

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



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

U.O. PRODUZIONE CENTRO-NORD

PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA, TRATTA RHO-GALLARATE PRG RHO

OPERE PRINCIPALI – PONTI E VIADOTTI

VI04 – Attraversamento fiume Olona – Solettone su pali di grande diametro km 0-112 singolo binario Nord

Relazione di calcolo opere provvisionali

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

MDL1 00 D 26 CL VI0400 002 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione Esecutiva	A.Ingletti	03/2013	<i>Mara</i>	03/2013	<i>SB</i>	03/2013		

ITALFERR S.p.A.
 Direzione Tecnica
 Produzione Centro Nord
 Dott. Ing. Roberto Borghi
 Ordine degli Ingegneri del Prov. di Monza e Brianza n. 6651

ITALFERR S.p.A.
 Direzione Tecnica
 Centro Produzione
 Dott. Ing. Arlunni Fabrizio
 Ordine degli Ingegneri del Prov. di Monza e Brianza n. 6651

File: MDL100D26CLVI0400002_A.doc

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	4
2	SCOPO DEL DOCUMENTO	4
3	ALLEGATI	6
4	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
5	MATERIALI	7
6	TERRENI	8
6.1	GEOMETRIA PROFILO TERRENO	9
6.2	STRATIGRAFIA	10
7	GEOMETRIA	11
8	METODO DI ANALISI	12
8.1	CALCOLO DELLA PROFONDITÀ DI INFISSIONE	12
8.2	CALCOLO DELLA SPINTE	13
8.3	SPINTA IN PRESENZA DI SISMA	14
8.4	ANALISI AD ELEMENTI FINITI	14
8.5	SCHEMATIZZAZIONE DEL TERRENO	15
8.6	MODALITÀ DI ANALISI E COMPORTAMENTO ELASTO-PLASTICO DEL TERRENO	15
8.7	ANALISI PER FASI DI SCAVO	16
8.8	VERIFICA ALLA STABILITÀ GLOBALE	17
9	IMPOSTAZIONI DI PROGETTO	18
9.1	IMPOSTAZIONI DI ANALISI	18
10	CONDIZIONI DI CARICO	20
10.1	COMBINAZIONI DI CARICO	21
11	ANALISI DELLA PARATIA	22
12	SOLLECITAZIONI MASSIME E MINIME PARATIA	23

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	3 di 61

13	SPOSTAMENTI MASSIMI E MINIMI PARATIA	24
13.1	STABILITA' GLOBALE	25
14	VERIFICA ARMATURA	26
15	ALLEGATI	28

1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto le verifiche di resistenza delle palancole provvisionali necessarie alla realizzazione per fasi del ponte ferroviario posto al km -0+112 del progetto definitivo di potenziamento della linea Rho-Arona tratta Rho-Gallarate PRG Rho.

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Scopo del presente documento è quello di verificare i palancole provvisionali di cui alla premessa.

I suddetti palancole metallici sono costituiti da palancole tipo Larsen 606K lunghe 6.0 m.

Nella seguenti immagini sono riportate la sezione trasversale e posizione planimetrica dei palancole.

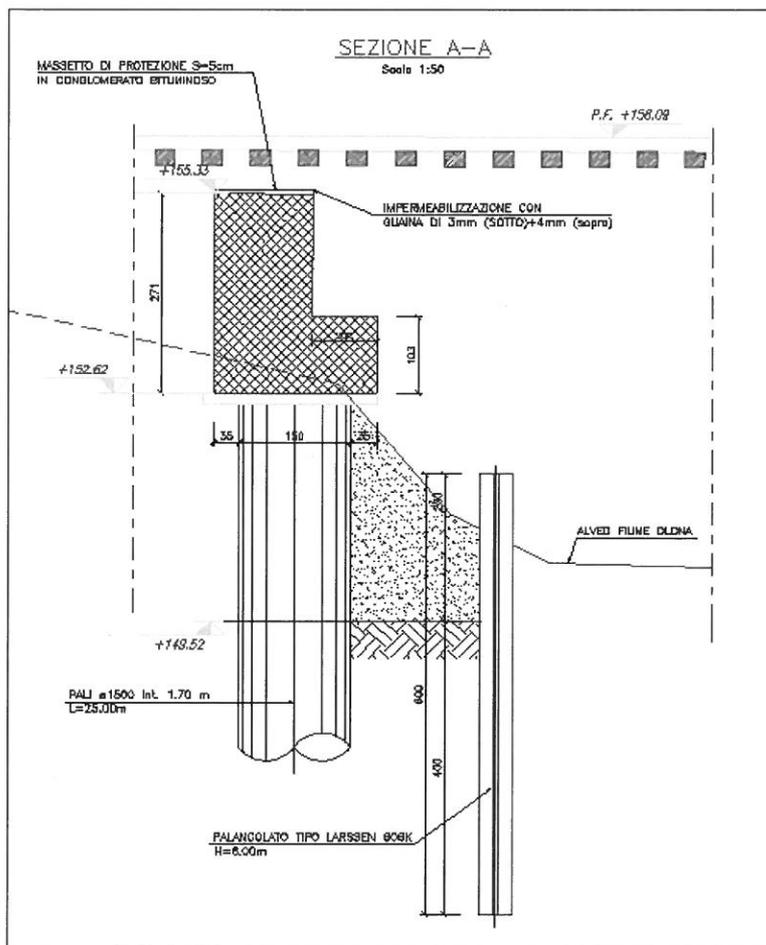


Figura 1 – Sezione trasversale palancole.

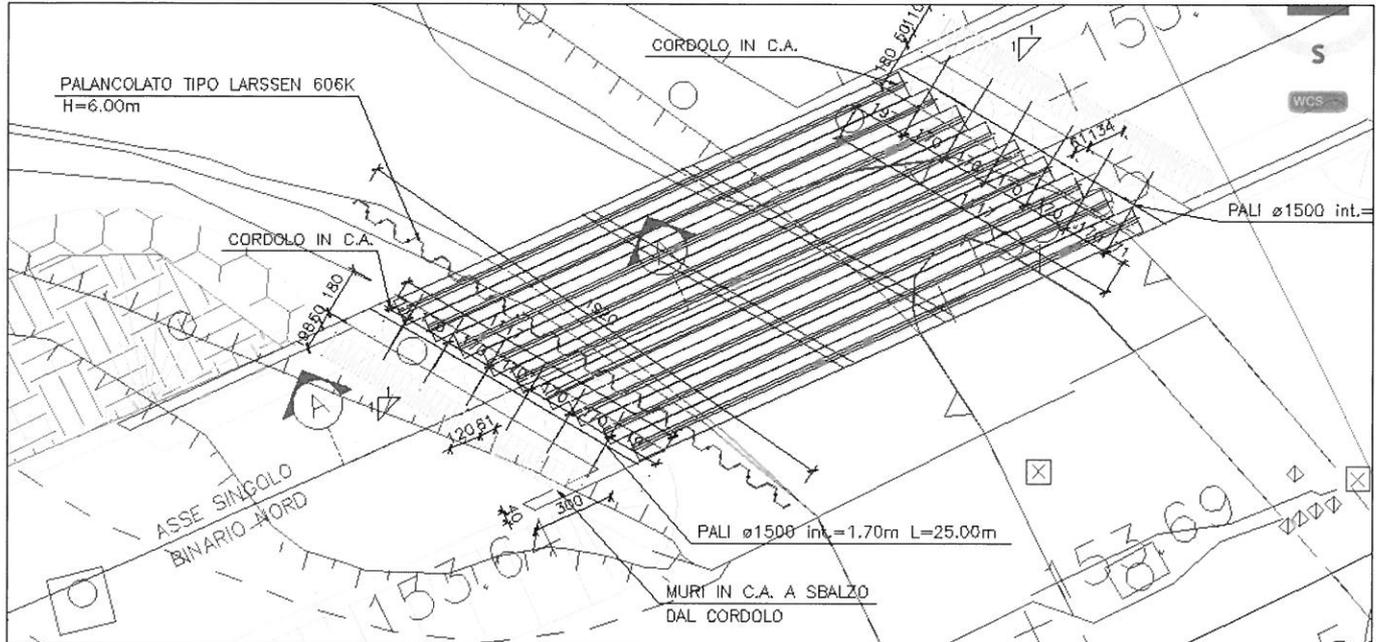


Figura 2 – Pianta palancole

Unità di misura

- lunghezza [m]
- forze [kN]
- angoli [°]
- tensioni [N/mm²]

	INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N.443/01 PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA, TRATTA RHO-GALLARATE PRG RHO					
Relazione di calcolo Paratie provvisionali	COMMESSA MDL1	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO VI0400002	REV. A	FOGLIO 6 di 61

3 ALLEGATI

Il documento è corredato di Input e output del modello di calcolo, pertanto non sono presenti allegati alla presente relazione di calcolo.

4 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I calcoli sono stati svolti in ottemperanza alla Normativa vigente ed in particolare:

- **L.1086 5/11/71** *Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.*
- **D.M. 14 febbraio 1992** *Norme tecniche l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.*
- **DM 09/01/96** *Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.*
- **DM 16/01/96** *Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".*
- **DM 16/01/96** *Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.*
- **Istruzione FF.SS. 44/b** aggiornamento 16 dicembre 1997 - *Istruzioni tecniche per manufatti sotto binario da costruire in zona sismica*
- **Istruzione FF.SS. I/SC/PS-OM/2298** aggiornamento 13 gennaio 1997: *Sovraccarichi per il calcolo dei ponti ferroviari. Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo.*
- **Istruzione FF.SS. 44/d** : *Istruzione tecnica per la progettazione e l'esecuzione di impalcati ferroviari a travi in ferro a doppio T incorporate nel calcestruzzo.*
- **Istruzione FF.SS. 44/e** : *Istruzione tecnica per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprighiunti negli impalcati ferroviari e nei cavalcavia.*



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

PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA, TRATTA RHO-
GALLARATE PRG RHO

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	7 di 61

5 MATERIALI

ACCIAI

Carpenteria Metallica

Tipo	S275 JR
Resistenza caratteristica di snervamento - f_{yk}	275 N/mm ²
Resistenza caratteristica di rottura - f_{tk}	430 N/mm ²
Modulo Elastico	210000 N/mm ²

6 TERRENI

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia
Descrizione	Descrizione del terreno
γ	peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	peso di volume saturo del terreno espresso [kN/mc]
ϕ	angolo d'attrito interno del terreno espresso in [°]
δ	angolo d'attrito terreno/paratia espresso in [°]
c	coesione del terreno espressa in [N/mm ²]

n°	Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c
1	Ghiaia sabbiosa	19.0000	19.0000	35.00	23.31	0.0000
2	Rilevato	19.0000	19.0000	32.00	21.32	0.0000

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO</p>	<p>INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N.443/01</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA, TRATTA RHO-GALLARATE PRG RHO</p>												
<p>Relazione di calcolo Paratie provvisionali</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>MDL1</td> <td>00</td> <td>D 26 CL</td> <td>VI0400002</td> <td>A</td> <td>9 di 61</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	9 di 61
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	9 di 61								

6.1 GEOMETRIA PROFILO TERRENO

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa alla paratia, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

Profilo di monte

N	X	Y	A
2	1.01	0.00	0.00
3	8.00	0.00	0.00

Profilo di valle

N	X	Y	A
1	-10.00	-2.00	0.00
2	0.00	-2.00	0.00

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N.443/01 PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA, TRATTA RHO- GALLARATE PRG RHO					
	Relazione di calcolo Paratie provvisionali	COMMESSA MDL1	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO VI0400002	REV. A

6.2 STRATIGRAFIA

Simbologia adottata

- n° numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia
 sp spessore dello strato in corrispondenza dell'asse della paratia espresso in [m]
 kw costante di Winkler orizzontale espressa in $Kg/cm^2/cm$
 α inclinazione dello strato espressa in GRADI(°)

Terreno Terreno associato allo strato

n°	sp	α	kw	Terreno
1	2.00	0.00	0.38	Rilevato
2	5.00	0.00	1.99	Ghiaia sabbiosa

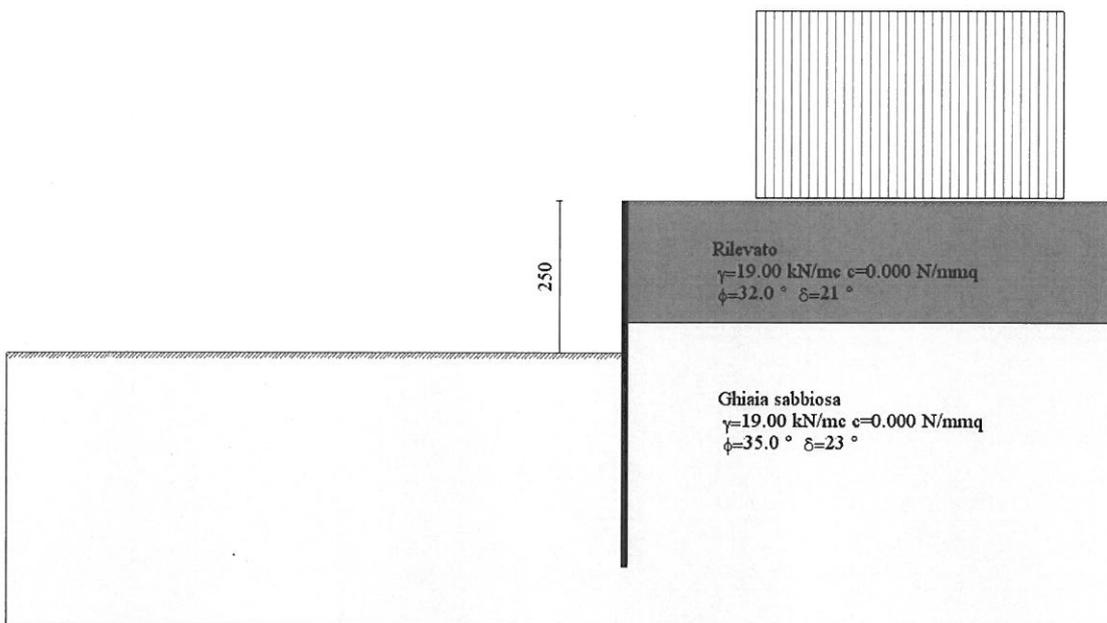


Figura 3 – Pianta palancole

7 GEOMETRIA

Geometria paratia

Tipo paratia: **Paratia in acciaio con parametri definiti a metro di paratia**

Altezza fuori terra	2.50	[m]
Profondità di infissione	3.50	[m]
Altezza totale della paratia	6.00	[m]
Lunghezza paratia	5.00	[m]
Area per metro lineare di larghezza	207.00	[cmq]
Inerzia per metro lineare di larghezza	55240.00	[cm ⁴]
Modulo di resistenza per metro lineare di larghezza	2540.00	[cm ³]
Momento ultimo della sezione per metro lineare di larghezza	665.0000	[kNm]
Fattore di taglio	1.20	

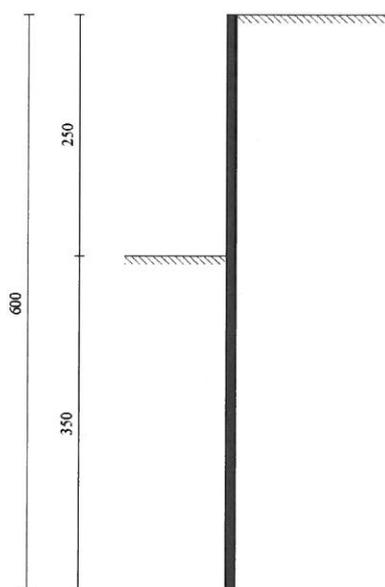


Figura 4 – Dimensioni Modello

8 METODO DI ANALISI

8.1 Calcolo della profondità di infissione

Nel caso generale l'equilibrio della paratia è assicurato dal bilanciamento fra la spinta attiva agente da monte sulla parte fuori terra, la resistenza passiva che si sviluppa da valle verso monte nella zona interrata e la controspinta che agisce da monte verso valle nella zona interrata al di sotto del centro di rotazione.

