17:39:29

History 0 - Paratia micropali SL06

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 2

quota di equil. pressioni dell'acqua	= -14.000	m
indicatore comportamento acqua	= 0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	= 0.0000	(1=NO UPD)
accelerazione sismica orizz.	= 0.0000	[g]
accel. sismica vert. a monte	= 0.0000	[g]
accel. sismica vert. a valle	= 0.0000	[g]
angolo beta a monte	= 0.0000	[°]
delta/phi a monte	= 0.0000	
angolo beta a valle	= 0.0000	
delta/phi a valle	= 0.0000	
opzione dyn. acqua	= 0.0000	(1=previous)
rapporto pressioni in eccesso Ru	= 0.0000	
Wood bottom pressure	= 0.0000	kPa
Wood top pressure	= 0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	= 0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	= 0.0000	m

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 3

coordinata y	= 0.0000	m
quota piano campagna	= 0.0000	m
quota del fondo scavo	= -2.0000	m
quota della falda	= -0.99900E+30	m
sovraccarico a monte	= 0.0000	kPa
quota del sovraccarico a monte	= 0.0000	m
depressione falda a valle	= 0.0000	m
sovraccarico a valle	= 0.0000	kPa
quota del sovraccarico a valle	= -0.99900E+30	m
quota di taglio	= 0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	= -14.000	m
indicatore comportamento acqua	= 0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	= 0.0000	(1=NO UPD)
accelerazione sismica orizz.	= 0.0000	[g]
accel. sismica vert. a monte	= 0.0000	[g]
accel. sismica vert. a valle	= 0.0000	[g]
angolo beta a monte	= 0.0000	[°]
delta/phi a monte	= 0.0000	
angolo beta a valle	= 0.0000	
delta/phi a valle	= 0.0000	
opzione dyn. acqua	= 0.0000	(1=previous)
rapporto pressioni in eccesso Ru	= 0.0000	
Wood bottom pressure	= 0.0000	kPa
Wood top pressure	= 0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	= 0.0000	kPa

PARANTE 7.00

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

PAG. 9

24 APRILE 2009 17:39:29

History 0 - Paratia micropali SL06

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 3

1900-00\DF4AB15B

SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA
AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI
CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
MDL1 12 D 26 CL SL0600 002 A 26 di 49

Wood top pressure elev. = 0.0000 m

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 4

VALI LeftWall

coordinata y = 0.0000 m
 quota piano campagna = 0.0000 m
 quota del fondo scavo = -5.5000 m
 quota della falda = -0.9990DEP-30 m
 sovraccarico a monte = 0.0000 kPa
 quota del sovraccarico a monte = 0.0000 m
 depressione falda a valle = 0.0000 m
 sovraccarico a valle = 0.0000 kPa
 quota del sovraccarico a valle = -0.9990DEP-30 m
 quota di taglio = 0.0000 m
 quota di equil. pressioni dell'acqua = -14.000 m
 indicatore comportamento acqua (1=REMOVE) = 0.0000 (1=NO UPD)
 opzione aggiornamento pressioni acqua = 0.0000 [g]
 accelerazione sismica orizz. = 0.0000 [g]
 accel. sismica vert. a monte = 0.0000 [g]
 accel. sismica vert. a valle = 0.0000 [g]
 angolo beta a monte = 0.0000 [°]
 delta/phi a monte = 0.0000 [°]
 angolo beta a valle = 0.0000 [°]
 delta/phi a valle = 0.0000 [°]
 opzione dyn. acqua (1=pervious) = 0.0000
 rapporto pressioni in eccesso Ru = 0.0000
 Wood bottom pressure = 0.0000 kPa
 Wood top pressure = 0.0000 m
 Wood bottom pressure elev. = 0.0000 m
 Wood top pressure elev. = 0.0000 kPa

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 5

VALI LeftWall

coordinata y = 0.0000 m
 quota piano campagna = 0.0000 m
 quota del fondo scavo = -5.5000 m
 quota della falda = -0.9990DEP-30 m
 sovraccarico a monte = 0.0000 kPa
 quota del sovraccarico a monte = 0.0000 m
 depressione falda a valle = 0.0000 m
 sovraccarico a valle = 0.0000 kPa
 quota del sovraccarico a valle = -0.9990DEP-30 m

PARAMETRI 7.00

24 APRILE 2009 17:39:29

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

PAG. 10

History 0 - Paratia micropali SL06

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 5

quota di taglio = 0.0000 m
 quota di equil. pressioni dell'acqua = -14.000 m
 indicatore comportamento acqua (1=REMOVE) = 0.0000 (1=NO UPD)
 opzione aggiornamento pressioni acqua = 0.0000 [g]
 accelerazione sismica orizz. = 0.0000 [g]
 accel. sismica vert. a monte = 0.0000 [g]
 accel. sismica vert. a valle = 0.0000 [g]



ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA
TRATTA RHO-GALLARATE
PROGETTO DEFINITIVO

SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA
AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI
CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
MDL1 12 D 26 CL SL0600 002 A 27 di 49

angolo beta a monte	= 0.0000	[°]
delta/phi a monte	= 0.0000	
angolo beta a valle	= 0.0000	[°]
delta/phi a valle	= 0.0000	
opzione dyn. acqua	= 0.0000	(1=perVIOUS)
rapporto pressioni in eccesso Ru	= 0.0000	
Wood bottom pressure	= 0.0000	kPa
Wood top pressure	= 0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	= 0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	= 0.0000	m

RIASSUNDO DMT RELATIVI ALLA FASE 6

WALL LeftWall

coordinata y	= 0.0000	m
quota piano campagna	= 0.0000	m
quota del fondo scavo	= -7.5000	m
quota della falda	= -0.9990DE+30	m
sovraaccario a monte	= 0.0000	kPa
quota del sovraaccario a monte	= 0.0000	m
depressione falda a valle	= 0.0000	m
sovraaccario a valle	= 0.0000	kPa
quota del sovraaccario a valle	= -0.9990DE+30	m
quota di taglio	= 0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	= -14.000	m
indicatore comportamento acqua	= 0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	= 0.0000	(1=NO UPD)
accelerazione sismica oriz.	= 0.0000	[g]
accel. sismica vert. a monte	= 0.0000	[g]
accel. sismica vert. a valle	= 0.0000	[g]
angolo beta a monte	= 0.0000	[°]
delta/phi a monte	= 0.0000	
angolo beta a valle	= 0.0000	[°]
delta/phi a valle	= 0.0000	
opzione dyn. acqua	= 0.0000	(1=perVIOUS)
rapporto pressioni in eccesso Ru	= 0.0000	
Wood bottom pressure	= 0.0000	kPa
Wood top pressure	= 0.0000	m

PARAMETRE 7.00 Co.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 11

24 APRILE 2009 17:39:29

History 0 - Paratia micropali SL06

RIASSUNDO DMT RELATIVI ALLA FASE 6

Wood bottom pressure elev.	= 0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	= 0.0000	m

PARAMETRE 7.00 Co.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 12

24 APRILE 2009 17:39:29

History 0 - Paratia micropali SL06

RIASSUNDO ELEMENTI

RIASSUNTO ELEMENTI SOIL



ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA

TRATTA RHO-GALLARATE

PROGETTO DEFINITIVO

**SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA
AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI
CALCOLO OPERE PROVVISORIALI**

PROGETTO **MDL1** LOTTO **12** CODIFICA **D 26 CL** DOCUMENTO **SI0600 002** REV. **A** FOGLIO **28 di 49**

Name	Wall	Z1	Z2	Flag	Angle
		m	m		deg
UHLeft	LeftWall	0.	-14.00	UPHILL	0.
DHLeft	LeftWall	0.	-14.00	DOWNHILL	180.0

RIASSUNTO ELEMENTI BEZM					
Name	Wall	Z1	Z2	Mat	thick
		m	m		m
paracchia	LeftWall	0.	-14.00		0.1054

RIASSUNTO ELEMENTI WIRE						
Name	Wall	Zeta	Mat	A/I	Print	Angle
		m			mm/m	deg
HR1	LeftWall	-1.500		0.1168E-04	130.0	20.00
HR2	LeftWall	-5.000		0.2037E-04	175.0	20.00



ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

**POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA
TRATTA RHO-GALLARATE
PROGETTO DEFINITIVO**

SI06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA
AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI
CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
MDL1 12 D 26 CL SI06000 002 A 29 di 49

PARUTE 7.00

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

PG. 13

24 APRILE 2009

17:39:29

History 0 - Paratia micropali SI06

=====
RISUMMO DATI VARI
=====

```

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

```

PARUTE 7.00

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

PG. 14

24 APRILE 2009

17:39:29

History 0 - Paratia micropali SI06

=====
RISUMMO ANALISI INCREMENTALE
=====

```

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

```

SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA
AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI
CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

PROGETTO MDL1 LOTTO 12 CODIFICA D 26 CL DOCUMENTO SL06000 002 REV. A FOGLIO 30 di 49

PARENTI 7.00
24 APRILE 2009 17:39:29
History 0 - Paratia micropali SL06

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

PAG. 15

INVILUPPO AZIONI INTERNE NEGATI ELEMENTI DI PARETE
(PER LINEA' DI PROFONDITA')

* PARETE leftWalli GRUPPO paratia*

STEP 1 - 6

* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI *

Nella tabella si stampano i seguenti risultati:

MOMENTO SX = Momento che tende le fibre sulla faccia sinistra [kN*m/ml]

MOMENTO DX = Momento che tende le fibre sulla faccia destra [kN*m/ml]

TAGLIO = forza tagliante (valore assoluto, priva di segno) [kN/m]

BENI ET.	ESTERNO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
1	A	0.	0.1876E-11	0.4547E-12	0.7731E-11
	B	-0.2000	0.1066E-13	0.2274E-12	0.7731E-11
2	A	-0.2000	0.2274E-11	0.6821E-12	4.435
	B	-0.4000	0.8870	0.	4.435
3	A	-0.4000	0.8870	0.	13.36
	B	-0.6000	3.559	0.	13.36
4	A	-0.6000	3.559	0.	24.30
	B	-0.8000	8.419	0.	24.30
5	A	-0.8000	8.419	0.	35.09
	B	-1.000	15.44	0.	35.09
6	A	-1.000	15.44	0.	45.66
	B	-1.200	24.57	0.	45.66
7	A	-1.200	24.57	0.	55.81
	B	-1.400	35.73	0.	55.81
8	A	-1.400	35.73	0.	62.89
	B	-1.500	42.02	0.	62.89
9	A	-1.500	42.02	0.	59.10
	B	-1.700	31.41	0.	59.10
10	A	-1.700	31.41	0.	51.01
	B	-1.900	22.31	0.	51.01
11	A	-1.900	22.31	0.	44.20
	B	-2.100	14.36	0.	44.20
12	A	-2.100	14.36	0.	38.74
	B	-2.300	8.711	2.627	38.74
13	A	-2.300	8.711	2.627	34.51
	B	-2.500	9.952	9.529	34.51
14	A	-2.500	9.952	9.529	31.18
	B	-2.700	10.70	15.42	31.18
15	A	-2.700	10.70	15.42	28.58
	B	-2.900	11.00	20.14	28.58
16	A	-2.900	11.00	20.14	25.76
	B	-3.100	10.88	23.52	25.76
17	A	-3.100	10.88	23.52	22.71
	B	-3.300	10.43	25.53	22.71

PARENTI 7.00
24 APRILE 2009 17:39:29
History 0 - Paratia micropali SL06

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

PAG. 16



ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

**SIL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA
AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI
CALCOLO OPERE PROVVISORIALI**

**POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA
TRATTA RHO-GALLARATE
PROGETTO DEFINITIVO**

PROGETTO
MDL1

LOTTO
12

CODIFICA
D 26 CL

DOCUMENTO
SIL0600 002

REV.
A

FOGLIO
31 di 49

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TIRANTE
18	A	-3.300	10.43	25.53	19.44
	B	-3.500	9.715	26.09	19.44
19	A	-3.500	9.715	26.09	15.97
	B	-3.700	8.813	28.23	15.97
20	A	-3.700	8.813	28.23	17.57
	B	-3.900	7.813	30.69	17.57
21	A	-3.900	7.813	30.69	28.12
	B	-4.100	6.597	32.36	28.12
22	A	-4.100	6.597	32.36	39.18
	B	-4.300	5.318	33.22	39.18
23	A	-4.300	5.318	33.22	50.65
	B	-4.500	4.380	33.22	50.65
24	A	-4.500	4.380	33.22	62.38
	B	-4.700	3.232	32.32	62.38
25	A	-4.700	3.232	29.20	74.17
	B	-4.900	35.69	30.48	74.17
26	A	-4.900	35.69	30.48	83.20
	B	-5.000	43.98	29.20	83.20
27	A	-5.000	43.98	29.20	74.65
	B	-5.200	29.05	25.88	74.65
28	A	-5.200	29.05	25.88	63.31
	B	-5.400	16.39	21.52	63.31
29	A	-5.400	16.39	21.52	52.93
	B	-5.600	5.804	16.10	52.93
30	A	-5.600	5.804	16.10	43.67
	B	-5.800	0.5052	9.998	43.67
31	A	-5.800	0.5052	9.998	35.67
	B	-6.000	0.4350	10.06	35.67
32	A	-6.000	0.4350	10.06	28.95
	B	-6.200	0.8625	15.85	28.95
33	A	-6.200	0.8625	15.85	22.82
	B	-6.400	4.866	20.42	22.82
34	A	-6.400	4.866	20.42	16.51
	B	-6.600	7.976	23.72	16.51
35	A	-6.600	7.976	23.72	11.30
	B	-6.800	10.24	25.72	11.30
36	A	-6.800	10.24	25.72	8.612
	B	-7.000	11.76	26.38	8.612
37	A	-7.000	11.76	26.38	9.500
	B	-7.200	12.68	25.67	9.500
38	A	-7.200	12.68	25.67	10.61
	B	-7.400	13.09	23.55	10.61
39	A	-7.400	13.09	23.55	17.85
	B	-7.600	13.11	19.98	17.85
40	A	-7.600	13.11	19.98	23.03
	B	-7.800	12.80	15.37	23.03

PARANTE 7.00

24 APRILE 2009 17:39:29

History 0 - Paratia micropali SIL06

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

PAG. 17

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TIRANTE
41	A	-7.800	12.80	15.37	23.95
	B	-8.000	12.23	10.58	23.95
42	A	-8.000	12.23	10.58	20.60
	B	-8.200	11.45	6.463	20.60
43	A	-8.200	11.45	6.463	17.16

1900-00\DF4AB15B



ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

**POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA
TRATTA RHO-GALLARATE
PROGETTO DEFINITIVO**

SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA
AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI
CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