Nel caso di paratia tirantata nell'equilibrio della struttura intervengono gli sforzi dei tiranti (diretti verso monte); in questo caso, se la paratia non è sufficientemente infissa, la controspinta sarà assente.

Pertanto il primo passo da compiere nella progettazione è il calcolo della profondità di infissione necessaria ad assicurare l'equilibrio fra i carichi agenti (spinta attiva, resistenza passiva, controspinta, tiro dei tiranti ed eventuali carichi esterni).

Nel calcolo classico delle paratie si suppone che essa sia infinitamente rigida e che possa subire una rotazione intorno ad un punto (*Centro di rotazione*) posto al di sotto della linea di fondo scavo (per paratie non tirantate).

Occorre pertanto costruire i diagrammi di spinta attiva e di spinta (resistenza) passiva agenti sulla paratia. A partire da questi si costruiscono i diagrammi risultanti.

Nella costruzione dei diagrammi risultanti si adotterà la seguente notazione:

K_{am} diagramma della spinta attiva agente da monte

K_{av} diagramma della spinta attiva agente da valle sulla parte interrata

K_{pm} diagramma della spinta passiva agente da monte

K_{pv} diagramma della spinta passiva agente da valle sulla parte interrata.

Calcolati i diagrammi suddetti si costruiscono i diagrammi risultanti

$$D_m = K_{pm} - K_{av} \quad \text{e} \quad D_v = K_{pv} - K_{am}$$

Questi diagrammi rappresentano i valori limiti delle pressioni agenti sulla paratia. La soluzione è ricercata per tentativi facendo variare la profondità di infissione e la posizione del centro di rotazione fino a quando non si raggiunge l'equilibrio sia alla traslazione che alla rotazione.

	INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N.443/01					
	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA, TRATTA RHO- GALLARATE PRG RHO					
Relazione di calcolo Paratie provvisionali	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	13 di 61

Per mettere in conto un fattore di sicurezza nel calcolo delle profondità di infissione

si può agire con tre modalità :

1. applicazione di un coefficiente moltiplicativo alla profondità di infissione strettamente necessaria per l'equilibrio
2. riduzione della spinta passiva tramite un coefficiente di sicurezza
3. riduzione delle caratteristiche del terreno tramite coefficienti di sicurezza su $\tan(\phi)$ e sulla coesione

8.2 Calcolo della spinte

Metodo di Culmann (metodo del cuneo di tentativo)

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb: cuneo di spinta a monte della parete che si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea o spezzata (nel caso di terreno stratificato).

La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il valore della spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo).

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione ρ rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima nel caso di spinta attiva e minima nel caso di spinta passiva.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z . Noto il diagramma delle pressioni si ricava il punto di applicazione della spinta.

	INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N.443/01					
	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA, TRATTA RHO- GALLARATE PRG RHO					
Relazione di calcolo Paratie provvisionali	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	14 di 61

8.3 Spinta in presenza di sisma

Per tenere conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di **Mononobe-Okabe** (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

Il metodo di Mononobe-Okabe considera nell'equilibrio del cuneo spingente la forza di inerzia dovuta al sisma. Indicando con W il peso del cuneo e con C il coefficiente di intensità sismica la forza di inerzia valutata come

$$F_i = W * C$$

Indicando con S la spinta calcolata in condizioni statiche e con S_s la spinta totale in condizioni sismiche l'incremento di spinta è ottenuto come

$$DS = S - S_s$$

L'incremento di spinta viene applicato a 1/3 dell'altezza della parete stessa (diagramma triangolare con vertice in alto).

8.4 Analisi ad elementi finiti

La paratia è considerata come una struttura a prevalente sviluppo lineare (si fa riferimento ad un metro di larghezza) con comportamento a trave. Come caratteristiche geometriche della sezione si assume il momento d'inerzia I e l'area A per metro lineare di larghezza della paratia. Il modulo elastico è quello del materiale utilizzato per la paratia.

La parte fuori terra della paratia è suddivisa in elementi di lunghezza pari a circa 5 centimetri e più o meno costante per tutti gli elementi. La suddivisione è suggerita anche dalla eventuale presenza di tiranti, carichi e vincoli. Infatti questi elementi devono capitare in corrispondenza di un nodo. Nel caso di tirante è inserito un ulteriore elemento atto a schematizzarlo. Detta L la lunghezza libera del tirante, A_f l'area di armatura nel tirante ed E_s il modulo elastico dell'acciaio è inserito un elemento di lunghezza pari ad L , area A_f , inclinazione pari a quella del tirante e modulo elastico E_s . La parte interrata della paratia è suddivisa in elementi di lunghezza, come visto sopra, pari a circa 5 centimetri.

I carichi agenti possono essere di tipo distribuito (spinta della terra, diagramma aggiuntivo di carico, spinta della falda, diagramma di spinta sismica) oppure concentrati. I carichi distribuiti sono riportati sempre come carichi concentrati nei nodi (sotto forma di reazioni di incastro perfetto cambiate di segno).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N.443/01					
	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA, TRATTA RHO- GALLARATE PRG RHO					
Relazione di calcolo Paratie provvisionali	COMMESSA MDL1	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO VI0400002	REV. A	FOGLIO 15 di 61

8.5 Schematizzazione del terreno

La modellazione del terreno si rifà al classico schema di Winkler. Esso è visto come un letto di molle indipendenti fra di loro reagenti solo a sforzo assiale di compressione. La rigidità della singola molla è legata alla costante di sottofondo orizzontale del terreno (*costante di Winkler*). La costante di sottofondo, k , è definita come la pressione unitaria che occorre applicare per ottenere uno spostamento unitario. Dimensionalmente è espressa quindi come rapporto fra una pressione ed uno spostamento al cubo $[F/L^3]$. È evidente che i risultati sono tanto migliori quanto più è elevato il numero delle molle che schematizzano il terreno. Se (m è l'interasse fra le molle (in cm) e b è la larghezza della paratia in direzione longitudinale ($b=100$ cm) occorre ricavare l'area equivalente, A_m , della molla (a cui si assegna una lunghezza pari a 100 cm). Indicato con E_m il modulo elastico del materiale costituente la paratia (in Kg/cm^2), l'equivalenza, in termini di rigidità, si esprime come

$$A_m = 10000 \times \frac{k \Delta_m}{E_m}$$

Per le molle di estremità, in corrispondenza della linea di fondo scavo ed in corrispondenza dell'estremità inferiore della paratia, si assume una area equivalente dimezzata. Inoltre, tutte le molle hanno, ovviamente, rigidità flessionale e tagliante nulla e sono vincolate all'estremità alla traslazione. Quindi la matrice di rigidità di tutto il sistema paratia-terreno sarà data dall'assemblaggio delle matrici di rigidità degli elementi della paratia (elementi a rigidità flessionale, tagliante ed assiale), delle matrici di rigidità dei tiranti (solo rigidità assiale) e delle molle (rigidità assiale).

8.6 Modalità di analisi e comportamento elasto-plastico del terreno

A questo punto vediamo come è effettuata l'analisi. Un tipo di analisi molto semplice e veloce sarebbe l'analisi elastica (peraltro disponibile nel programma *PAC*). Ma si intuisce che considerare il terreno con un comportamento infinitamente elastico è una approssimazione alquanto grossolana. Occorre quindi introdurre qualche correttivo che meglio ci aiuti a modellare il terreno. Fra le varie soluzioni possibili una delle più praticabili e che fornisce risultati soddisfacenti è quella di considerare il terreno con comportamento elasto-plastico perfetto. Si assume cioè che la curva sforzi-deformazioni del terreno abbia andamento bilatero. Rimane da scegliere il criterio di plasticizzazione del terreno (molle). Si può fare riferimento ad un criterio di tipo cinematico: la resistenza della molla cresce con la deformazione fino a quando lo spostamento non raggiunge il valore X_{max} ; una volta superato tale spostamento limite non si ha più incremento di resistenza all'aumentare degli spostamenti. Un altro criterio può essere di tipo statico: si assume che la molla abbia una resistenza crescente fino al raggiungimento di una pressione p_{max} . Tale pressione p_{max} può essere imposta pari al valore della pressione passiva in corrispondenza della quota della molla. D'altronde un ulteriore criterio si può ottenere dalla combinazione dei due descritti precedentemente: plasticizzazione o per raggiungimento dello spostamento limite o per raggiungimento della pressione passiva. Dal punto di vista strettamente numerico è chiaro che l'introduzione di criteri di plasticizzazione porta ad analisi di tipo non lineare (non linearità meccaniche). Questo comporta un aggravio computazionale non indifferente. L'entità di tale aggravio dipende poi dalla particolare tecnica adottata

	INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N.443/01 PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA, TRATTA RHO- GALLARATE PRG RHO					
	Relazione di calcolo Paratie provvisionali	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	16 di 61

per la soluzione. Nel caso di analisi elastica lineare il problema si risolve immediatamente con la soluzione del sistema fondamentale (K matrice di rigidezza, u vettore degli spostamenti nodali, p vettore dei carichi nodali)

$$Ku=p$$

Un sistema non lineare, invece, deve essere risolto mediante un'analisi al passo per tener conto della plasticizzazione delle molle. Quindi si procede per passi di carico, a partire da un carico iniziale p_0 , fino a raggiungere il carico totale p . Ogni volta che si incrementa il carico si controllano eventuali plasticizzazioni delle molle. Se si hanno nuove plasticizzazioni la matrice globale andrà riassembleta escludendo il contributo delle molle plasticizzate. Il procedimento descritto se fosse applicato in questo modo sarebbe particolarmente gravoso (la fase di decomposizione della matrice di rigidezza è particolarmente onerosa). Si ricorre pertanto a soluzioni più sofisticate che escludono il riassembleggio e la decomposizione della matrice, ma usano la matrice elastica iniziale (*metodo di Riks*).

Senza addentrarci troppo nei dettagli diremo che si tratta di un metodo di Newton-Raphson modificato e ottimizzato. L'analisi condotta secondo questa tecnica offre dei vantaggi immediati. Essa restituisce l'effettiva deformazione della paratia e le relative sollecitazioni; dà informazioni dettagliate circa la deformazione e la pressione sul terreno. Infatti la deformazione è direttamente leggibile, mentre la pressione sarà data dallo sforzo nella molla diviso per l'area di influenza della molla stessa. Sappiamo quindi quale è la zona di terreno effettivamente plasticizzato. Inoltre dalle deformazioni ci si può rendere conto di un possibile meccanismo di rottura del terreno.

8.7 Analisi per fasi di scavo

L'analisi della paratia per fasi di scavo consente di ottenere informazioni dettagliate sullo stato di sollecitazione e deformazione dell'opera durante la fase di realizzazione. In ogni fase lo stato di sollecitazione e di deformazione dipende dalla 'storia' dello scavo (soprattutto nel caso di paratie tirantate o vincolate).

Definite le varie altezze di scavo (in funzione della posizione di tiranti, vincoli, o altro) si procede per ogni fase al calcolo delle spinte inserendo gli elementi (tiranti, vincoli o carichi) attivi per quella fase, tenendo conto delle deformazioni dello stato precedente. Ad esempio, se sono presenti dei tiranti passivi si inserirà nell'analisi della fase la 'molla' che lo rappresenta. Indicando con u ed u_0 gli spostamenti nella fase attuale e nella fase precedente, con s ed s_0 gli sforzi nella fase attuale e nella fase precedente e con K la matrice di rigidezza della 'struttura' la relazione sforzi-deformazione è esprimibile nella forma

$$s=s_0+K(u-u_0)$$

In sostanza analizzare la paratia per fasi di scavo oppure 'direttamente' porta a risultati abbastanza diversi sia per quanto riguarda lo stato di deformazione e sollecitazione dell'opera sia per quanto riguarda il tiro dei tiranti.

	INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N.443/01 PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA, TRATTA RHO-GALLARATE PRG RHO					
	Relazione di calcolo Paratie provvisionali	COMMESSA MDL1	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO VI0400002	REV. A

8.8 Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso paratia+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a 1.10.

È usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento è supposta circolare.

In particolare il programma esamina, per un dato centro 3 cerchi differenti: un cerchio passante per la linea di fondo scavo, un cerchio passante per il piede della paratia ed un cerchio passante per il punto medio della parte interrata. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 6x6 posta in prossimità della sommità della paratia. Il numero di strisce è pari a 50.

Il coefficiente di sicurezza fornito da Fellenius si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i \left(\frac{c_i b_i}{\cos \alpha_i} + [W_i \cos \alpha_i - u_i l_i] \operatorname{tg} \phi_i \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove n è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i_{esima} rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i_{esima} e c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia.

Inoltre u_i ed l_i rappresentano la pressione neutra lungo la base della striscia e la lunghezza della base della striscia ($l_i = b_i / \cos \alpha_i$).

Quindi, assunto un cerchio di tentativo si suddivide in n strisce e dalla formula precedente si ricava η . Questo procedimento è eseguito per il numero di centri prefissato e è assunto come coefficiente di sicurezza della scarpata il minimo dei coefficienti così determinati.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N.443/01 PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA, TRATTA RHO- GALLARATE PRG RHO					
	Relazione di calcolo Paratie provvisionali	COMMESSA MDL1	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO VI0400002	REV. A

9 IMPOSTAZIONI DI PROGETTO

Spinte e verifiche secondo :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00

9.1 IMPOSTAZIONI DI ANALISI

Rottura del terreno: Pressione passiva

Influenza δ (angolo di attrito terreno-paratia): Nel calcolo del coefficiente di spinta attiva K_a e nell'inclinazione della spinta attiva (non viene considerato per la spinta passiva)



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

PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA, TRATTA RHO-
GALLARATE PRG RHO

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	19 di 61

Stabilità globale: Metodo di Fellenius

Impostazioni analisi sismica

Non sono state analizzate Combinazioni/Fasi sismiche.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N.443/01					
	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA, TRATTA RHO- GALLARATE PRG RHO					
Relazione di calcolo Paratie provvisionali	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	20 di 61

10 CONDIZIONI DI CARICO

Simbologia e convenzioni adottate

Le ascisse dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia

Le ordinate dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia

F_x Forza orizzontale espressa in [kN], positiva da monte verso valle

F_y Forza verticale espressa in [kN], positiva verso il basso

M Momento espresso in [kNm], positivo ribaltante

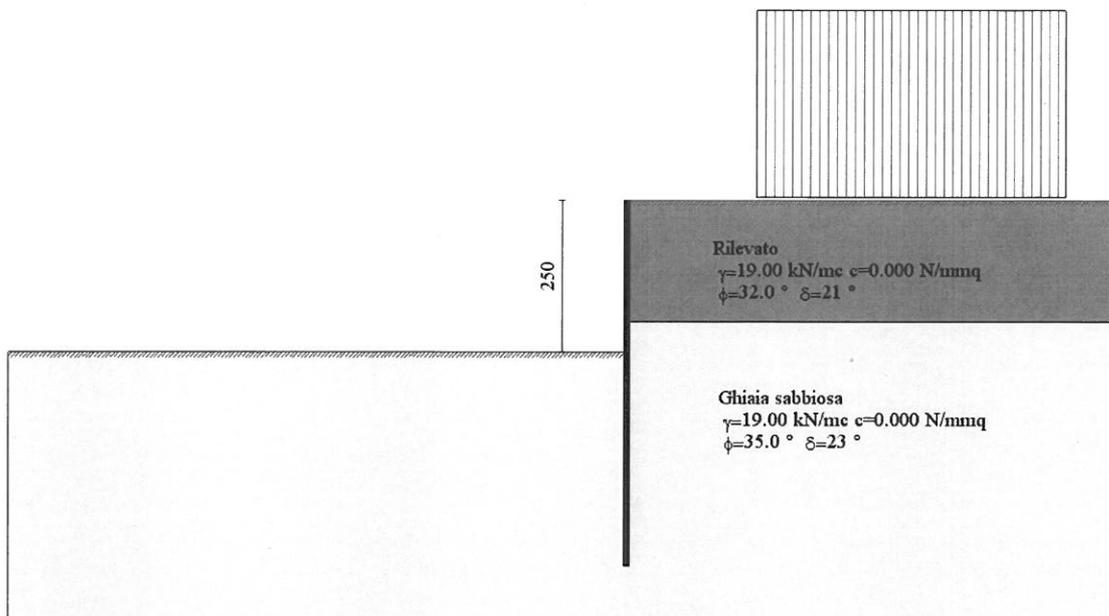
Q_i, Q_f Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kN/mq]

V_i, V_s Intensità dei carichi distribuiti sulla paratia espresse in [kN/mq], positivi da monte verso valle

R Risultante carico distribuito sulla paratia espressa in [kN]

Condizione n° 1

Carico distribuito sul profilo $X_i = 2.10$ $X_f = 7.10$ $Q_i = 20.00$ $Q_f = 20.00$



	<p>INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N.443/01</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA, TRATTA RHO-GALLARATE PRG RHO</p>												
<p>Relazione di calcolo Paratie provvisionali</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MDL1</td> <td>00</td> <td>D 26 CL</td> <td>VI0400002</td> <td>A</td> <td>21 di 61</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	21 di 61
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	21 di 61								

10.1 COMBINAZIONI DI CARICO

Nella tabella sono riportate le condizioni di carico di ogni combinazione con il relativo coefficiente di partecipazione.

Combinazione n° 1 [DA1 - A1M1]

Spinta terreno

Condizione 1 (traffico) x 1.00

Combinazione n° 2 [DA1- A2M2]

Spinta terreno

Condizione 1 (traffico) x 1.00

Combinazione n° 3

Spinta terreno

Condizione 1 (traffico) x 0.20

Combinazione n° 4

Spinta terreno

Condizione 1 (traffico) x 0.50

Combinazione n° 5

Spinta terreno

Condizione 1 (traffico) x 1.00



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

PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA, TRATTA RHO-
GALLARATE PRG RHO

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	22 di 61

11 ANALISI DELLA PARATIA

L'analisi è stata eseguita per combinazioni di carico

La paratia è analizzata con il metodo degli elementi finiti.

Essa è discretizzata in 40 elementi fuori terra e 80 elementi al di sotto della linea di fondo scavo.

Le molle che simulano il terreno hanno un comportamento elastoplastico: una volta raggiunta la pressione passiva non reagiscono ad ulteriori incremento di carico.

Altezza fuori terra della paratia	2.50	[m]
Profondità di infissione	3.50	[m]
Altezza totale della paratia	6.00	[m]

12 SOLLECITAZIONI MASSIME E MINIME PARATIA

Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
M	momento flettente massimo e minimo espresso in [kNm]
N	sfuerzo normale massimo e minimo espresso in [kN] (positivo di compressione)
T	taglio massimo e minimo espresso in [kN]

n°	Tipo	M	Y _M	T	Y _T	N	Y _N	
1	[A1-M1]	30.12	3.50	20.08	2.65	9.56	6.00	MAX
--	--	0.00	0.00	-17.99	4.70	0.00	0.00	MIN
2	[A2-M2]	41.10	3.90	24.01	2.85	9.56	6.00	MAX
--	--	0.00	6.00	-29.21	4.90	0.00	0.00	MIN
3	[SLEQ]	22.31	3.45	15.39	2.65	9.56	6.00	MAX
--	--	0.00	0.00	-13.11	4.65	0.00	0.00	MIN
4	[SLEF]	22.39	3.45	15.39	2.65	9.56	6.00	MAX
--	--	0.00	0.00	-13.18	4.65	0.00	0.00	MIN
5	[SLER]	22.93	3.50	15.40	2.65	9.56	6.00	MAX
--	--	0.00	6.00	-13.64	4.70	0.00	0.00	MIN

13 SPOSTAMENTI MASSIMI E MINIMI PARATIA

Simbologia adottata

n° Indice della combinazione/fase

Tipo Tipo della combinazione/fase

Y ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]

U spostamento orizzontale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso valle

V spostamento verticale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso il basso

n°	Tipo	U	Y _U	V	Y _V	
1	[A1-M1]	0.7395	0.00	0.0007	0.00	MAX
--	--	-0.1428	6.00	0.0000	0.00	MIN
2	[A2-M2]	1.5995	0.00	0.0007	0.00	MAX
--	--	-0.2800	6.00	0.0000	0.00	MIN
3	[SLEQ]	0.5253	0.00	0.0007	0.00	MAX
--	--	-0.1021	6.00	0.0000	0.00	MIN
4	[SLEF]	0.5305	0.00	0.0007	0.00	MAX
--	--	-0.1030	6.00	0.0000	0.00	MIN
5	[SLER]	0.5576	0.00	0.0007	0.00	MAX
--	--	-0.1078	6.00	0.0000	0.00	MIN

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N.443/01					
	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA, TRATTA RHO- GALLARATE PRG RHO					
Relazione di calcolo Paratie provvisionali	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	25 di 61

13.1 STABILITA' GLOBALE

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 100

Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
(X _C ; Y _C)	Coordinate centro cerchio superficie di scorrimento, espresse in [m]
R	Raggio cerchio superficie di scorrimento, espresso in [m]
(X _V ; Y _V)	Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a valle, espresse in [m]
(X _M ; Y _M)	Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a monte, espresse in [m]
FS	Coefficiente di sicurezza

n°	Tipo	(X _C , Y _C)	R	(X _V , Y _V)	(X _M , Y _M)	FS
2	[A2-M2]	(-0.60; 0.60)	6.63	(-6.47; -2.48)	(6.01; 0.00)	2.07

14 VERIFICA ARMATURA

Area della sezione	207.00	cmq
Inerzia della sezione	52240.00	cm ⁴
Modulo di resistenza	2540.00	cm ³
Fattore di taglio	1.20	

Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
M	momento flettente espresso in [kNm]
N	sforzo normale espresso in [kN] (positivo di compressione)
Mu	momento ultimo di riferimento espresso in [kNm]
Nu	sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)
T	taglio espresso in [kN]
Tr	taglio resistente espresso in [kN]
FS _T	fattore di sicurezza a taglio

n°	Tipo	Y	M	Mu	FS
1	[A1-M1]	3.50	21.52	665.00	22.08
2	[A2-M2]	3.90	29.36	665.00	16.18

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	27 di 61

Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
σ_f	tensione normale nell'armatura, espressa in [N/mm ²]
τ_f	tensione tangenziale nell'armatura, espresso in [N/mm ²]
σ_{id}	tensione ideale ($\sigma_{id} = (\sigma_f^2 + 3 \tau_f^2)^{0.5}$) nella sezione del tubolare, espressa in [N/mm ²]

n°	Tipo	σ_{fc}	Y(σ_{fc})	σ_{ft}	Y(σ_{ft})	σ_{id}	Y(σ_{id})	τ_f	Y(τ_f)
3	[SLEQ]	9.050	3.45	0.448	5.95	9.050	3.45	0.892	2.65
4	[SLEF]	9.082	3.45	0.448	5.95	9.082	3.45	0.892	2.65
5	[SLER]	9.296	3.50	0.448	5.95	9.296	3.50	0.893	2.65

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N.443/01 PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA, TRATTA RHO- GALLARATE PRG RHO					
	Relazione di calcolo Paratie provvisionali	COMMESSA MDL1	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO VI0400002	REV. A

15 ALLEGATI

Geometria paratia

Tipo paratia: Paratia in acciaio con parametri definiti a metro di paratia

Altezza fuori terra	2.50	[m]
Profondità di infissione	3.50	[m]
Altezza totale della paratia	6.00	[m]
Lunghezza paratia	5.00	[m]

Area per metro lineare di larghezza	207.00	[cmq]
Inerzia per metro lineare di larghezza	55240.00	[cm ⁴]
Modulo di resistenza per metro lineare di larghezza	2540.00	[cm ³]
Momento ultimo della sezione per metro lineare di larghezza	665.0000	[kNm]
Fattore di taglio	1.20	

Geometria profilo terreno

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa alla paratia, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

Profilo di monte

N	X	Y	A
2	1.01	0.00	0.00
3	8.00	0.00	0.00

Profilo di valle

N	X	Y	A
1	-10.00	-2.50	0.00
2	0.00	-2.50	0.00

Descrizione terreni

Simbologia adottata

n° numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia

Descrizione Descrizione del terreno

- peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
- _s peso di volume saturo del terreno espresso [kN/mc]
- angolo d'attrito interno del terreno espresso in [°]
- angolo d'attrito terreno/paratia espresso in [°]
- c coesione del terreno espressa in [N/mm²]

n°	Descrizione	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> _s	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	c
1	Ghiaia sabbiosa	19.0000	19.0000	35.00	23.31	0.0000
2	Rilevato	19.0000	19.0000	32.00	21.32	0.0000

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	29 di 61

Descrizione stratigrafia

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia
sp	spessore dello strato in corrispondenza dell'asse della paratia espresso in [m]
kw	costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
□	inclinazione dello strato espressa in GRADI(°)
Terreno	Terreno associato allo strato

n°	sp	□	kw	Terreno
1	2.00	0.00	0.38	Rilevato
2	5.00	0.00	1.99	Ghiaia sabbiosa

Caratteristiche materiali utilizzati

Tipo	Fe 430
Tensione di snervamento f_{yk}	274.6 [N/mm ²]

Caratteristiche acciaio cordoli in acciaio.

Tipo	Fe 430
Tensione di snervamento f_{yk}	274.6 [N/mm ²]

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni adottate

Le ascisse dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia	
Le ordinate dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia	
F_x	Forza orizzontale espressa in [kN], positiva da monte verso valle
F_y	Forza verticale espressa in [kN], positiva verso il basso
M	Momento espresso in [kNm], positivo ribaltante
Q_i, Q_f	Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kN/mq]
V_i, V_s	Intensità dei carichi distribuiti sulla paratia espresse in [kN/mq], positivi da monte verso valle
R	Risultante carico distribuito sulla paratia espressa in [kN]

Condizione n° 1

Carico distribuito sul profilo $X_i = 2.10$ $X_f = 7.10$ $Q_i = 20.00$ $Q_f = 20.00$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N.443/01					
	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA, TRATTA RHO- GALLARATE PRG RHO					
Relazione di calcolo Paratie provvisionali	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	30 di 61

Combinazioni di carico

Nella tabella sono riportate le condizioni di carico di ogni combinazione con il relativo coefficiente di partecipazione.

Combinazione n° 1 [DA1 - A1M1]

Spinta terreno

Condizione 1 (traffico) x 1.00

Combinazione n° 2 [DA1 - A2M2]

Spinta terreno

Condizione 1 (traffico) x 1.00

Combinazione n° 3

Spinta terreno

Condizione 1 (traffico) x 0.20

Combinazione n° 4

Spinta terreno

Condizione 1 (traffico) x 0.50

Combinazione n° 5

Spinta terreno

Condizione 1 (traffico) x 1.00

Impostazioni di progetto

Spinte e verifiche secondo :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto	A1	A2		
Permanenti	Favorevole	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Gfav	1.00 1.00
Permanenti	Sfavorevole	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Gsfav	1.30 1.00
Variabili	Favorevole	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Qfav	0.00 0.00
Variabili	Sfavorevole	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Qsfav	1.50 1.30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	M1	M2		
Tangente dell'angolo di attrito <input type="checkbox"/>	$\tan \square'$	1.00	1.25	
Coazione efficace <input type="checkbox"/>	c'	1.00	1.25	
Resistenza non drenata <input type="checkbox"/>	q_{cu}	1.00	1.40	
Resistenza a compressione uniassiale <input type="checkbox"/>	q_{qu}	1.00	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume <input type="checkbox"/>	\square	1.00	1.00	

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto	A1	A2		
Permanenti	Favorevole	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Gfav	1.00 1.00
Permanenti	Sfavorevole	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Gsfav	1.00 1.00
Variabili	Favorevole	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Qfav	0.00 0.00
Variabili	Sfavorevole	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Qsfav	1.00 1.00



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

PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA, TRATTA RHO-
GALLARATE PRG RHO

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	31 di 61

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	M1	M2		
Tangente dell'angolo di attrito \square_{\tan}	1.00	1.25		
Coesione efficace \square_c	1.00	1.25		
Resistenza non drenata \square_{cu}	1.00	1.40		
Resistenza a compressione uniassiale \square_{qu}	1.00	1.60		
Peso dell'unità di volume \square_ρ	1.00	1.00		

TIRANTI DI ANCORAGGIO

Coefficienti parziali \square_R per le verifiche dei tiranti

Resistenza Tiranti
Laterale \square_{st} 1.20

Coefficienti di riduzione \square per la determinazione della resistenza caratteristica dei tiranti.

Numero di verticali indagate 1 $\square_3=1.80$ $\square_4=1.80$

Verifica materiali : Stato Limite Ultimo

Impostazioni di analisi

Analisi per Combinazioni di Carico.

Rottura del terreno: Pressione passiva

Influenza \square (angolo di attrito terreno-paratia): Nel calcolo del coefficiente di spinta attiva K_a e nell'inclinazione della spinta attiva (non viene considerato per la spinta passiva)

Stabilità globale: Metodo di Fellenius



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

PROGETTO DEFINITIVO

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

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	32 di 61

Impostazioni analisi sismica

Non sono state analizzate Combinazioni/Fasi sismiche.

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	33 di 61

Analisi della spinta

Pressioni terreno

Simbologia adottata

Sono riportati i valori delle pressioni in corrispondenza delle sezioni di calcolo

Y ordinata rispetto alla testa della paratia espressa in [m] e positiva verso il basso.