PROGETTO **MDL1** LOTTO **12** CODIFICA **D 26 CL** DOCUMENTO **SL0600 002** REV. **A** FOGLIO **32 di 49**

44	B	-8.400	10.50	3.030	17.16
	A	-8.400	10.50	3.030	14.05
	B	-8.600	9.403	0.2204	14.05
45	A	-8.600	9.403	0.2204	11.27
	B	-8.800	8.170	0.3268E-01	11.27
46	A	-8.800	8.170	0.3268E-01	8.836
	B	-9.000	6.901	0.2001E-01	8.836
47	A	-9.000	6.901	0.2001E-01	6.725
	B	-9.200	5.667	0.9402E-02	6.725
48	A	-9.200	5.667	0.9402E-02	5.760
	B	-9.400	6.130	0.9632E-03	5.760
49	A	-9.400	6.130	0.9632E-03	5.191
	B	-9.600	6.809	0.	5.191
50	A	-9.600	6.809	0.	4.537
	B	-9.800	7.231	0.	4.537
51	A	-9.800	7.231	0.	3.853
	B	-10.00	7.441	0.	3.853
52	A	-10.00	7.441	0.	3.181
	B	-10.20	7.472	0.	3.181
53	A	-10.20	7.472	0.	2.548
	B	-10.40	7.354	0.	2.548
54	A	-10.40	7.354	0.	1.972
	B	-10.60	7.106	0.	1.972
55	A	-10.60	7.106	0.	1.816
	B	-10.80	6.743	0.3481E-01	1.816
56	A	-10.80	6.743	0.3481E-01	2.360
	B	-11.00	6.271	0.2411	2.360
57	A	-11.00	6.271	0.2411	2.903
	B	-11.20	5.691	0.3750	2.903
58	A	-11.20	5.691	0.3750	3.343
	B	-11.40	5.022	0.4504	3.343
59	A	-11.40	5.022	0.4504	3.517
	B	-11.60	4.319	0.4799	3.517
60	A	-11.60	4.319	0.4799	3.490
	B	-11.80	3.621	0.4746	3.490
61	A	-11.80	3.621	0.4746	3.317
	B	-12.00	2.957	0.4442	3.317
62	A	-12.00	2.957	0.4442	3.043
	B	-12.20	2.349	0.3970	3.043
63	A	-12.20	2.349	0.3970	2.707
	B	-12.40	1.807	0.3398	2.707

PARANTE 7.00

24 APRILE 2009 17:39:29

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

PG. 18

History 0 - Paratia micropali SL06

ITEM SE.	ESTRIMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TRATTO
64	A	-12.40	1.807	0.3398	2.337
	B	-12.60	1.340	0.2780	2.337
65	A	-12.60	1.340	0.2780	1.958
	B	-12.80	0.9484	0.2162	1.958
66	A	-12.80	0.9484	0.2162	1.584
	B	-13.00	0.6316	0.1577	1.584
67	A	-13.00	0.6316	0.1577	1.228
	B	-13.20	0.3859	0.1055	1.228
68	A	-13.20	0.3859	0.1055	0.8986
	B	-13.40	0.2062	0.6189E-01	0.8986
69	A	-13.40	0.2062	0.6189E-01	0.5991
	B	-13.60	0.8640E-01	0.2866E-01	0.5991
70	A	-13.60	0.8640E-01	0.2866E-01	0.3325



ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

**POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA
TRATTA RHO-GALLARATE
PROGETTO DEFINITIVO**

**SILO6-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA
AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI
CALCOLO OPERE PROVVISORIALI**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
MDL.1 12 D 26 CL SILO600 002 A 33 di 49

B	-13.80	0.1991E-01	0.7526E-02	0.3325
A	-13.80	0.1991E-01	0.7526E-02	0.9955E-01
B	-14.00	0.6062E-12	0.	0.9955E-01

PARABOLE 7.00

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

PAG. 19

24 APRILE 2009 17:39:29

History 0 - Parabola micropali SILO6

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

TIRANTE	TIR1		QUOTA	-1.5000
		1 PARABOLE LeftWall		
		FASE 1 inattivo		
		FASE 2 inattivo		
		FASE 3 FORZA	130.00	kN/m
		FASE 4 FORZA	130.56	kN/m
		FASE 5 FORZA	130.43	kN/m
		FASE 6 FORZA	130.20	kN/m
TIRANTE	TIR2		QUOTA	-5.0000
		1 PARABOLE LeftWall		
		FASE 1 inattivo		
		FASE 2 inattivo		
		FASE 3 inattivo		
		FASE 4 inattivo		
		FASE 5 FORZA	175.00	kN/m
		FASE 6 FORZA	177.27	kN/m



ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA
AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI
CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA
TRATTA RHO-GALLARATE
PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO MDL1 LOTTO 12 CODIFICA D 26 CL DOCUMENTO SL06000 002 REV. A FOGLIO 34 di 49

PARANTE 7.00

24 APRILE 2009

17:39:29

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

PAG. 20

History 0 - Paratia micropali SL06

INVIARE RISULTATI NEGLI ELEMENTI TERRENO

* PARATE LeftWall | GRUPPO Viteft*

STEP 1 - 6

* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI *

Nella tabella si stampano i seguenti risultati:

SIGMA-H = massimo sforzo orizzontale efficace [kPa]

TWALIO = massimo sforzo di taglio [kPa]

PR. ACQUA =massima pressione interstiziale [kPa]

GRAD. MAX =massimo gradiente idraulico

SOLI EL.	QUOTA	SIGMA-H	TWALIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
1	0.	0.	0.	0.	0.
2	-0.2000	22.18	9.194	0.	0.
3	-0.4000	44.62	18.48	0.	0.
4	-0.6000	54.71	21.55	0.	0.
5	-0.8000	53.92	19.14	0.	0.
6	-1.000	52.88	16.55	0.	0.
7	-1.200	50.72	13.35	0.	0.
8	-1.400	49.51	10.94	0.	0.
9	-1.500	49.19	11.78	0.	0.
10	-1.700	47.70	13.47	0.	0.
11	-1.900	45.36	15.16	0.	0.
12	-2.100	42.54	16.86	0.	0.
13	-2.300	39.58	18.55	0.	0.
14	-2.500	36.72	20.23	0.	0.
15	-2.700	34.20	21.94	0.	0.
16	-2.900	33.94	23.91	0.	0.
17	-3.100	35.08	25.82	0.	0.
18	-3.300	36.87	27.69	0.	0.
19	-3.500	39.99	29.40	0.	0.
20	-3.700	43.14	31.21	0.	0.
21	-3.900	52.73	32.98	0.	0.
22	-4.100	56.42	34.63	0.	0.
23	-4.300	59.91	36.36	0.	0.
24	-4.500	62.98	38.07	0.	0.
25	-4.700	65.36	39.68	0.	0.
26	-4.900	67.04	41.36	0.	0.
27	-5.000	71.73	42.20	0.	0.
28	-5.200	71.68	43.86	0.	0.
29	-5.400	70.61	45.43	0.	0.
30	-5.600	68.97	47.06	0.	0.
31	-5.800	66.98	48.69	0.	0.
32	-6.000	64.88	50.31	0.	0.
33	-6.200	62.79	51.85	0.	0.
34	-6.400	60.97	53.46	0.	0.
35	-6.600	57.37	55.05	0.	0.