Le pressioni sono tutte espresse in [N/mm²]

- _{am} sigma attiva da monte
- _{av} sigma attiva da valle
- _{pm} sigma passiva da monte
- _{p_v} sigma passiva da valle
- _a inclinazione spinta attiva espressa in [°]
- _p inclinazione spinta passiva espressa in [°]

Combinazione n° 1

n°	Y(m)	<input type="checkbox"/> _{am}	<input type="checkbox"/> _{av}	<input type="checkbox"/> _{pm}	<input type="checkbox"/> _{p_v}	<input type="checkbox"/> _a	<input type="checkbox"/> _p
1	0.00	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	21.3	0.0
2	0.10	0.00068	0.00000	0.00804	0.00000	21.3	0.0
3	0.20	0.00136	0.00000	0.01608	0.00000	21.3	0.0
4	0.30	0.00204	0.00000	0.02412	0.00000	21.3	0.0
5	0.40	0.00272	0.00000	0.03216	0.00000	21.3	0.0
6	0.50	0.00340	0.00000	0.04019	0.00000	21.3	0.0
7	0.60	0.00408	0.00000	0.04823	0.00000	21.3	0.0
8	0.70	0.00476	0.00000	0.05627	0.00000	21.3	0.0
9	0.80	0.00543	0.00000	0.06431	0.00000	21.3	0.0
10	0.90	0.00611	0.00000	0.07235	0.00000	21.3	0.0
11	1.00	0.00679	0.00000	0.08039	0.00000	21.3	0.0
12	1.10	0.00747	0.00000	0.08857	0.00000	21.3	0.0
13	1.20	0.00815	0.00000	0.09881	0.00000	21.3	0.0
14	1.30	0.00883	0.00000	0.11235	0.00000	21.3	0.0
15	1.40	0.00951	0.00000	0.12849	0.00000	21.3	0.0
16	1.50	0.01019	0.00000	0.14731	0.00000	21.3	0.0
17	1.60	0.01087	0.00000	0.16944	0.00000	21.3	0.0
18	1.70	0.01155	0.00000	0.19570	0.00000	21.3	0.0
19	1.80	0.01223	0.00000	0.22717	0.00000	21.3	0.0
20	1.90	0.01287	0.00000	0.26303	0.00000	21.3	0.0
21	1.98	0.01335	0.00000	0.29356	0.00000	21.3	0.0
22	2.00	0.01280	0.00000	0.33263	0.00000	21.3	0.0
23	2.02	0.01226	0.00000	0.36667	0.00000	23.3	0.0
24	2.10	0.01271	0.00000	0.36405	0.00000	23.3	0.0
25	2.20	0.01328	0.00000	0.35064	0.00000	23.3	0.0
26	2.30	0.01389	0.00000	0.34645	0.00000	23.3	0.0
27	2.40	0.01449	0.00000	0.34771	0.00000	23.3	0.0
28	2.50	0.01509	0.00000	0.35164	0.00000	23.3	0.0
29	2.60	0.01618	0.00060	0.35711	0.00911	23.3	0.0
30	2.70	0.01946	0.00121	0.36354	0.01823	23.3	0.0
31	2.80	0.02233	0.00181	0.37060	0.02734	23.3	0.0
32	2.90	0.02309	0.00241	0.37811	0.03646	23.3	0.0
33	3.00	0.02384	0.00302	0.38594	0.04557	23.3	0.0
34	3.10	0.02457	0.00362	0.39400	0.05469	23.3	0.0
35	3.20	0.02530	0.00423	0.40262	0.06380	23.3	0.0
36	3.30	0.02601	0.00483	0.41528	0.07292	23.3	0.0
37	3.40	0.02671	0.00543	0.42756	0.08203	23.3	0.0
38	3.50	0.02741	0.00604	0.42652	0.09115	23.3	0.0
39	3.60	0.02809	0.00664	0.38665	0.10026	23.3	0.0
40	3.70	0.02878	0.00724	0.35617	0.10938	23.3	0.0
41	3.80	0.02945	0.00785	0.36463	0.11849	23.3	0.0
42	3.90	0.03012	0.00845	0.37313	0.12761	23.3	0.0
43	4.00	0.03079	0.00906	0.38167	0.13672	23.3	0.0



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

PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA, TRATTA RHO-
GALLARATE PRG RHO

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	34 di 61

44	4.10	0.03145	0.00966	0.39025	0.14584	23.3	0.0
45	4.20	0.03210	0.01026	0.39887	0.15495	23.3	0.0
46	4.30	0.03276	0.01087	0.40752	0.16407	23.3	0.0
47	4.40	0.03341	0.01147	0.41620	0.17318	23.3	0.0
48	4.50	0.03405	0.01207	0.42490	0.18229	23.3	0.0
49	4.60	0.03470	0.01268	0.43364	0.19141	23.3	0.0
50	4.70	0.03534	0.01328	0.44239	0.20052	23.3	0.0
51	4.80	0.03597	0.01388	0.45117	0.20964	23.3	0.0
52	4.90	0.03661	0.01449	0.45996	0.21875	23.3	0.0
53	5.00	0.03708	0.01509	0.46878	0.22787	23.3	0.0
54	5.10	0.03754	0.01570	0.47574	0.23698	23.3	0.0
55	5.20	0.03815	0.01630	0.48192	0.24610	23.3	0.0
56	5.30	0.03878	0.01690	0.48996	0.25521	23.3	0.0
57	5.40	0.03941	0.01751	0.49878	0.26433	23.3	0.0
58	5.50	0.04003	0.01811	0.50762	0.27344	23.3	0.0
59	5.60	0.04066	0.01871	0.51648	0.28256	23.3	0.0
60	5.70	0.04128	0.01932	0.52535	0.29167	23.3	0.0
61	5.80	0.04191	0.01992	0.53423	0.30079	23.3	0.0
62	5.90	0.04253	0.02053	0.54312	0.30990	23.3	0.0
63	6.00	0.04315	0.02113	0.55203	0.31902	23.3	0.0

Combinazione n° 2

n°	Y(m)	□ _{am}	□ _{av}	□ _{pm}	□ _{pv}	□ _a	□ _p
1	0.00	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	17.3	0.0
2	0.10	0.00065	0.00000	0.00497	0.00000	17.3	0.0
3	0.20	0.00129	0.00000	0.00995	0.00000	17.3	0.0
4	0.30	0.00194	0.00000	0.01492	0.00000	17.3	0.0
5	0.40	0.00258	0.00000	0.01989	0.00000	17.3	0.0
6	0.50	0.00323	0.00000	0.02487	0.00000	17.3	0.0
7	0.60	0.00388	0.00000	0.02984	0.00000	17.3	0.0
8	0.70	0.00452	0.00000	0.03481	0.00000	17.3	0.0
9	0.80	0.00517	0.00000	0.03979	0.00000	17.3	0.0
10	0.90	0.00582	0.00000	0.04476	0.00000	17.3	0.0
11	1.00	0.00646	0.00000	0.04973	0.00000	17.3	0.0
12	1.10	0.00711	0.00000	0.05471	0.00000	17.3	0.0
13	1.20	0.00775	0.00000	0.05968	0.00000	17.3	0.0
14	1.30	0.00840	0.00000	0.06530	0.00000	17.3	0.0
15	1.40	0.00905	0.00000	0.07245	0.00000	17.3	0.0
16	1.50	0.00969	0.00000	0.08093	0.00000	17.3	0.0
17	1.60	0.01034	0.00000	0.09042	0.00000	17.3	0.0
18	1.70	0.01098	0.00000	0.10107	0.00000	17.3	0.0
19	1.80	0.01163	0.00000	0.11307	0.00000	17.3	0.0
20	1.90	0.01224	0.00000	0.12590	0.00000	17.3	0.0
21	1.98	0.01270	0.00000	0.13628	0.00000	17.3	0.0
22	2.00	0.01225	0.00000	0.15006	0.00000	17.3	0.0
23	2.02	0.01182	0.00000	0.16524	0.00000	19.0	0.0
24	2.10	0.01366	0.00000	0.18134	0.00000	19.0	0.0
25	2.20	0.01676	0.00000	0.20629	0.00000	19.0	0.0
26	2.30	0.01860	0.00000	0.23714	0.00000	19.0	0.0
27	2.40	0.01940	0.00000	0.25520	0.00000	19.0	0.0
28	2.50	0.02019	0.00000	0.25186	0.00000	19.0	0.0
29	2.60	0.02095	0.00058	0.24565	0.00553	19.0	0.0
30	2.70	0.02170	0.00116	0.24418	0.01106	19.0	0.0
31	2.80	0.02244	0.00175	0.24507	0.01660	19.0	0.0
32	2.90	0.02316	0.00233	0.24732	0.02213	19.0	0.0
33	3.00	0.02387	0.00291	0.25041	0.02766	19.0	0.0
34	3.10	0.02457	0.00349	0.25408	0.03319	19.0	0.0
35	3.20	0.02526	0.00407	0.25814	0.03873	19.0	0.0
36	3.30	0.02594	0.00466	0.26249	0.04426	19.0	0.0
37	3.40	0.02661	0.00524	0.26706	0.04979	19.0	0.0
38	3.50	0.02728	0.00582	0.27365	0.05532	19.0	0.0



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

PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA, TRATTA RHO-
GALLARATE PRG RHO

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	35 di 61

39	3.60	0.02794	0.00640	0.28115	0.06085	19.0	0.0
40	3.70	0.02859	0.00698	0.28679	0.06639	19.0	0.0
41	3.80	0.02924	0.00757	0.29166	0.07192	19.0	0.0
42	3.90	0.02989	0.00815	0.28142	0.07745	19.0	0.0
43	4.00	0.03053	0.00873	0.25325	0.08298	19.0	0.0
44	4.10	0.03116	0.00931	0.24030	0.08852	19.0	0.0
45	4.20	0.03180	0.00990	0.24540	0.09405	19.0	0.0
46	4.30	0.03243	0.01048	0.25053	0.09958	19.0	0.0
47	4.40	0.03305	0.01106	0.25567	0.10511	19.0	0.0
48	4.50	0.03359	0.01164	0.26084	0.11064	19.0	0.0
49	4.60	0.03405	0.01222	0.26603	0.11618	19.0	0.0
50	4.70	0.03458	0.01281	0.27123	0.12171	19.0	0.0
51	4.80	0.03520	0.01339	0.27646	0.12724	19.0	0.0
52	4.90	0.03582	0.01397	0.28170	0.13277	19.0	0.0
53	5.00	0.03643	0.01455	0.28695	0.13831	19.0	0.0
54	5.10	0.03704	0.01513	0.29222	0.14384	19.0	0.0
55	5.20	0.03765	0.01572	0.29751	0.14937	19.0	0.0
56	5.30	0.03826	0.01630	0.30216	0.15490	19.0	0.0
57	5.40	0.03886	0.01688	0.30599	0.16043	19.0	0.0
58	5.50	0.03947	0.01746	0.31047	0.16597	19.0	0.0
59	5.60	0.04007	0.01804	0.31577	0.17150	19.0	0.0
60	5.70	0.04067	0.01863	0.32108	0.17703	19.0	0.0
61	5.80	0.04127	0.01921	0.32640	0.18256	19.0	0.0
62	5.90	0.04187	0.01979	0.33173	0.18810	19.0	0.0
63	6.00	0.04247	0.02037	0.33707	0.19363	19.0	0.0

Combinazione n° 3

n°	Y(m)	□ _{am}	□ _{av}	□ _{pm}	□ _{pv}	□ _a	□ _p
1	0.00	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	21.3	0.0
2	0.10	0.00052	0.00000	0.00618	0.00000	21.3	0.0
3	0.20	0.00105	0.00000	0.01237	0.00000	21.3	0.0
4	0.30	0.00157	0.00000	0.01855	0.00000	21.3	0.0
5	0.40	0.00209	0.00000	0.02473	0.00000	21.3	0.0
6	0.50	0.00261	0.00000	0.03092	0.00000	21.3	0.0
7	0.60	0.00314	0.00000	0.03710	0.00000	21.3	0.0
8	0.70	0.00366	0.00000	0.04329	0.00000	21.3	0.0
9	0.80	0.00418	0.00000	0.04947	0.00000	21.3	0.0
10	0.90	0.00470	0.00000	0.05565	0.00000	21.3	0.0
11	1.00	0.00523	0.00000	0.06184	0.00000	21.3	0.0
12	1.10	0.00575	0.00000	0.06813	0.00000	21.3	0.0
13	1.20	0.00627	0.00000	0.07601	0.00000	21.3	0.0
14	1.30	0.00679	0.00000	0.08642	0.00000	21.3	0.0
15	1.40	0.00732	0.00000	0.09835	0.00000	21.3	0.0
16	1.50	0.00784	0.00000	0.10791	0.00000	21.3	0.0
17	1.60	0.00836	0.00000	0.11410	0.00000	21.3	0.0
18	1.70	0.00888	0.00000	0.11983	0.00000	21.3	0.0
19	1.80	0.00941	0.00000	0.12569	0.00000	21.3	0.0
20	1.90	0.00990	0.00000	0.13133	0.00000	21.3	0.0
21	1.98	0.01027	0.00000	0.13552	0.00000	21.3	0.0
22	2.00	0.00984	0.00000	0.14646	0.00000	21.3	0.0
23	2.02	0.00943	0.00000	0.15761	0.00000	23.3	0.0
24	2.10	0.00978	0.00000	0.16237	0.00000	23.3	0.0
25	2.20	0.01022	0.00000	0.16887	0.00000	23.3	0.0
26	2.30	0.01068	0.00000	0.17575	0.00000	23.3	0.0
27	2.40	0.01115	0.00000	0.18266	0.00000	23.3	0.0
28	2.50	0.01161	0.00000	0.18959	0.00000	23.3	0.0
29	2.60	0.01207	0.00046	0.19654	0.00701	23.3	0.0
30	2.70	0.01254	0.00093	0.20350	0.01402	23.3	0.0
31	2.80	0.01300	0.00139	0.21047	0.02103	23.3	0.0
32	2.90	0.01347	0.00186	0.21745	0.02805	23.3	0.0
33	3.00	0.01393	0.00232	0.22443	0.03506	23.3	0.0



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

PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA, TRATTA RHO-
GALLARATE PRG RHO

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	36 di 61

34	3.10	0.01443	0.00279	0.23171	0.04207	23.3	0.0
35	3.20	0.01536	0.00325	0.23917	0.04908	23.3	0.0
36	3.30	0.01627	0.00372	0.24634	0.05609	23.3	0.0
37	3.40	0.01674	0.00418	0.25333	0.06310	23.3	0.0
38	3.50	0.01721	0.00464	0.26033	0.07011	23.3	0.0
39	3.60	0.01768	0.00511	0.26732	0.07712	23.3	0.0
40	3.70	0.01815	0.00557	0.27175	0.08414	23.3	0.0
41	3.80	0.01862	0.00604	0.27200	0.09115	23.3	0.0
42	3.90	0.01909	0.00650	0.27479	0.09816	23.3	0.0
43	4.00	0.01955	0.00697	0.28177	0.10517	23.3	0.0
44	4.10	0.02002	0.00743	0.28875	0.11218	23.3	0.0
45	4.20	0.02049	0.00789	0.29574	0.11919	23.3	0.0
46	4.30	0.02096	0.00836	0.30272	0.12620	23.3	0.0
47	4.40	0.02142	0.00882	0.30971	0.13322	23.3	0.0
48	4.50	0.02189	0.00929	0.31671	0.14023	23.3	0.0
49	4.60	0.02236	0.00975	0.32370	0.14724	23.3	0.0
50	4.70	0.02282	0.01022	0.33069	0.15425	23.3	0.0
51	4.80	0.02329	0.01068	0.33769	0.16126	23.3	0.0
52	4.90	0.02375	0.01115	0.34469	0.16827	23.3	0.0
53	5.00	0.02422	0.01161	0.35168	0.17528	23.3	0.0
54	5.10	0.02469	0.01207	0.35868	0.18229	23.3	0.0
55	5.20	0.02515	0.01254	0.36568	0.18931	23.3	0.0
56	5.30	0.02561	0.01300	0.37268	0.19632	23.3	0.0
57	5.40	0.02605	0.01347	0.37969	0.20333	23.3	0.0
58	5.50	0.02650	0.01393	0.38665	0.21034	23.3	0.0
59	5.60	0.02697	0.01440	0.39322	0.21735	23.3	0.0
60	5.70	0.02743	0.01486	0.39984	0.22436	23.3	0.0
61	5.80	0.02790	0.01532	0.40684	0.23137	23.3	0.0
62	5.90	0.02836	0.01579	0.41384	0.23839	23.3	0.0
63	6.00	0.02883	0.01625	0.42084	0.24540	23.3	0.0