PARANTE 7.00

24 APRILE 2009

17:39:29

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

PAG. 21

History 0 - Paratia micropali SL06

SOLI EL. QUOTA SIGMA-H TWALIO PR. ACQUA GRAD. MAX

1900-00DF4AB15B



ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA
TRATTA RHO-GALLARATE
PROGETTO DEFINITIVO

SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA
AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI
CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
MDL1 12 D 26 CL SL0600 002 A 35 di 49

36	-6.800	55.09	56.58	0.	0.
37	-7.000	56.71	58.17	0.	0.
38	-7.200	58.33	59.75	0.	0.
39	-7.400	59.95	61.26	0.	0.
40	-7.600	61.58	62.61	0.	0.
41	-7.800	63.20	63.97	0.	0.
42	-8.000	64.82	65.32	0.	0.
43	-8.200	66.44	66.68	0.	0.
44	-8.400	68.06	68.05	0.	0.
45	-8.600	69.68	69.42	0.	0.
46	-8.800	71.30	70.79	0.	0.
47	-9.000	72.92	72.16	0.	0.
48	-9.200	74.54	73.54	0.	0.
49	-9.400	76.16	74.91	0.	0.
50	-9.600	77.78	76.30	0.	0.
51	-9.800	79.40	77.68	0.	0.
52	-10.00	81.02	79.07	0.	0.
53	-10.20	82.64	80.45	0.	0.
54	-10.40	84.26	81.85	0.	0.
55	-10.60	85.88	83.24	0.	0.
56	-10.80	87.50	84.63	0.	0.
57	-11.00	89.12	86.03	0.	0.
58	-11.20	90.74	87.10	0.	0.
59	-11.40	92.36	87.70	0.	0.
60	-11.60	93.98	88.40	0.	0.
61	-11.80	95.60	89.19	0.	0.
62	-12.00	97.22	90.05	0.	0.
63	-12.20	98.84	90.98	0.	0.
64	-12.40	100.5	91.95	0.	0.
65	-12.60	102.1	92.96	0.	0.
66	-12.80	103.7	94.00	0.	0.
67	-13.00	105.3	95.06	0.	0.
68	-13.20	106.9	96.13	0.	0.
69	-13.40	108.6	97.21	0.	0.
70	-13.60	110.2	98.30	0.	0.
71	-13.80	111.8	99.39	0.	0.
72	-14.00	113.4	100.5	0.	0.

PARABOLE 7,00

Ge.A.S. S.R.L. - Milano

PAG. 22

24 APRILE 2009 17:39:29
History 0 - Paratia microcapi SL06

INVILUPPO RISULTANTI NEGLI ELEMENTI TERRENO

* PARABOLE LEFTWALL GRUPPO DIRECTION*

STEP 1 - 6

* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI *

Nella tabella si stampano i seguenti risultati:

SIGMA-H = massimo sforzo orizzontale efficace [Pa] 1

TAGLIO = massimo sforzo di taglio [Pa] 1

PR. ACQUA =massima pressione interstiziale [Pa] 1

GRAD. MAX =massimo gradiente idraulico [Pa] 1

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
1	0.	0.	0.	0.	0.
2	-0.2000	1.620	1.090	0.	0.
3	-0.4000	3.241	2.180	0.	0.
4	-0.6000	4.861	3.269	0.	0.
5	-0.8000	6.482	4.359	0.	0.
6	-1.000	8.102	5.449	0.	0.



ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA

TRATTA RHO-GALLARATE

PROGETTO DEFINITIVO

SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA
AGRICOLA AL KM 5+580,19: RELAZIONE DI
CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

PROGETTO
MDL1

LOTTO
12

CODIFICA
D 26 CL

DOCUMENTO
SL0600 002

REV.
A

FOGLIO
36 di 49

7	-1.200	9.722	6.539	0.	0.
8	-1.400	11.34	7.629	0.	0.
9	-1.500	12.15	8.174	0.	0.
10	-1.700	13.77	9.263	0.	0.
11	-1.900	15.39	10.35	0.	0.
12	-2.100	17.01	11.44	0.	0.
13	-2.300	24.60	12.53	0.	0.
14	-2.500	24.32	13.62	0.	0.
15	-2.700	24.22	14.71	0.	0.
16	-2.900	24.32	15.80	0.	0.
17	-3.100	25.12	16.89	0.	0.
18	-3.300	26.74	17.98	0.	0.
19	-3.500	28.36	19.07	0.	0.
20	-3.700	29.98	20.16	0.	0.
21	-3.900	31.60	21.25	0.	0.
22	-4.100	33.22	22.34	0.	0.
23	-4.300	34.84	23.43	0.	0.
24	-4.500	36.46	24.52	0.	0.
25	-4.700	38.08	25.61	0.	0.
26	-4.900	39.70	26.70	0.	0.
27	-5.000	40.51	27.25	0.	0.
28	-5.200	42.13	28.33	0.	0.
29	-5.400	43.75	29.42	0.	0.
30	-5.600	45.37	30.51	0.	0.
31	-5.800	46.99	31.60	0.	0.
32	-6.000	54.23	32.69	0.	0.
33	-6.200	54.05	33.78	0.	0.
34	-6.400	53.89	34.87	0.	0.
35	-6.600	53.78	35.96	0.	0.
36	-6.800	55.09	37.05	0.	0.
37	-7.000	56.71	38.14	0.	0.
38	-7.200	58.33	39.23	0.	0.
39	-7.400	59.95	40.32	0.	0.
40	-7.600	61.58	41.41	0.	0.
41	-7.800	63.20	42.50	0.	0.
42	-8.000	64.82	43.59	0.	0.
43	-8.200	66.44	44.68	0.	0.
44	-8.400	68.06	45.77	0.	0.
45	-8.600	69.68	46.86	0.	0.
46	-8.800	71.30	47.95	0.	0.
47	-9.000	72.92	49.04	0.	0.
48	-9.200	74.54	50.13	0.	0.
49	-9.400	76.16	51.22	0.	0.
50	-9.600	77.78	52.31	0.	0.
51	-9.800	79.40	53.40	0.	0.
52	-10.00	81.02	54.49	0.	0.
53	-10.20	82.64	55.58	0.	0.
54	-10.40	84.26	56.67	0.	0.
55	-10.60	85.88	57.76	0.	0.
56	-10.80	87.50	58.85	0.	0.
57	-11.00	89.12	59.94	0.	0.
58	-11.20	90.74	61.03	0.	0.
59	-11.40	92.36	62.12	0.	0.
60	-11.60	93.98	63.21	0.	0.
61	-11.80	95.60	64.30	0.	0.
62	-12.00	97.22	65.39	0.	0.
63	-12.20	98.84	66.48	0.	0.
64	-12.40	100.5	67.57	0.	0.
65	-12.60	102.1	68.66	0.	0.
66	-12.80	103.7	69.75	0.	0.
67	-13.00	105.3	70.84	0.	0.



ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA

TRATTA RHO-GALLARATE

PROGETTO DEFINITIVO

SILO6-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA
AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI
CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

PROGETTO
MDL1

LOTTO
12

CODIFICA
D 26 CL

DOCUMENTO
SI0600 002

REV.
A

FOGLIO
37 di 49

68	-13.20	106.9	71.93	0.	0.
69	-13.40	108.6	73.02	0.	0.
70	-13.60	110.2	74.11	0.	0.
71	-13.80	111.8	75.20	0.	0.
72	-14.00	113.4	76.29	0.	0.