Combinazione n° 4

n°	Y(m)	□ _{am}	□ _{av}	□ _{pm}	□ _{pv}	□ _a	□ _p
1	0.00	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	21.3	0.0
2	0.10	0.00052	0.00000	0.00618	0.00000	21.3	0.0
3	0.20	0.00105	0.00000	0.01237	0.00000	21.3	0.0
4	0.30	0.00157	0.00000	0.01855	0.00000	21.3	0.0
5	0.40	0.00209	0.00000	0.02473	0.00000	21.3	0.0
6	0.50	0.00261	0.00000	0.03092	0.00000	21.3	0.0
7	0.60	0.00314	0.00000	0.03710	0.00000	21.3	0.0
8	0.70	0.00366	0.00000	0.04329	0.00000	21.3	0.0
9	0.80	0.00418	0.00000	0.04947	0.00000	21.3	0.0
10	0.90	0.00470	0.00000	0.05565	0.00000	21.3	0.0
11	1.00	0.00523	0.00000	0.06184	0.00000	21.3	0.0
12	1.10	0.00575	0.00000	0.06813	0.00000	21.3	0.0
13	1.20	0.00627	0.00000	0.07601	0.00000	21.3	0.0
14	1.30	0.00679	0.00000	0.08642	0.00000	21.3	0.0
15	1.40	0.00732	0.00000	0.09884	0.00000	21.3	0.0
16	1.50	0.00784	0.00000	0.11331	0.00000	21.3	0.0
17	1.60	0.00836	0.00000	0.13033	0.00000	21.3	0.0
18	1.70	0.00888	0.00000	0.14675	0.00000	21.3	0.0
19	1.80	0.00941	0.00000	0.15541	0.00000	21.3	0.0
20	1.90	0.00990	0.00000	0.15857	0.00000	21.3	0.0
21	1.98	0.01027	0.00000	0.16140	0.00000	21.3	0.0
22	2.00	0.00984	0.00000	0.17307	0.00000	21.3	0.0
23	2.02	0.00943	0.00000	0.18487	0.00000	23.3	0.0
24	2.10	0.00978	0.00000	0.18853	0.00000	23.3	0.0
25	2.20	0.01022	0.00000	0.19390	0.00000	23.3	0.0
26	2.30	0.01068	0.00000	0.19993	0.00000	23.3	0.0
27	2.40	0.01115	0.00000	0.20623	0.00000	23.3	0.0
28	2.50	0.01161	0.00000	0.21270	0.00000	23.3	0.0



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

PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA, TRATTA RHO-
GALLARATE PRG RHO

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	37 di 61

29	2.60	0.01207	0.00046	0.21930	0.00701	23.3	0.0
30	2.70	0.01254	0.00093	0.22598	0.01402	23.3	0.0
31	2.80	0.01300	0.00139	0.23272	0.02103	23.3	0.0
32	2.90	0.01347	0.00186	0.23952	0.02805	23.3	0.0
33	3.00	0.01499	0.00232	0.24635	0.03506	23.3	0.0
34	3.10	0.01653	0.00279	0.25325	0.04207	23.3	0.0
35	3.20	0.01703	0.00325	0.26140	0.04908	23.3	0.0
36	3.30	0.01752	0.00372	0.26951	0.05609	23.3	0.0
37	3.40	0.01801	0.00418	0.27639	0.06310	23.3	0.0
38	3.50	0.01850	0.00464	0.28329	0.07011	23.3	0.0
39	3.60	0.01899	0.00511	0.28888	0.07712	23.3	0.0
40	3.70	0.01947	0.00557	0.27935	0.08414	23.3	0.0
41	3.80	0.01995	0.00604	0.27111	0.09115	23.3	0.0
42	3.90	0.02043	0.00650	0.27796	0.09816	23.3	0.0
43	4.00	0.02091	0.00697	0.28483	0.10517	23.3	0.0
44	4.10	0.02139	0.00743	0.29171	0.11218	23.3	0.0
45	4.20	0.02187	0.00789	0.29860	0.11919	23.3	0.0
46	4.30	0.02234	0.00836	0.30550	0.12620	23.3	0.0
47	4.40	0.02282	0.00882	0.31241	0.13322	23.3	0.0
48	4.50	0.02329	0.00929	0.31932	0.14023	23.3	0.0
49	4.60	0.02377	0.00975	0.32625	0.14724	23.3	0.0
50	4.70	0.02424	0.01022	0.33318	0.15425	23.3	0.0
51	4.80	0.02471	0.01068	0.34011	0.16126	23.3	0.0
52	4.90	0.02518	0.01115	0.34705	0.16827	23.3	0.0
53	5.00	0.02566	0.01161	0.35400	0.17528	23.3	0.0
54	5.10	0.02613	0.01207	0.36095	0.18229	23.3	0.0
55	5.20	0.02656	0.01254	0.36790	0.18931	23.3	0.0
56	5.30	0.02697	0.01300	0.37486	0.19632	23.3	0.0
57	5.40	0.02742	0.01347	0.38120	0.20333	23.3	0.0
58	5.50	0.02789	0.01393	0.38716	0.21034	23.3	0.0
59	5.60	0.02836	0.01440	0.39375	0.21735	23.3	0.0
60	5.70	0.02882	0.01486	0.40071	0.22436	23.3	0.0
61	5.80	0.02929	0.01532	0.40767	0.23137	23.3	0.0
62	5.90	0.02976	0.01579	0.41463	0.23839	23.3	0.0
63	6.00	0.03023	0.01625	0.42160	0.24540	23.3	0.0

Combinazione n° 5

n°	Y(m)	□ _{am}	□ _{av}	□ _{pm}	□ _{pv}	□ _a	□ _p
1	0.00	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	21.3	0.0
2	0.10	0.00052	0.00000	0.00618	0.00000	21.3	0.0
3	0.20	0.00105	0.00000	0.01237	0.00000	21.3	0.0
4	0.30	0.00157	0.00000	0.01855	0.00000	21.3	0.0
5	0.40	0.00209	0.00000	0.02473	0.00000	21.3	0.0
6	0.50	0.00261	0.00000	0.03092	0.00000	21.3	0.0
7	0.60	0.00314	0.00000	0.03710	0.00000	21.3	0.0
8	0.70	0.00366	0.00000	0.04329	0.00000	21.3	0.0
9	0.80	0.00418	0.00000	0.04947	0.00000	21.3	0.0
10	0.90	0.00470	0.00000	0.05565	0.00000	21.3	0.0
11	1.00	0.00523	0.00000	0.06184	0.00000	21.3	0.0
12	1.10	0.00575	0.00000	0.06813	0.00000	21.3	0.0
13	1.20	0.00627	0.00000	0.07601	0.00000	21.3	0.0
14	1.30	0.00679	0.00000	0.08642	0.00000	21.3	0.0
15	1.40	0.00732	0.00000	0.09884	0.00000	21.3	0.0
16	1.50	0.00784	0.00000	0.11332	0.00000	21.3	0.0
17	1.60	0.00836	0.00000	0.13034	0.00000	21.3	0.0
18	1.70	0.00888	0.00000	0.15054	0.00000	21.3	0.0
19	1.80	0.00941	0.00000	0.17475	0.00000	21.3	0.0
20	1.90	0.00990	0.00000	0.20233	0.00000	21.3	0.0
21	1.98	0.01027	0.00000	0.22530	0.00000	21.3	0.0
22	2.00	0.00984	0.00000	0.24856	0.00000	21.3	0.0
23	2.02	0.00943	0.00000	0.25894	0.00000	23.3	0.0



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

PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA, TRATTA RHO-
GALLARATE PRG RHO

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	38 di 61

24	2.10	0.00978	0.00000	0.25147	0.00000	23.3	0.0
25	2.20	0.01022	0.00000	0.24785	0.00000	23.3	0.0
26	2.30	0.01068	0.00000	0.24857	0.00000	23.3	0.0
27	2.40	0.01115	0.00000	0.25159	0.00000	23.3	0.0
28	2.50	0.01161	0.00000	0.25587	0.00000	23.3	0.0
29	2.60	0.01207	0.00046	0.26091	0.00701	23.3	0.0
30	2.70	0.01353	0.00093	0.26643	0.01402	23.3	0.0
31	2.80	0.01586	0.00139	0.27229	0.02103	23.3	0.0
32	2.90	0.01725	0.00186	0.27839	0.02805	23.3	0.0
33	3.00	0.01781	0.00232	0.28467	0.03506	23.3	0.0
34	3.10	0.01836	0.00279	0.29108	0.04207	23.3	0.0
35	3.20	0.01890	0.00325	0.29838	0.04908	23.3	0.0
36	3.30	0.01943	0.00372	0.30773	0.05609	23.3	0.0
37	3.40	0.01996	0.00418	0.31628	0.06310	23.3	0.0
38	3.50	0.02049	0.00464	0.32286	0.07011	23.3	0.0
39	3.60	0.02101	0.00511	0.29809	0.07712	23.3	0.0
40	3.70	0.02152	0.00557	0.27242	0.08414	23.3	0.0
41	3.80	0.02203	0.00604	0.27813	0.09115	23.3	0.0
42	3.90	0.02254	0.00650	0.28475	0.09816	23.3	0.0
43	4.00	0.02304	0.00697	0.29139	0.10517	23.3	0.0
44	4.10	0.02354	0.00743	0.29805	0.11218	23.3	0.0
45	4.20	0.02404	0.00789	0.30474	0.11919	23.3	0.0
46	4.30	0.02454	0.00836	0.31146	0.12620	23.3	0.0
47	4.40	0.02503	0.00882	0.31819	0.13322	23.3	0.0
48	4.50	0.02552	0.00929	0.32494	0.14023	23.3	0.0
49	4.60	0.02601	0.00975	0.33170	0.14724	23.3	0.0
50	4.70	0.02650	0.01022	0.33849	0.15425	23.3	0.0
51	4.80	0.02699	0.01068	0.34528	0.16126	23.3	0.0
52	4.90	0.02747	0.01115	0.35209	0.16827	23.3	0.0
53	5.00	0.02790	0.01161	0.35892	0.17528	23.3	0.0
54	5.10	0.02826	0.01207	0.36572	0.18229	23.3	0.0
55	5.20	0.02868	0.01254	0.37075	0.18931	23.3	0.0
56	5.30	0.02916	0.01300	0.37580	0.19632	23.3	0.0
57	5.40	0.02964	0.01347	0.38263	0.20333	23.3	0.0
58	5.50	0.03012	0.01393	0.38947	0.21034	23.3	0.0
59	5.60	0.03060	0.01440	0.39632	0.21735	23.3	0.0
60	5.70	0.03107	0.01486	0.40318	0.22436	23.3	0.0
61	5.80	0.03155	0.01532	0.41004	0.23137	23.3	0.0
62	5.90	0.03203	0.01579	0.41691	0.23839	23.3	0.0
63	6.00	0.03250	0.01625	0.42379	0.24540	23.3	0.0

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	39 di 61

Analisi della paratia

L'analisi è stata eseguita per combinazioni di carico

La paratia è analizzata con il metodo degli elementi finiti.

Essa è discretizzata in 50 elementi fuori terra e 70 elementi al di sotto della linea di fondo scavo.

Le molle che simulano il terreno hanno un comportamento elastoplastico: una volta raggiunta la pressione passiva non reagiscono ad ulteriori incrementi di carico.

Altezza fuori terra della paratia	2.50	[m]
Profondità di infissione	3.50	[m]
Altezza totale della paratia	6.00	[m]

Forze agenti sulla paratia

Tutte le forze si intendono positive se dirette da monte verso valle. Esse sono riferite ad un metro di larghezza della paratia. Le Y hanno come origine la testa della paratia, e sono espresse in [m]

Simbologia adottata

n°	Indice della Combinazione/Fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Pa	Spinta attiva, espressa in [kN]
Is	Incremento sismico della spinta, espressa in [kN]
Pw	Spinta della falda, espressa in [kN]
Pp	Resistenza passiva, espressa in [kN]
Pc	Controspinta, espressa in [kN]

n°	Tipo	Pa	Y _{Pa}	Is	Y _{Is}	Pw	Y _{Pw}	Pp	Y _{Pp}	Pc	Y _{Pc}
1	[A1-M1]	20.08	1.69	--	--	--	--	-38.08	3.53	17.99	5.57
2	[A2-M2]	24.01	1.85	--	--	--	--	-53.22	3.93	29.21	5.64
3	[SLEQ]	15.39	1.69	--	--	--	--	-28.50	3.47	13.11	5.56
4	[SLEF]	15.39	1.69	--	--	--	--	-28.57	3.48	13.18	5.56
5	[SLER]	15.40	1.69	--	--	--	--	-29.05	3.51	13.64	5.57

Simbologia adottata

n°	Indice della Combinazione/Fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Rc	Risultante carichi esterni applicati, espressa in [kN]
Rt	Risultante delle reazioni dei tiranti (componente orizzontale), espressa in [kN]
Rv	Risultante delle reazioni dei vincoli, espressa in [kN]
Rp	Risultante delle reazioni dei puntoni, espressa in [kN]

n°	Tipo	Rc	Y _{Rc}	Rt	Y _{Rt}	Rv	Y _{Rv}	Rp	Y _{Rp}
1	[A1-M1]	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2	[A2-M2]	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
3	[SLEQ]	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
4	[SLEF]	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
5	[SLER]	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--

Simbologia adottata

n°	Indice della Combinazione/Fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
P _{NUL}	Punto di nullo del diagramma, espresso in [m]
P _{INV}	Punto di inversione del diagramma, espresso in [m]
C _{ROT}	Punto Centro di rotazione, espresso in [m]



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

PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA, TRATTA RHO-
GALLARATE PRG RHO

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	40 di 61

MP Percentuale molle plasticizzate, espressa in [%]

R/R_{MAX} Rapporto tra lo sforzo reale nelle molle e lo sforzo che le molle sarebbero in grado di esplicare, espresso in [%]

1	[A1-M1]	2.69	3.20	4.72	19.72	7.15
2	[A2-M2]	2.90	3.95	4.93	42.25	19.79
3	[SLEQ]	2.66	3.10	4.70	18.31	6.79
4	[SLEF]	2.66	3.15	4.70	18.31	6.81
5	[SLER]	2.67	3.20	4.71	19.72	7.08

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	41 di 61

Pressioni orizzontali agenti sulla paratia

Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione espressa in [m]
P	pressione sulla paratia espressa in [N/mm ²] positiva da monte verso valle

Combinazione n° 1

N°	Y	P
1	0.00	0.0000
2	0.05	0.3164
3	0.10	0.6328
4	0.15	0.9492
5	0.20	1.2657
6	0.25	1.5821
7	0.30	1.8985
8	0.35	2.2149
9	0.40	2.5313
10	0.45	2.8477
11	0.50	3.1641
12	0.55	3.4805
13	0.60	3.7970
14	0.65	4.1134
15	0.70	4.4298
16	0.75	4.7462
17	0.80	5.0626
18	0.85	5.3790
19	0.90	5.6954
20	0.95	6.0119
21	1.00	6.3283
22	1.05	6.6447
23	1.10	6.9611
24	1.15	7.2775
25	1.20	7.5939
26	1.25	7.9103
27	1.30	8.2267
28	1.35	8.5432
29	1.40	8.8596
30	1.45	9.1760
31	1.50	9.4924
32	1.55	9.8088
33	1.60	10.1252
34	1.65	10.4416
35	1.70	10.7580
36	1.75	11.0745
37	1.80	11.3909
38	1.85	11.7073
39	1.90	12.0237
40	1.95	12.3401
41	2.00	12.6565
42	2.05	12.9729
43	2.10	13.2893
44	2.15	13.6057
45	2.20	13.9221
46	2.25	14.2385
47	2.30	14.5549
48	2.35	14.8713
49	2.40	15.1877
50	2.45	15.5041

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	42 di 61

51	2.50	13.8618
52	2.55	9.8046
53	2.60	5.7475
5	2.70	-0.3582
6	2.75	-3.5956
7	2.80	-6.8330
8	2.85	-11.0412
9	2.90	-15.2494
10	2.95	-19.4642
11	3.00	-23.6790
12	3.05	-27.8991
13	3.10	-32.1193
14	3.15	-36.3452
15	3.20	-38.9487
16	3.25	-37.4905
17	3.30	-36.0447
18	3.35	-34.6115
19	3.40	-33.1911
20	3.45	-31.7836
21	3.50	-30.3889
22	3.55	-29.0071
23	3.60	-27.6382
24	3.65	-26.2821
25	3.70	-24.9388
26	3.75	-23.6081
27	3.80	-22.2900
28	3.85	-20.9841
29	3.90	-19.6905
30	3.95	-18.4088
31	4.00	-17.1388
32	4.05	-15.8803
33	4.10	-14.6331
34	4.15	-13.3968
35	4.20	-12.1711
36	4.25	-10.9558
37	4.30	-9.7504
38	4.35	-8.5548
39	4.40	-7.3684
40	4.45	-6.1911
41	4.50	-5.0223
42	4.55	-3.8618
43	4.60	-2.7091
44	4.65	-1.5639
45	4.70	-0.4259
46	4.75	0.7055
47	4.80	1.8306
48	4.85	2.9497
49	4.90	4.0633
50	4.95	5.1716
51	5.00	6.2752
52	5.05	7.3744
53	5.10	8.4694
54	5.15	9.5608
55	5.20	10.6487
56	5.25	11.7337
57	5.30	12.8159
58	5.35	13.8957
59	5.40	14.9735
60	5.45	16.0494
61	5.50	17.1237
62	5.55	18.1968
63	5.60	19.2687
64	5.65	20.3399



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

PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA, TRATTA RHO-
GALLARATE PRG RHO

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	43 di 61

65	5.70	21.4103
66	5.75	22.4802
67	5.80	23.5498
68	5.85	24.6192
69	5.90	25.6884
70	5.95	26.7576
71	6.00	27.8267

Combinazione n° 2

N°	Y	P
1	0.00	0.0000
2	0.05	0.3084
3	0.10	0.6168
4	0.15	0.9252
5	0.20	1.2335
6	0.25	1.5419
7	0.30	1.8503
8	0.35	2.1587
9	0.40	2.4671
10	0.45	2.7755
11	0.50	3.0839
12	0.55	3.3922
13	0.60	3.7006
14	0.65	4.0090
15	0.70	4.3174
16	0.75	4.6258
17	0.80	4.9342
18	0.85	5.2426
19	0.90	5.5509
20	0.95	5.8593
21	1.00	6.1677
22	1.05	6.4761
23	1.10	6.7845
24	1.15	7.0929
25	1.20	7.4013
26	1.25	7.7097
27	1.30	8.0180
28	1.35	8.3264
29	1.40	8.6348
30	1.45	8.9432
31	1.50	9.2516
32	1.55	9.5600
33	1.60	9.8684
34	1.65	10.1767
35	1.70	10.4851
36	1.75	10.7935
37	1.80	11.1019
38	1.85	11.3949
39	1.90	11.6878
40	1.95	11.9577
41	2.00	11.6947
42	2.05	11.8252
43	2.10	12.9122
44	2.15	14.3766
45	2.20	15.8410
46	2.25	16.7110
47	2.30	17.5810
48	2.35	17.9622
49	2.40	18.3434
50	2.45	18.7143
51	2.50	19.0851
52	2.55	16.6810

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	44 di 61

53	2.60	14.2768
54	2.65	11.8651
9	2.90	-0.2332
10	2.95	-2.6642
11	3.00	-5.0952
12	3.05	-7.5309
13	3.10	-9.9666
14	3.15	-12.4064
15	3.20	-14.8462
16	3.25	-17.2901
17	3.30	-19.7340
18	3.35	-22.1820
19	3.40	-24.6301
20	3.45	-27.0810
21	3.50	-29.5320
22	3.55	-31.9860
23	3.60	-34.4400
24	3.65	-36.8967
25	3.70	-39.3535
26	3.75	-41.8127
27	3.80	-44.2720
28	3.85	-46.7336
29	3.90	-49.1951
30	3.95	-51.6588
31	4.00	-51.0157
32	4.05	-48.1507
33	4.10	-45.3031
34	4.15	-42.4726
35	4.20	-39.6590
36	4.25	-36.8619
37	4.30	-34.0810
38	4.35	-31.3160
39	4.40	-28.5664
40	4.45	-25.8319
41	4.50	-23.1118
42	4.55	-20.4057
43	4.60	-17.7131
44	4.65	-15.0334
45	4.70	-12.3661
46	4.75	-9.7105
47	4.80	-7.0661
48	4.85	-4.4322
49	4.90	-1.8083
50	4.95	0.8063
51	5.00	3.4122
52	5.05	6.0101
53	5.10	8.6005
54	5.15	11.1841
55	5.20	13.7615
56	5.25	16.3332
57	5.30	18.8999
58	5.35	21.4621
59	5.40	24.0204
60	5.45	26.5752
61	5.50	29.1271
62	5.55	31.6765
63	5.60	34.2238
64	5.65	36.7695
65	5.70	39.3139
66	5.75	41.8574
67	5.80	44.4002
68	5.85	46.9425
69	5.90	49.4846



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

PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA, TRATTA RHO-
GALLARATE PRG RHO

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	45 di 61

70	5.95	52.0265
71	6.00	54.5684

Combinazione n° 3

N°	Y	P
1	0.00	0.0000
2	0.05	0.2434
3	0.10	0.4868
4	0.15	0.7302
5	0.20	0.9736
6	0.25	1.2170
7	0.30	1.4604
8	0.35	1.7038
9	0.40	1.9472
10	0.45	2.1906
11	0.50	2.4339
12	0.55	2.6773
13	0.60	2.9207
14	0.65	3.1641
15	0.70	3.4075
16	0.75	3.6509
17	0.80	3.8943
18	0.85	4.1377
19	0.90	4.3811
20	0.95	4.6245
21	1.00	4.8679
22	1.05	5.1113
23	1.10	5.3547
24	1.15	5.5981
25	1.20	5.8415
26	1.25	6.0849
27	1.30	6.3283
28	1.35	6.5717
29	1.40	6.8151
30	1.45	7.0584
31	1.50	7.3018
32	1.55	7.5452
33	1.60	7.7886
34	1.65	8.0320
35	1.70	8.2754
36	1.75	8.5188
37	1.80	8.7622
38	1.85	8.9934
39	1.90	9.2247
40	1.95	9.4376
41	2.00	9.1696
42	2.05	8.7781
43	2.10	8.9782
44	2.15	9.1807
45	2.20	9.3832
46	2.25	9.5962
47	2.30	9.8091
48	2.35	10.0224
49	2.40	10.2356
50	2.45	10.4493
51	2.50	10.6629
52	2.55	7.3702
53	2.60	4.0775
5	2.70	-2.5074
6	2.75	-5.7998
7	2.80	-9.0922
8	2.85	-12.3850

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	46 di 61

9	2.90	-15.6778
10	2.95	-18.9698
11	3.00	-22.2619
12	3.05	-25.5411
13	3.10	-28.8203
14	3.15	-28.1607
15	3.20	-27.1169
16	3.25	-26.0824
17	3.30	-25.0572
18	3.35	-24.0414
19	3.40	-23.0351
20	3.45	-22.0384
21	3.50	-21.0512
22	3.55	-20.0735
23	3.60	-19.1054
24	3.65	-18.1468
25	3.70	-17.1975
26	3.75	-16.2575
27	3.80	-15.3267
28	3.85	-14.4049
29	3.90	-13.4920
30	3.95	-12.5879
31	4.00	-11.6924
32	4.05	-10.8052
33	4.10	-9.9262
34	4.15	-9.0552
35	4.20	-8.1919
36	4.25	-7.3362
37	4.30	-6.4877
38	4.35	-5.6462
39	4.40	-4.8115
40	4.45	-3.9833
41	4.50	-3.1613
42	4.55	-2.3453
43	4.60	-1.5349
44	4.65	-0.7300
45	4.70	0.0698
46	4.75	0.8648
47	4.80	1.6552
48	4.85	2.4413
49	4.90	3.2234
50	4.95	4.0018
51	5.00	4.7768
52	5.05	5.5485
53	5.10	6.3173
54	5.15	7.0834
55	5.20	7.8471
56	5.25	8.6086
57	5.30	9.3682
58	5.35	10.1261
59	5.40	10.8824
60	5.45	11.6374
61	5.50	12.3913
62	5.55	13.1443
63	5.60	13.8965
64	5.65	14.6481
65	5.70	15.3992
66	5.75	16.1500
67	5.80	16.9005
68	5.85	17.6509
69	5.90	18.4011
70	5.95	19.1513
71	6.00	19.9015



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

PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA, TRATTA RHO-
GALLARATE PRG RHO

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	47 di 61

Combinazione n° 4

N°	Y	P
1	0.00	0.0000
2	0.05	0.2434
3	0.10	0.4868
4	0.15	0.7302
5	0.20	0.9736
6	0.25	1.2170
7	0.30	1.4604
8	0.35	1.7038
9	0.40	1.9472
10	0.45	2.1906
11	0.50	2.4339
12	0.55	2.6773
13	0.60	2.9207
14	0.65	3.1641
15	0.70	3.4075
16	0.75	3.6509
17	0.80	3.8943
18	0.85	4.1377
19	0.90	4.3811
20	0.95	4.6245
21	1.00	4.8679
22	1.05	5.1113
23	1.10	5.3547
24	1.15	5.5981
25	1.20	5.8415
26	1.25	6.0849
27	1.30	6.3283
28	1.35	6.5717
29	1.40	6.8151
30	1.45	7.0584
31	1.50	7.3018
32	1.55	7.5452
33	1.60	7.7886
34	1.65	8.0320
35	1.70	8.2754
36	1.75	8.5188
37	1.80	8.7622
38	1.85	8.9934
39	1.90	9.2247
40	1.95	9.4376
41	2.00	9.1696
42	2.05	8.7781
43	2.10	8.9782
44	2.15	9.1807
45	2.20	9.3832
46	2.25	9.5962
47	2.30	9.8091
48	2.35	10.0224
49	2.40	10.2356
50	2.45	10.4493
51	2.50	10.6629
52	2.55	7.3702
53	2.60	4.0775
5	2.70	-2.5074
6	2.75	-5.7998
7	2.80	-9.0922
8	2.85	-12.3831
9	2.90	-15.6740
10	2.95	-18.4800



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

PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA, TRATTA RHO-
GALLARATE PRG RHO

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	48 di 61

11	3.00	-21.2861
12	3.05	-24.0860
13	3.10	-26.8859
14	3.15	-28.5175
15	3.20	-27.4634
16	3.25	-26.4186
17	3.30	-25.3831
18	3.35	-24.3570
19	3.40	-23.3405
20	3.45	-22.3336
21	3.50	-21.3362
22	3.55	-20.3485
23	3.60	-19.3702
24	3.65	-18.4015
25	3.70	-17.4422
26	3.75	-16.4922
27	3.80	-15.5515
28	3.85	-14.6199
29	3.90	-13.6972
30	3.95	-12.7833
31	4.00	-11.8780
32	4.05	-10.9812
33	4.10	-10.0926
34	4.15	-9.2120
35	4.20	-8.3392
36	4.25	-7.4739
37	4.30	-6.6160
38	4.35	-5.7651
39	4.40	-4.9211
40	4.45	-4.0835
41	4.50	-3.2523
42	4.55	-2.4271
43	4.60	-1.6075
44	4.65	-0.7935
45	4.70	0.0154
46	4.75	0.8195
47	4.80	1.6189
48	4.85	2.4140
49	4.90	3.2051
50	4.95	3.9924
51	5.00	4.7763
52	5.05	5.5569
53	5.10	6.3345
54	5.15	7.1095
55	5.20	7.8820
56	5.25	8.6523
57	5.30	9.4207
58	5.35	10.1873
59	5.40	10.9524
60	5.45	11.7162
61	5.50	12.4788
62	5.55	13.2406
63	5.60	14.0015
64	5.65	14.7618
65	5.70	15.5216
66	5.75	16.2811
67	5.80	17.0403
68	5.85	17.7994
69	5.90	18.5583
70	5.95	19.3172
71	6.00	20.0761

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	49 di 61

N°	Y	P
1	0.00	0.0000
2	0.05	0.2434
3	0.10	0.4868
4	0.15	0.7302
5	0.20	0.9736
6	0.25	1.2170
7	0.30	1.4604
8	0.35	1.7038
9	0.40	1.9472
10	0.45	2.1906
11	0.50	2.4339
12	0.55	2.6773
13	0.60	2.9207
14	0.65	3.1641
15	0.70	3.4075
16	0.75	3.6509
17	0.80	3.8943
18	0.85	4.1377
19	0.90	4.3811
20	0.95	4.6245
21	1.00	4.8679
22	1.05	5.1113
23	1.10	5.3547
24	1.15	5.5981
25	1.20	5.8415
26	1.25	6.0849
27	1.30	6.3283
28	1.35	6.5717
29	1.40	6.8151
30	1.45	7.0584
31	1.50	7.3018
32	1.55	7.5452
33	1.60	7.7886
34	1.65	8.0320
35	1.70	8.2754
36	1.75	8.5188
37	1.80	8.7622
38	1.85	8.9934
39	1.90	9.2247
40	1.95	9.4376
41	2.00	9.1696
42	2.05	8.7781
43	2.10	8.9782
44	2.15	9.1807
45	2.20	9.3832
46	2.25	9.5962
47	2.30	9.8091
48	2.35	10.0224
49	2.40	10.2356
50	2.45	10.4493
51	2.50	10.6629
52	2.55	7.3702
53	2.60	4.0775
5	2.70	-1.5942
6	2.75	-4.0295
7	2.80	-6.4649
8	2.85	-9.3348
9	2.90	-12.2047
10	2.95	-15.4542
11	3.00	-18.7037
12	3.05	-21.9567

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	50 di 61

13	3.10	-25.2098
14	3.15	-28.4667
15	3.20	-29.2359
16	3.25	-28.1367
17	3.30	-27.0470
18	3.35	-25.9669
19	3.40	-24.8966
20	3.45	-23.8360
21	3.50	-22.7853
22	3.55	-21.7444
23	3.60	-20.7132
24	3.65	-19.6918
25	3.70	-18.6801
26	3.75	-17.6781
27	3.80	-16.6855
28	3.85	-15.7023
29	3.90	-14.7283
30	3.95	-13.7634
31	4.00	-12.8074
32	4.05	-11.8602
33	4.10	-10.9214
34	4.15	-9.9910
35	4.20	-9.0686
36	4.25	-8.1540
37	4.30	-7.2470
38	4.35	-6.3474
39	4.40	-5.4548
40	4.45	-4.5690
41	4.50	-3.6897
42	4.55	-2.8167
43	4.60	-1.9496
44	4.65	-1.0882
45	4.70	-0.2321
46	4.75	0.6189
47	4.80	1.4651
48	4.85	2.3068
49	4.90	3.1443
50	4.95	3.9779
51	5.00	4.8078
52	5.05	5.6344
53	5.10	6.4579
54	5.15	7.2786
55	5.20	8.0968
56	5.25	8.9126
57	5.30	9.7264
58	5.35	10.5384
59	5.40	11.3488
60	5.45	12.1579
61	5.50	12.9657
62	5.55	13.7726
63	5.60	14.5786
64	5.65	15.3840
65	5.70	16.1889
66	5.75	16.9935
67	5.80	17.7977
68	5.85	18.6018
69	5.90	19.4058
70	5.95	20.2097
71	6.00	21.0136