PARANTE 7.00

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

PAG. 24

24 APRILE 2009

17:39:29

History 0 - Paratia micropali SI06

RIASSUNDO SPINTE NEGLI ELEMENTI TERRENO

(LE SPINTE SONO CALCOLANTE INDEGRANDO GLI SFORZI NEI SINCOLI ELEMENTI MOLLA)

SPINNA EFFICACE VERA

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

SPINNA ACQUA

= Integrale delle pressioni interstiziali in tutti gli elementi nel gruppo: unita' di misura kN/m
= Somma della SPINNA EFFICACE e della SPINNA DELL'ACQUA: e' l' azione totale sulla parete: unita' di misura kN/m

SPINNA TOTALE VERA

SPINNA ATTIVA POSSIBILE

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

SPINNA PASSIVA POSSIBILE

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

RAPPORTO PASSIVA/VERA

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

SPINNA PASSIVA MOBILITATA

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

RAPPORTO VERA/ATTIVA

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

FASE	1	GRUPPO -->	UHE	DHE
SPINNA EFFICACE VERA			793.99	793.99
SPINNA ACQUA			0.	0.
SPINNA TOTALE VERA			793.99	793.99
SPINNA ATTIVA (POSSIBILE)			424.54	424.54
SPINNA PASSIVA (POSSIBILE)			10942.	10942.
RAPPORTO PASSIVA/VERA			13.656	13.656
SPINNA PASSIVA MOBILITATA			7.%	7.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA			1.8703	1.8703

FASE	2	GRUPPO -->	UHE	DHE
SPINNA EFFICACE VERA			688.91	688.91
SPINNA ACQUA			0.	0.
SPINNA TOTALE VERA			688.91	688.91
SPINNA ATTIVA (POSSIBILE)			462.05	311.93
SPINNA PASSIVA (POSSIBILE)			11800.	7966.4
RAPPORTO PASSIVA/VERA			17.129	11.564
SPINNA PASSIVA MOBILITATA			6.%	9.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA			1.4910	2.2086

1900-00\DF4AB15B



ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA

TRATTA RHO-GALLARATE

PROGETTO DEFINITIVO

SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA
AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI
CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

PROGETTO
MDL1

LOTTO
12

CODIFICA
D 26 CL

DOCUMENTO
SL0600 002

REV.
A

FOGLIO
38 di 49

FASE	3	GRUPPO -->	Utile	DHLe
		SPINNA EFFICACE VERA	791.55	669.39
		SPINNA ACQUA	0.	0.
		SPINNA TOTALE VERA	791.55	669.39
		SPINNA ATTIVA (POSSIBILE)	462.05	311.93
		SPINNA PASSIVA (POSSIBILE)	11800.	7966.4
		RAPPORTO PASSIVA/VERA	14.908	11.901
		SPINNA PASSIVA MOBILITATA	7.8	8.8
		RAPPORTO VERA/ATTIVA	1.7131	2.1460

FASE	4	GRUPPO -->	Utile	DHLe
		SPINNA EFFICACE VERA	609.81	487.13
		SPINNA ACQUA	0.	0.
		SPINNA TOTALE VERA	609.81	487.13
		SPINNA ATTIVA (POSSIBILE)	462.05	156.52
		SPINNA PASSIVA (POSSIBILE)	11800.	3997.3
		RAPPORTO PASSIVA/VERA	19.351	8.2059
		SPINNA PASSIVA MOBILITATA	5.8	12.8
		RAPPORTO VERA/ATTIVA	1.3198	3.1123

FASE	5	GRUPPO -->	Utile	DHLe
		SPINNA EFFICACE VERA	749.41	462.37
		SPINNA ACQUA	0.	0.
		SPINNA TOTALE VERA	749.41	462.37
		SPINNA ATTIVA (POSSIBILE)	462.05	156.52
		SPINNA PASSIVA (POSSIBILE)	11800.	3997.3
		RAPPORTO PASSIVA/VERA	15.746	8.6453
		SPINNA PASSIVA MOBILITATA	6.8	12.8
		RAPPORTO VERA/ATTIVA	1.6219	2.9541

FASE	6	GRUPPO -->	Utile	DHLe
		SPINNA EFFICACE VERA	653.45	364.54
		SPINNA ACQUA	0.	0.
		SPINNA TOTALE VERA	653.45	364.54
		SPINNA ATTIVA (POSSIBILE)	462.05	91.535
		SPINNA PASSIVA (POSSIBILE)	11800.	2337.8
		RAPPORTO PASSIVA/VERA	18.059	6.4130
		SPINNA PASSIVA MOBILITATA	6.8	16.8
		RAPPORTO VERA/ATTIVA	1.4142	3.9825

INTEUT. ELONTS:



ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA

TRATTA RHO-GALLARATE

PROGETTO DEFINITIVO

SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA
AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI
CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

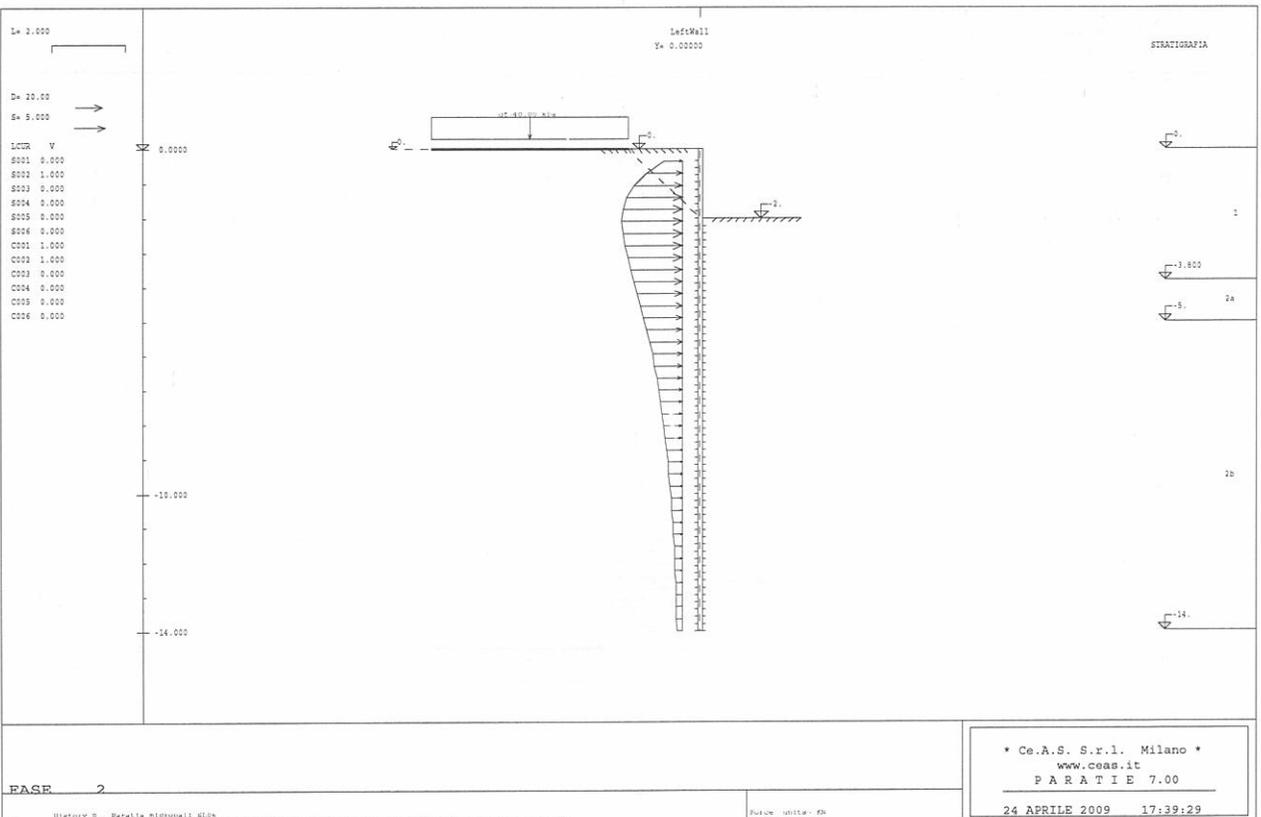
PROGETTO
MDL1

LOTTO
12

CODIFICA
D 26 CL

DOCUMENTO
SL0600 002

REV. A
FOGLIO
40 di 49





ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA

TRATTA RHO-GALLARATE

PROGETTO DEFINITIVO

**SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA
AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI
CALCOLO OPERE PROVVISORIALI**