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	51 di 61

Valori massimi e minimi sollecitazioni per metro di paratia

Simbologia adottata

n° Indice della combinazione/fase
 Tipo Tipo della combinazione/fase
 Y ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
 M momento flettente massimo e minimo espresso in [kNm]
 N sforzo normale massimo e minimo espresso in [kN] (positivo di compressione)
 T taglio massimo e minimo espresso in [kN]

n°	Tipo	M	Y _M	T	Y _T	N	Y _N	
1	[A1-M1]	30.12	3.50	20.08	2.65	9.56	6.00	MAX
--	--	0.00	0.00	-17.99	4.70	0.00	0.00	MIN
2	[A2-M2]	41.10	3.90	24.01	2.85	9.56	6.00	MAX
--	--	0.00	6.00	-29.21	4.90	0.00	0.00	MIN
3	[SLEQ]	22.31	3.45	15.39	2.65	9.56	6.00	MAX
--	--	0.00	0.00	-13.11	4.65	0.00	0.00	MIN
4	[SLEF]	22.39	3.45	15.39	2.65	9.56	6.00	MAX
--	--	0.00	0.00	-13.18	4.65	0.00	0.00	MIN
5	[SLER]	22.93	3.50	15.40	2.65	9.56	6.00	MAX
--	--	0.00	6.00	-13.64	4.70	0.00	0.00	MIN

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	52 di 61

Spostamenti massimi e minimi della paratia

Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
U	spostamento orizzontale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso valle
V	spostamento verticale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso il basso

n°	Tipo	U	Y _U	V	Y _V	
1	[A1-M1]	0.7395	0.00	0.0007	0.00	MAX
--	--	-0.1428	6.00	0.0000	0.00	MIN
2	[A2-M2]	1.5995	0.00	0.0007	0.00	MAX
--	--	-0.2800	6.00	0.0000	0.00	MIN
3	[SLEQ]	0.5253	0.00	0.0007	0.00	MAX
--	--	-0.1021	6.00	0.0000	0.00	MIN
4	[SLEF]	0.5305	0.00	0.0007	0.00	MAX
--	--	-0.1030	6.00	0.0000	0.00	MIN
5	[SLER]	0.5576	0.00	0.0007	0.00	MAX
--	--	-0.1078	6.00	0.0000	0.00	MIN



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

PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA, TRATTA RHO-
GALLARATE PRG RHO

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	53 di 61

Stabilità globale

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 100

Simbologia adottata

n° Indice della combinazione/fase
 Tipo Tipo della combinazione/fase
 (X_C, Y_C) Coordinate centro cerchio superficie di scorrimento, espresse in [m]
 R Raggio cerchio superficie di scorrimento, espresso in [m]
 (X_V, Y_V) Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a valle, espresse in [m]
 (X_M, Y_M) Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a monte, espresse in [m]
 FS Coefficiente di sicurezza

n°	Tipo	(X _C , Y _C)	R	(X _V , Y _V)	(X _M , Y _M)	FS
2	[A2-M2]	(-0.60; 0.60)	6.63	(-6.47; -2.48)	(6.01; 0.00)	2.07

Combinazione n° 2

Numero di strisce 50

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte
 Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
 Origine in testa alla paratia (spigolo contro terra)
 Le strisce sono numerate da monte verso valle
 N° numero d'ordine della striscia
 W peso della striscia espresso in [kN]
 □ angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in gradi (positivo antiorario)
 □ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
 c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [N/mmq]
 b larghezza della striscia espressa in [m]
 L sviluppo della base della striscia espressa in [m] (L=b/cos□)
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [N/mmq]
 Ctn, Ctt contributo alla striscia normale e tangenziale del tirante espresse in [kN]

Caratteristiche delle strisce

N°	W	□(°)	Wsin□	L	□	c	u	(Ctn; Ctt)
1	0.9361	-60.13	-82.78	0.50	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
2	2.8326	-56.05	-239.59	0.45	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
3	4.4676	-52.36	-360.74	0.41	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
4	5.9050	-48.96	-454.17	0.38	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
5	7.1843	-45.78	-525.03	0.36	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
6	8.3321	-42.77	-576.99	0.34	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
7	9.3675	-39.91	-612.81	0.32	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
8	10.3045	-37.16	-634.64	0.31	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
9	11.1539	-34.50	-644.25	0.30	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
10	11.9242	-31.93	-643.08	0.29	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
11	12.6221	-29.43	-632.39	0.29	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
12	13.2530	-26.99	-613.26	0.28	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
13	13.8214	-24.60	-586.65	0.27	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
14	14.3310	-22.25	-553.41	0.27	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
15	14.7848	-19.95	-514.34	0.26	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
16	15.1855	-17.68	-470.14	0.26	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
17	15.5350	-15.43	-421.49	0.26	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
18	15.8352	-13.21	-369.02	0.26	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	54 di 61

19	16.0876	-11.01	-313.32	0.25	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
20	16.2932	-8.83	-254.96	0.25	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
21	16.4531	-6.66	-194.48	0.25	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
22	16.5679	-4.50	-132.41	0.25	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
23	16.6381	-2.34	-69.28	0.25	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
24	16.6641	-0.19	-5.60	0.25	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
25	16.6459	1.96	58.12	0.25	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
26	16.5835	4.12	121.38	0.25	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
27	28.4687	6.28	317.70	0.25	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
28	28.3146	8.47	425.05	0.25	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
29	28.1140	10.66	530.33	0.25	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
30	27.8660	12.87	632.99	0.26	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
31	27.5693	15.10	732.45	0.26	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
32	27.2227	17.36	828.11	0.26	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
33	26.8243	19.64	919.32	0.27	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
34	26.3720	21.95	1005.41	0.27	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
35	29.8336	24.31	1252.31	0.27	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
36	31.8027	26.71	1457.49	0.28	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
37	31.1712	29.16	1548.64	0.29	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
38	30.4720	31.67	1631.31	0.29	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
39	29.6997	34.25	1704.40	0.30	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
40	28.8474	36.91	1766.64	0.31	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
41	27.9067	39.67	1816.58	0.33	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
42	26.8668	42.55	1852.45	0.34	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
43	25.7137	45.56	1872.07	0.36	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
44	24.4282	48.75	1872.68	0.38	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
45	22.9837	52.15	1850.61	0.41	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
46	21.3406	55.84	1800.70	0.45	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
47	19.4355	59.93	1715.09	0.50	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
48	17.1533	64.61	1580.22	0.58	29.26	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
49	14.2314	70.36	1366.74	0.74	26.56	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)
50	9.5358	78.88	954.11	1.30	26.56	0.0000	0.0000	(0.00; 0.00)

Resistenza a taglio paratia= 0.0000 [kN]

$\square W_i = 931.8830$ [kN]

$\square W_i \sin \alpha_i = 212.8870$ [kN]

$\square W_i \cos \alpha_i \tan \alpha_i = 441.0537$ [kN]

$\square c, b / \cos \alpha_i = 0.0000$ [kN]



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

PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA, TRATTA RHO-
GALLARATE PRG RHO

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	55 di 61

Descrizione armatura caratteristiche sezione

Area della sezione 207.00 cmq
Inerzia della sezione 55240.00 cm⁴
Modulo di resistenza 2540.00 cm³
Fattore di taglio 1.20

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	56 di 61

Verifica armatura paratia (Sezioni critiche)

Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase				
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase				
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]				
M	momento flettente espresso in [kNm]				
N	sforzo normale espresso in [kN] (positivo di compressione)				
Mu	momento ultimo di riferimento espresso in [kNm]				
Nu	sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kN]				
FS	fattore di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)				
T	taglio espresso in [kN]				
Tr	taglio resistente espresso in [kN]				
FS _T	fattore di sicurezza a taglio				

n°	Tipo	Y	M	Mu	FS
1	[A1-M1]	3.50	21.52	665.00	22.08
2	[A2-M2]	3.90	29.36	665.00	16.18

Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase								
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase								
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]								
σ_f	tensione normale nell'armatura, espressa in [N/mm ²]								
σ_{ft}	tensione tangenziale nell'armatura, espressa in [N/mm ²]								
σ_{id}	tensione ideale ($\sigma_{id} = (\sigma_f^2 + 3 \sigma_{ft}^2)^{0.5}$) nella sezione del tubolare, espressa in [N/mm ²]								

n°	Tipo	σ_{fc}	Y(σ_{fc})	σ_{ft}	Y(σ_{ft})	σ_{id}	Y(σ_{id})	σ_f	Y(σ_f)
3	[SLEQ]	9.050	3.45	0.448	5.95	9.050	3.45	0.892	2.65
4	[SLEF]	9.082	3.45	0.448	5.95	9.082	3.45	0.892	2.65
5	[SLER]	9.296	3.50	0.448	5.95	9.296	3.50	0.893	2.65



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

PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA, TRATTA RHO-
GALLARATE PRG RHO

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	57 di 61

Verifica armatura paratia (Inviluppo)

Simbologia adottata

n°	Indice della Combinazione/Fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione con fattore di sicurezza minimo, espressa in [m]
M	momento flettente, espresso in [kNm]
N	sforzamento normale, espresso in [kN] (positivo di compressione)
Mu	momento ultimo di riferimento, espresso in [kNm]
Nu	sforzamento normale ultimo di riferimento, espresso in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)
T	taglio, espresso in [kN]
Tr	Taglio resistente, espresso in [kN]
FS _T	fattore di sicurezza a taglio

n°	Tipo	Y	M	Mu	FS
1	[A1-M1]	0.00	0.00	665.00	1000.00
1	[A1-M1]	0.05	0.00	0.00	100000.00
1	[A1-M1]	0.10	0.00	0.00	100000.00
1	[A1-M1]	0.15	0.00	0.00	100000.00
1	[A1-M1]	0.20	0.01	665.00	76438.92
1	[A1-M1]	0.25	0.01	665.00	39566.94
1	[A1-M1]	0.30	0.02	665.00	23034.96
1	[A1-M1]	0.35	0.03	665.00	14558.63
1	[A1-M1]	0.40	0.05	665.00	9776.15
1	[A1-M1]	0.45	0.07	665.00	6877.22
1	[A1-M1]	0.50	0.09	665.00	5019.30
1	[A1-M1]	0.55	0.13	665.00	3774.31
1	[A1-M1]	0.60	0.16	665.00	2909.07
1	[A1-M1]	0.65	0.21	665.00	2289.23
1	[A1-M1]	0.70	0.26	665.00	1833.62
1	[A1-M1]	0.75	0.32	665.00	1491.28
1	[A1-M1]	0.80	0.39	665.00	1229.11
1	[A1-M1]	0.85	0.46	665.00	1024.94
1	[A1-M1]	0.90	0.55	665.00	863.59
1	[A1-M1]	0.95	0.65	665.00	734.40
1	[A1-M1]	1.00	0.75	665.00	629.74
1	[A1-M1]	1.05	0.87	665.00	544.05
1	[A1-M1]	1.10	1.00	665.00	473.23
1	[A1-M1]	1.15	1.15	665.00	414.19
1	[A1-M1]	1.20	1.30	665.00	364.57
1	[A1-M1]	1.25	1.47	665.00	322.57
1	[A1-M1]	1.30	1.66	665.00	286.78
1	[A1-M1]	1.35	1.85	665.00	256.09
1	[A1-M1]	1.40	2.07	665.00	229.63
1	[A1-M1]	1.45	2.30	665.00	206.70
1	[A1-M1]	1.50	2.54	665.00	186.72
1	[A1-M1]	1.55	2.81	665.00	169.23
1	[A1-M1]	1.60	3.09	665.00	153.86
1	[A1-M1]	1.65	3.39	665.00	140.30
1	[A1-M1]	1.70	3.70	665.00	128.28
1	[A1-M1]	1.75	4.04	665.00	117.60
1	[A1-M1]	1.80	4.40	665.00	108.07
1	[A1-M1]	1.85	4.77	665.00	99.55
1	[A1-M1]	1.90	5.17	665.00	91.89
1	[A1-M1]	1.95	5.59	665.00	85.01
1	[A1-M1]	2.00	6.03	665.00	78.79
1	[A1-M1]	2.05	6.49	665.00	73.19
1	[A1-M1]	2.10	6.97	665.00	68.13
1	[A1-M1]	2.15	7.48	665.00	63.54

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	58 di 61

1	[A1-M1]	2.20	8.00	665.00	59.38
1	[A1-M1]	2.25	8.55	665.00	55.58
1	[A1-M1]	2.30	9.11	665.00	52.12
1	[A1-M1]	2.35	9.71	665.00	48.94
1	[A1-M1]	2.40	10.32	665.00	46.03
1	[A1-M1]	2.45	10.96	665.00	43.35
1	[A1-M1]	2.50	11.62	665.00	40.88
2	[A2-M2]	2.55	12.31	665.00	38.58
2	[A2-M2]	2.60	13.08	665.00	36.31
2	[A2-M2]	2.65	13.88	665.00	34.23
2	[A2-M2]	2.70	14.69	665.00	32.32
2	[A2-M2]	2.75	15.53	665.00	30.59
2	[A2-M2]	2.80	16.37	665.00	29.01
2	[A2-M2]	2.85	17.23	665.00	27.57
2	[A2-M2]	2.90	18.09	665.00	26.26
2	[A2-M2]	2.95	18.94	665.00	25.07
2	[A2-M2]	3.00	19.80	665.00	23.99
2	[A2-M2]	3.05	20.64	665.00	23.01
2	[A2-M2]	3.10	21.47	665.00	22.12
2	[A2-M2]	3.15	22.28	665.00	21.32
2	[A2-M2]	3.20	23.07	665.00	20.59
2	[A2-M2]	3.25	23.84	665.00	19.93
2	[A2-M2]	3.30	24.57	665.00	19.33
2	[A2-M2]	3.35	25.27	665.00	18.80
2	[A2-M2]	3.40	25.92	665.00	18.32
2	[A2-M2]	3.45	26.54	665.00	17.90
2	[A2-M2]	3.50	27.10	665.00	17.53
2	[A2-M2]	3.55	27.61	665.00	17.20
2	[A2-M2]	3.60	28.07	665.00	16.92
2	[A2-M2]	3.65	28.46	665.00	16.69
2	[A2-M2]	3.70	28.79	665.00	16.50
2	[A2-M2]	3.75	29.05	665.00	16.35
2	[A2-M2]	3.80	29.23	665.00	16.25
2	[A2-M2]	3.85	29.34	665.00	16.19
2	[A2-M2]	3.90	29.36	665.00	16.18
2	[A2-M2]	3.95	29.29	665.00	16.22
2	[A2-M2]	4.00	29.13	665.00	16.31
2	[A2-M2]	4.05	28.88	665.00	16.45
2	[A2-M2]	4.10	28.55	665.00	16.64
2	[A2-M2]	4.15	28.13	665.00	16.89
2	[A2-M2]	4.20	27.63	665.00	17.19
2	[A2-M2]	4.25	27.07	665.00	17.55
2	[A2-M2]	4.30	26.44	665.00	17.96
2	[A2-M2]	4.35	25.75	665.00	18.45
2	[A2-M2]	4.40	25.00	665.00	19.00
2	[A2-M2]	4.45	24.21	665.00	19.62
2	[A2-M2]	4.50	23.36	665.00	20.33
2	[A2-M2]	4.55	22.48	665.00	21.13
2	[A2-M2]	4.60	21.56	665.00	22.04
2	[A2-M2]	4.65	20.60	665.00	23.06
2	[A2-M2]	4.70	19.62	665.00	24.21
2	[A2-M2]	4.75	18.62	665.00	25.51
2	[A2-M2]	4.80	17.60	665.00	26.99
2	[A2-M2]	4.85	16.57	665.00	28.67
2	[A2-M2]	4.90	15.53	665.00	30.59
2	[A2-M2]	4.95	14.49	665.00	32.79
2	[A2-M2]	5.00	13.44	665.00	35.33
2	[A2-M2]	5.05	12.41	665.00	38.28
2	[A2-M2]	5.10	11.38	665.00	41.73
2	[A2-M2]	5.15	10.37	665.00	45.79
2	[A2-M2]	5.20	9.38	665.00	50.62
2	[A2-M2]	5.25	8.42	665.00	56.42
2	[A2-M2]	5.30	7.48	665.00	63.48