PROGETTO
MDL1

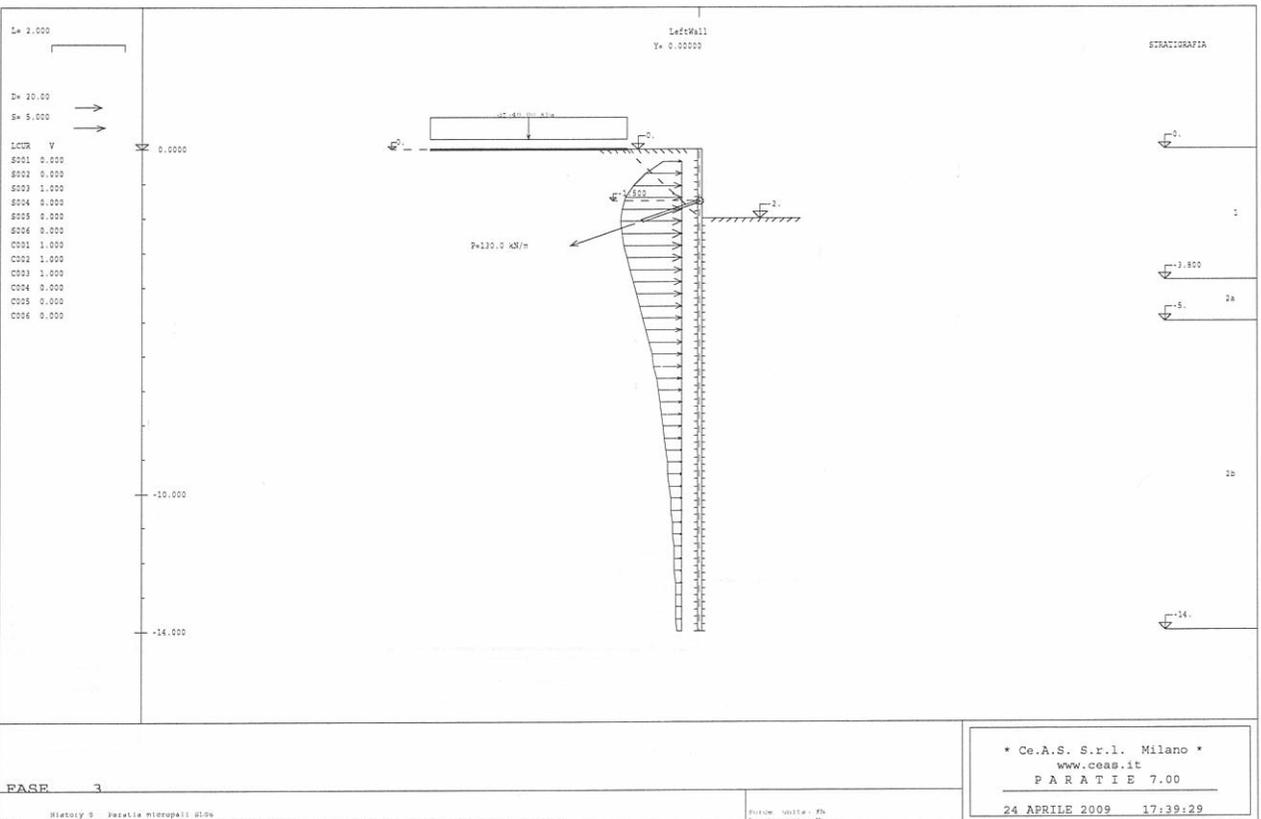
LOTTO
12

CODIFICA
D 26 CL

DOCUMENTO
SL06000 002

REV.
A

FOGLIO
41 di 49



FASE 3

History 3 Paravia Interpalli 0106
C:\Documents and Settings\Milano\user\mista\AVORI\49912\PROVVISORIO GALLARATE\PROVVISORIO DI INTERPALLI

Perche' nella PA
LOCALI UTILI *



ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

**SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA
AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI
CALCOLO OPERE PROVVISORIALI**

**POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA
TRATTA RHO-GALLARATE
PROGETTO DEFINITIVO**

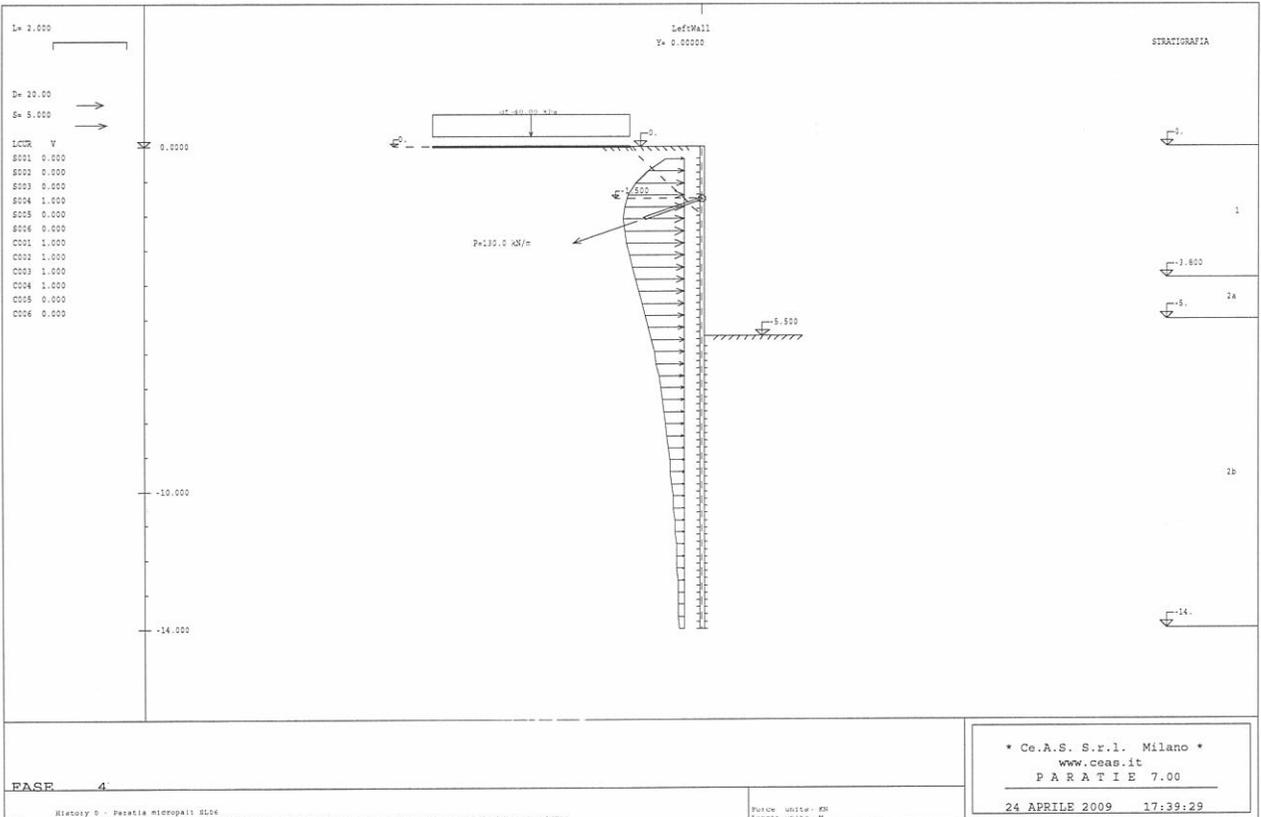
PROGETTO
MDL1

LOTTO
12

CODIFICA
D 26 CL

DOCUMENTO
SL06000 002

REV. A
FOGLIO
42 di 49





ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

**POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA
TRATTA RHO-GALLARATE
PROGETTO DEFINITIVO**

**SILO6-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA
AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI
CALCOLO OPERE PROVVISORIALI**