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	59 di 61

2	[A2-M2]	5.35	6.58	665.00	72.18
2	[A2-M2]	5.40	5.72	665.00	83.08
2	[A2-M2]	5.45	4.90	665.00	97.01
2	[A2-M2]	5.50	4.12	665.00	115.20
2	[A2-M2]	5.55	3.40	665.00	139.64
2	[A2-M2]	5.60	2.74	665.00	173.56
2	[A2-M2]	5.65	2.13	665.00	222.67
2	[A2-M2]	5.70	1.60	665.00	297.79
2	[A2-M2]	5.75	1.13	665.00	421.38
2	[A2-M2]	5.80	0.73	665.00	647.00
2	[A2-M2]	5.85	0.42	665.00	1130.04
2	[A2-M2]	5.90	0.19	665.00	2495.43
2	[A2-M2]	5.95	0.05	665.00	9749.23

Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione, espressa in [m]
□ _{id}	tensione ideale nell'acciaio, espressa in [N/mm ²]
□ _f	tensione normale in [N/mm ²]
□ _t	tensione tangenziale in [N/mm ²]

Y	□ _{fc}	n° - Tipo	□ _t	n° - Tipo	□ _{id}	n° - Tipo	□ _f	n° - Tipo	□ _f	n° - Tipo
0.00	0.000	5 - [SLER]		0.000	1 - [A1-M1]		0.000	5 - [SLER]	0.000	5 - [SLER]
0.05	0.004	3 - [SLEQ]		0.004	5 - [SLER]		0.004	3 - [SLEQ]	0.000	3 - [SLEQ]
0.10	0.008	3 - [SLEQ]		0.007	5 - [SLER]		0.008	3 - [SLEQ]	0.001	3 - [SLEQ]
0.15	0.013	3 - [SLEQ]		0.010	5 - [SLER]		0.014	3 - [SLEQ]	0.003	3 - [SLEQ]
0.20	0.018	3 - [SLEQ]		0.013	5 - [SLER]		0.021	3 - [SLEQ]	0.006	3 - [SLEQ]
0.25	0.024	3 - [SLEQ]		0.014	5 - [SLER]		0.029	3 - [SLEQ]	0.009	3 - [SLEQ]
0.30	0.032	3 - [SLEQ]		0.014	5 - [SLER]		0.039	3 - [SLEQ]	0.013	3 - [SLEQ]
0.35	0.041	3 - [SLEQ]		0.013	5 - [SLER]		0.051	3 - [SLEQ]	0.017	3 - [SLEQ]
0.40	0.051	3 - [SLEQ]		0.010	5 - [SLER]		0.065	3 - [SLEQ]	0.023	3 - [SLEQ]
0.45	0.064	3 - [SLEQ]		0.005	5 - [SLER]		0.081	3 - [SLEQ]	0.029	3 - [SLEQ]
0.50	0.079	3 - [SLEQ]		0.000	1 - [A1-M1]		0.100	3 - [SLEQ]	0.035	3 - [SLEQ]
0.55	0.096	3 - [SLEQ]		0.000	1 - [A1-M1]		0.121	3 - [SLEQ]	0.043	3 - [SLEQ]
0.60	0.115	3 - [SLEQ]		0.000	1 - [A1-M1]		0.145	3 - [SLEQ]	0.051	3 - [SLEQ]
0.65	0.138	3 - [SLEQ]		0.000	1 - [A1-M1]		0.172	3 - [SLEQ]	0.060	3 - [SLEQ]
0.70	0.164	3 - [SLEQ]		0.000	1 - [A1-M1]		0.203	3 - [SLEQ]	0.069	3 - [SLEQ]
0.75	0.193	3 - [SLEQ]		0.000	1 - [A1-M1]		0.237	3 - [SLEQ]	0.079	3 - [SLEQ]
0.80	0.225	3 - [SLEQ]		0.000	1 - [A1-M1]		0.274	3 - [SLEQ]	0.090	3 - [SLEQ]
0.85	0.262	3 - [SLEQ]		0.000	1 - [A1-M1]		0.316	3 - [SLEQ]	0.102	3 - [SLEQ]
0.90	0.302	3 - [SLEQ]		0.000	1 - [A1-M1]		0.362	3 - [SLEQ]	0.114	3 - [SLEQ]
0.95	0.347	3 - [SLEQ]		0.000	1 - [A1-M1]		0.411	3 - [SLEQ]	0.127	3 - [SLEQ]
1.00	0.397	3 - [SLEQ]		0.000	1 - [A1-M1]		0.466	3 - [SLEQ]	0.141	3 - [SLEQ]
1.05	0.451	3 - [SLEQ]		0.000	1 - [A1-M1]		0.525	3 - [SLEQ]	0.156	3 - [SLEQ]
1.10	0.510	3 - [SLEQ]		0.000	1 - [A1-M1]		0.590	3 - [SLEQ]	0.171	3 - [SLEQ]
1.15	0.575	3 - [SLEQ]		0.000	1 - [A1-M1]		0.659	3 - [SLEQ]	0.187	3 - [SLEQ]
1.20	0.645	3 - [SLEQ]		0.000	1 - [A1-M1]		0.735	3 - [SLEQ]	0.203	3 - [SLEQ]
1.25	0.721	3 - [SLEQ]		0.000	1 - [A1-M1]		0.815	3 - [SLEQ]	0.220	3 - [SLEQ]
1.30	0.802	3 - [SLEQ]		0.000	1 - [A1-M1]		0.902	3 - [SLEQ]	0.238	3 - [SLEQ]
1.35	0.890	3 - [SLEQ]		0.000	1 - [A1-M1]		0.996	3 - [SLEQ]	0.257	3 - [SLEQ]
1.40	0.985	3 - [SLEQ]		0.000	1 - [A1-M1]		1.095	3 - [SLEQ]	0.277	3 - [SLEQ]
1.45	1.086	3 - [SLEQ]		0.000	1 - [A1-M1]		1.201	3 - [SLEQ]	0.297	3 - [SLEQ]
1.50	1.194	3 - [SLEQ]		0.000	1 - [A1-M1]		1.315	3 - [SLEQ]	0.317	3 - [SLEQ]
1.55	1.309	3 - [SLEQ]		0.000	1 - [A1-M1]		1.435	3 - [SLEQ]	0.339	3 - [SLEQ]
1.60	1.432	3 - [SLEQ]		0.000	1 - [A1-M1]		1.563	3 - [SLEQ]	0.361	3 - [SLEQ]
1.65	1.563	3 - [SLEQ]		0.000	1 - [A1-M1]		1.698	3 - [SLEQ]	0.384	3 - [SLEQ]
1.70	1.701	3 - [SLEQ]		0.000	1 - [A1-M1]		1.842	3 - [SLEQ]	0.408	3 - [SLEQ]
1.75	1.847	3 - [SLEQ]		0.000	1 - [A1-M1]		1.993	3 - [SLEQ]	0.432	3 - [SLEQ]
1.80	2.002	3 - [SLEQ]		0.000	1 - [A1-M1]		2.153	3 - [SLEQ]	0.457	3 - [SLEQ]
1.85	2.166	3 - [SLEQ]		0.000	1 - [A1-M1]		2.321	3 - [SLEQ]	0.483	3 - [SLEQ]

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	60 di 61

1.90	2.338	3 - [SLEQ]	0.000	1 - [A1-M1]	2.499	3 - [SLEQ]	0.509	3 - [SLEQ]
1.95	2.519	3 - [SLEQ]	0.000	1 - [A1-M1]	2.685	3 - [SLEQ]	0.536	3 - [SLEQ]
2.00	2.710	3 - [SLEQ]	0.000	1 - [A1-M1]	2.881	3 - [SLEQ]	0.564	3 - [SLEQ]
2.05	2.910	3 - [SLEQ]	0.000	1 - [A1-M1]	3.083	3 - [SLEQ]	0.589	3 - [SLEQ]
2.10	3.118	3 - [SLEQ]	0.000	1 - [A1-M1]	3.295	3 - [SLEQ]	0.615	3 - [SLEQ]
2.15	3.335	3 - [SLEQ]	0.000	1 - [A1-M1]	3.515	3 - [SLEQ]	0.641	3 - [SLEQ]
2.20	3.561	3 - [SLEQ]	0.000	1 - [A1-M1]	3.744	3 - [SLEQ]	0.668	3 - [SLEQ]
2.25	3.796	3 - [SLEQ]	0.000	1 - [A1-M1]	3.983	3 - [SLEQ]	0.696	3 - [SLEQ]
2.30	4.041	3 - [SLEQ]	0.000	1 - [A1-M1]	4.231	3 - [SLEQ]	0.724	3 - [SLEQ]
2.35	4.296	3 - [SLEQ]	0.000	1 - [A1-M1]	4.489	3 - [SLEQ]	0.752	3 - [SLEQ]
2.40	4.560	3 - [SLEQ]	0.000	1 - [A1-M1]	4.757	3 - [SLEQ]	0.782	3 - [SLEQ]
2.45	4.835	3 - [SLEQ]	0.000	1 - [A1-M1]	5.035	3 - [SLEQ]	0.812	3 - [SLEQ]
2.50	5.119	3 - [SLEQ]	0.000	1 - [A1-M1]	5.323	3 - [SLEQ]	0.842	3 - [SLEQ]
2.55	5.414	3 - [SLEQ]	0.000	1 - [A1-M1]	5.619	3 - [SLEQ]	0.869	3 - [SLEQ]
2.60	5.715	3 - [SLEQ]	0.000	1 - [A1-M1]	5.917	3 - [SLEQ]	0.885	3 - [SLEQ]
2.65	6.021	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	6.216	5 - [SLER]	0.893	5 - [SLER]
2.70	6.328	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	6.512	5 - [SLER]	0.888	5 - [SLER]
2.75	6.633	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	6.805	5 - [SLER]	0.877	5 - [SLER]
2.80	6.935	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	7.092	5 - [SLER]	0.858	5 - [SLER]
2.85	7.230	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	7.372	5 - [SLER]	0.831	5 - [SLER]
2.90	7.516	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	7.641	5 - [SLER]	0.795	5 - [SLER]
2.95	7.790	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	7.898	5 - [SLER]	0.751	5 - [SLER]
3.00	8.049	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	8.138	5 - [SLER]	0.696	5 - [SLER]
3.05	8.289	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	8.361	5 - [SLER]	0.633	5 - [SLER]
3.10	8.508	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	8.563	5 - [SLER]	0.560	5 - [SLER]
3.15	8.702	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	8.741	5 - [SLER]	0.477	5 - [SLER]
3.20	8.867	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	8.893	5 - [SLER]	0.392	5 - [SLER]
3.25	9.004	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	9.021	5 - [SLER]	0.311	5 - [SLER]
3.30	9.114	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	9.123	5 - [SLER]	0.232	5 - [SLER]
3.35	9.197	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	9.201	5 - [SLER]	0.157	5 - [SLER]
3.40	9.254	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	9.255	5 - [SLER]	0.085	5 - [SLER]
3.45	9.287	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	9.287	5 - [SLER]	0.025	3 - [SLEQ]
3.50	9.296	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	9.296	5 - [SLER]	0.086	3 - [SLEQ]
3.55	9.283	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	9.285	5 - [SLER]	0.145	3 - [SLEQ]
3.60	9.248	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	9.253	5 - [SLER]	0.200	3 - [SLEQ]
3.65	9.193	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	9.202	5 - [SLER]	0.253	3 - [SLEQ]
3.70	9.119	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	9.132	5 - [SLER]	0.302	3 - [SLEQ]
3.75	9.026	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	9.045	5 - [SLER]	0.350	3 - [SLEQ]
3.80	8.916	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	8.941	5 - [SLER]	0.394	3 - [SLEQ]
3.85	8.789	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	8.821	5 - [SLER]	0.436	3 - [SLEQ]
3.90	8.647	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	8.686	5 - [SLER]	0.475	3 - [SLEQ]
3.95	8.491	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	8.537	5 - [SLER]	0.512	5 - [SLER]
4.00	8.321	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	8.375	5 - [SLER]	0.549	5 - [SLER]
4.05	8.138	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	8.201	5 - [SLER]	0.584	5 - [SLER]
4.10	7.944	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	8.015	5 - [SLER]	0.615	5 - [SLER]
4.15	7.739	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	7.819	5 - [SLER]	0.644	5 - [SLER]
4.20	7.524	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	7.613	5 - [SLER]	0.671	5 - [SLER]
4.25	7.300	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	7.398	5 - [SLER]	0.694	5 - [SLER]
4.30	7.068	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	7.176	5 - [SLER]	0.715	5 - [SLER]
4.35	6.829	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	6.946	5 - [SLER]	0.734	5 - [SLER]
4.40	6.584	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	6.711	5 - [SLER]	0.749	5 - [SLER]
4.45	6.333	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	6.470	5 - [SLER]	0.763	5 - [SLER]
4.50	6.078	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	6.224	5 - [SLER]	0.773	5 - [SLER]
4.55	5.819	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	5.975	5 - [SLER]	0.781	5 - [SLER]
4.60	5.558	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	5.723	5 - [SLER]	0.787	5 - [SLER]
4.65	5.294	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	5.469	5 - [SLER]	0.790	5 - [SLER]
4.70	5.030	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	5.213	5 - [SLER]	0.791	5 - [SLER]
4.75	4.765	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	4.957	5 - [SLER]	0.789	5 - [SLER]
4.80	4.501	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	4.702	5 - [SLER]	0.785	5 - [SLER]
4.85	4.238	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	4.448	5 - [SLER]	0.778	5 - [SLER]
4.90	3.978	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	4.195	5 - [SLER]	0.769	5 - [SLER]
4.95	3.721	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	3.945	5 - [SLER]	0.758	5 - [SLER]
5.00	3.467	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	3.699	5 - [SLER]	0.744	5 - [SLER]

Relazione di calcolo Paratie provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	00	D 26 CL	VI0400002	A	61 di 61

5.05	3.219	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	3.456	5 - [SLER]	0.727	5 - [SLER]
5.10	2.976	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	3.219	5 - [SLER]	0.709	5 - [SLER]
5.15	2.739	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	2.986	5 - [SLER]	0.687	5 - [SLER]
5.20	2.509	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	2.760	5 - [SLER]	0.664	5 - [SLER]
5.25	2.288	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	2.541	5 - [SLER]	0.638	5 - [SLER]
5.30	2.075	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	2.328	5 - [SLER]	0.610	5 - [SLER]
5.35	1.871	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	2.124	5 - [SLER]	0.579	5 - [SLER]
5.40	1.678	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	1.927	5 - [SLER]	0.547	5 - [SLER]
5.45	1.497	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	1.739	5 - [SLER]	0.511	5 - [SLER]
5.50	1.327	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	1.560	5 - [SLER]	0.474	5 - [SLER]
5.55	1.170	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	1.390	5 - [SLER]	0.434	5 - [SLER]
5.60	1.026	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	1.230	5 - [SLER]	0.392	5 - [SLER]
5.65	0.897	5 - [SLER]	0.000	1 - [A1-M1]	1.080	5 - [SLER]	0.347	5 - [SLER]
5.70	0.783	5 - [SLER]	0.112	3 - [SLEQ]	0.940	5 - [SLER]	0.300	5 - [SLER]
5.75	0.685	5 - [SLER]	0.213	3 - [SLEQ]	0.811	5 - [SLER]	0.251	5 - [SLER]
5.80	0.604	5 - [SLER]	0.297	3 - [SLEQ]	0.696	5 - [SLER]	0.199	5 - [SLER]
5.85	0.540	5 - [SLER]	0.365	3 - [SLEQ]	0.596	5 - [SLER]	0.145	5 - [SLER]
5.90	0.495	5 - [SLER]	0.416	3 - [SLEQ]	0.518	5 - [SLER]	0.089	5 - [SLER]
5.95	0.468	5 - [SLER]	0.448	3 - [SLEQ]	0.471	5 - [SLER]	0.030	5 - [SLER]