PROGETTO
MDL1

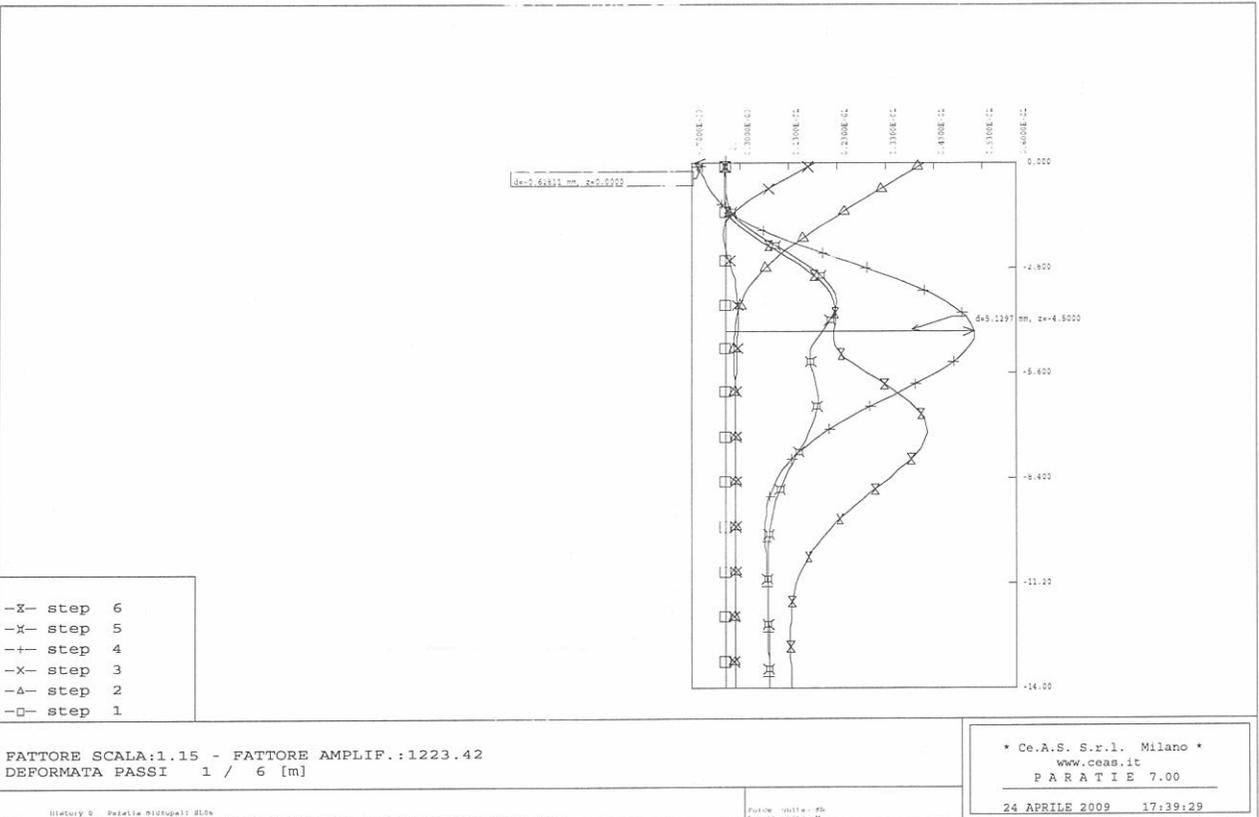
LOTTO
12

CODIFICA
D 26 CL

DOCUMENTO
SILO600 002

REV.
A

FOGLIO
45 di 49





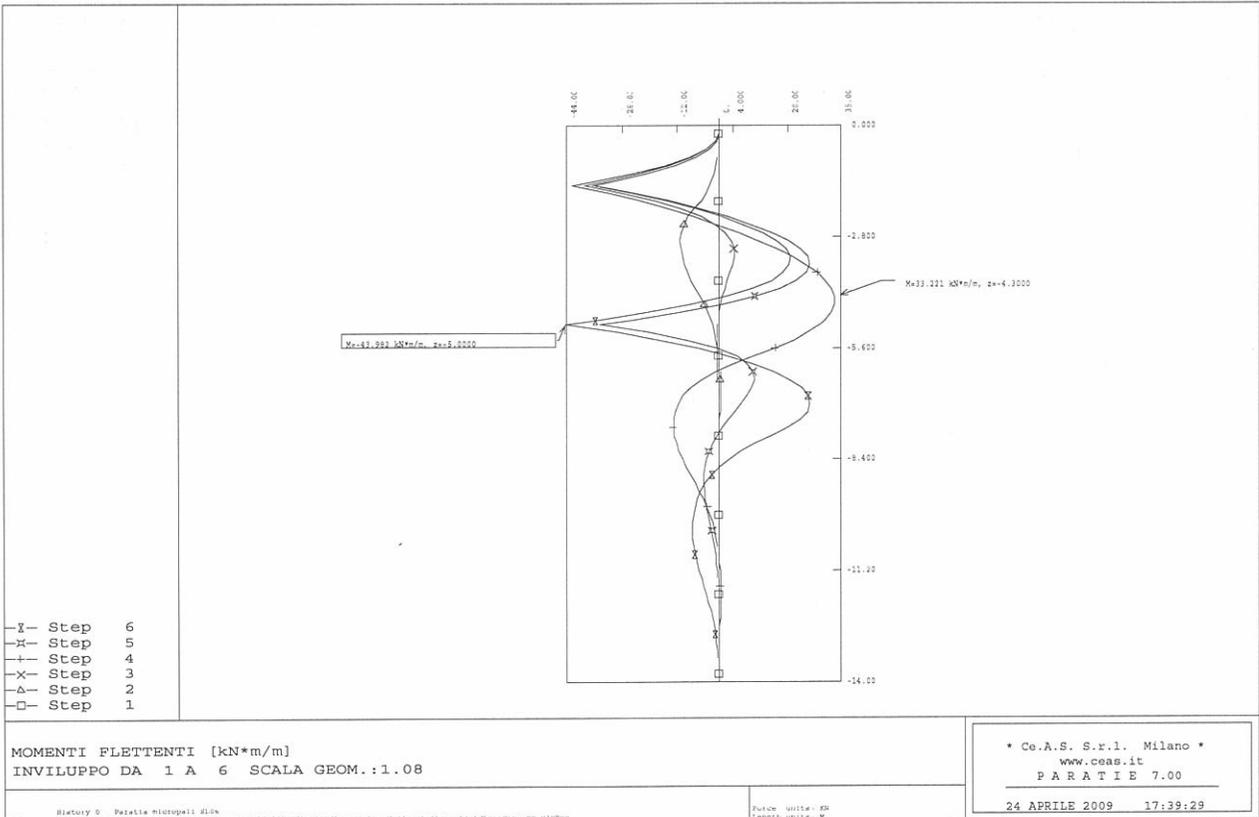
ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA
AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI
CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

**POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA
TRATTA RHO-GALLARATE
PROGETTO DEFINITIVO**

PROGETTO **MDL1** LOTTO **12** CODIFICA **D 26 CL** DOCUMENTO **SL0600 002** REV. **A** FOGLIO **46 di 49**





ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

**SLO6-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA
AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI
CALCOLO OPERE PROVVISORIALI**

**POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA
TRATTA RHO-GALLARATE
PROGETTO DEFINITIVO**

PROGETTO
MDL1

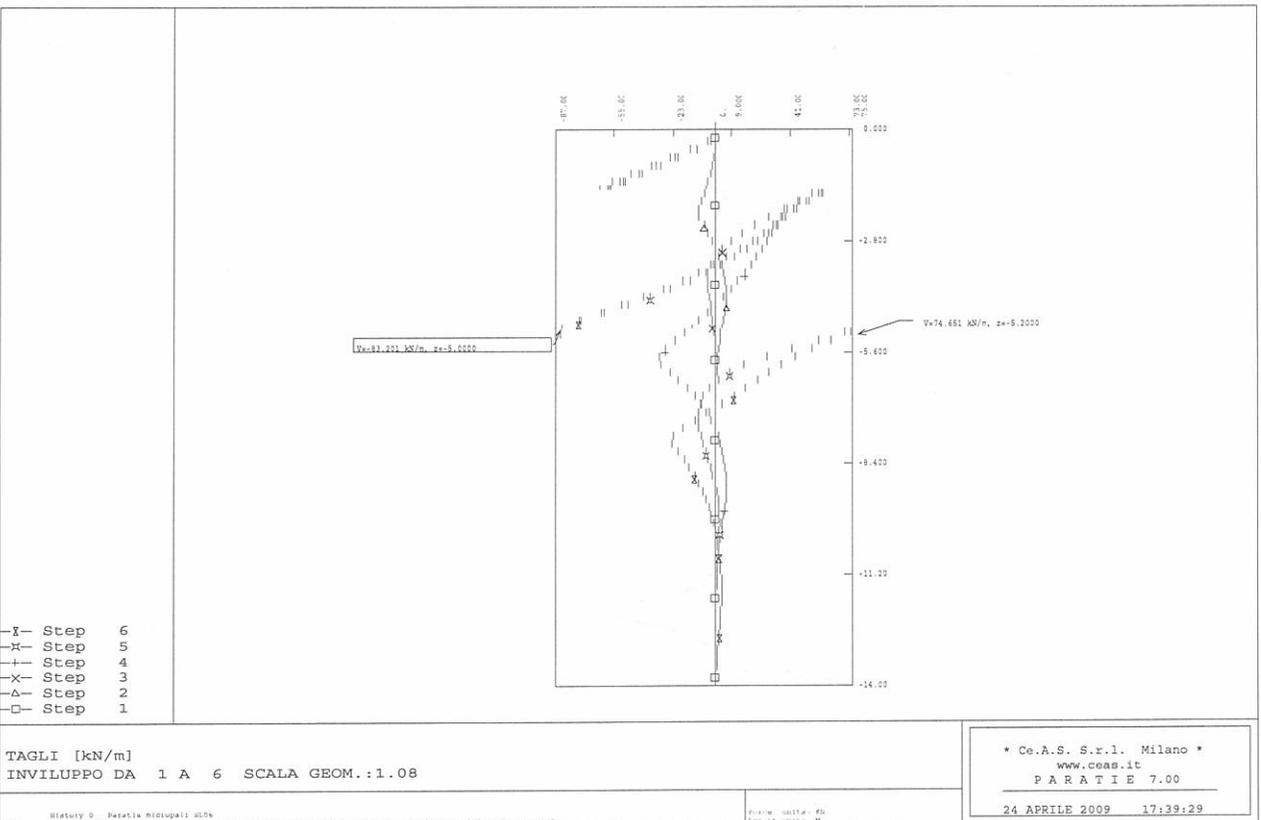
LOTTO
12

CODIFICA
D 26 CL

DOCUMENTO
SLO6000 002

REV.
A

FOGLIO
47 di 49





ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA
AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI
CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

**POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA
TRATTA RHO-GALLARATE
PROGETTO DEFINITIVO**

PROGETTO
MDL1

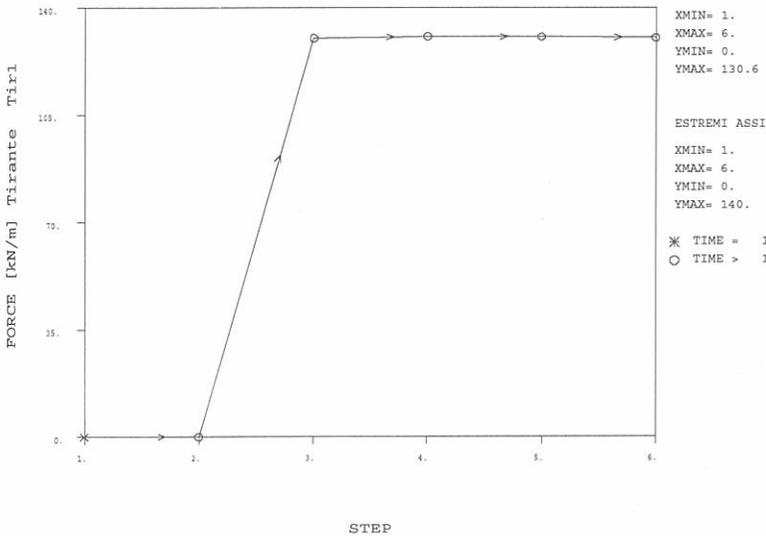
LOTTO
12

CODIFICA
D 26 CL

DOCUMENTO
SL06000 002

REV.
A

FOGLIO
48 di 49



Tirante Tir1	
STEP	FORCE [kN/m]
1.	0.
2.	0.
3.	130.
4.	130.6
5.	130.4
6.	130.2

DAL PASSO 1 AL PASSO 6
DIAGRAMMA VARIABILE X / VARIABILE Y

History 0 - Pasella Microplot 6154
C:\Documents and Settings\Matteo\Documents\IA_FAV091\yastizi\pugini\kno\diagrammi\yastizi\kno\EQ\veloc_y_H16709

Force unit: kN
Scale unit: M

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

24 APRILE 2009 17:39:29



ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

SL06-AMPLIAMENTO SOTTOPASSO STRADA
AGRICOLA AL KM 5+580.19: RELAZIONE DI
CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA
TRATTA RHO-GALLARATE
PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO
MDL1

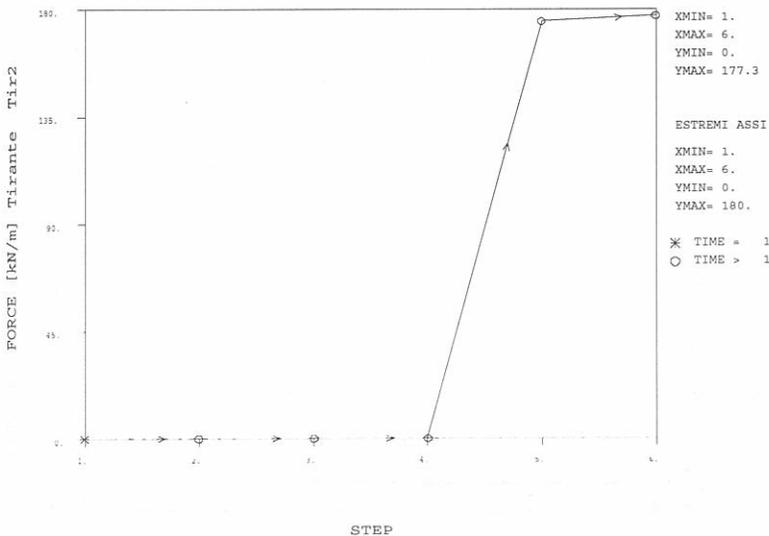
LOTTO
12

CODIFICA
D 26 CL

DOCUMENTO
SL0600 002

REV.
A

FOGLIO
49 di 49



Tirante Tir2	
STEP	FORCE [kN/m]
1.	0.
2.	0.
3.	0.
4.	0.
5.	175.
6.	177.3

DAL PASSO 1 AL PASSO 6
DIAGRAMMA VARIABILE X / VARIABILE Y

* Ce.A.S. S.r.l. Milano *
www.ceas.it
PARATIE 7.00

24 APRILE 2009 17:49:29