

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO**

**NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA**

**U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 4A)**

**STAZIONI E FERMATE**

**STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI**

**Relazione di calcolo opere provvisionali**

SCALA:

-

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

RS3U 40 D 29 CL FV0100 004 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva - agg. per VIA/Cds	ATI Sintagma Rocksoil - Edin	Lug-2021	F. Ravetta	Lug-2021	A. Barreca	Lug-2021	F. Arduini Lug-2021

ITALFERR S.p.A.  
Direzione Tecnica  
Infrastrutture Centro  
Dott. Ing. Fabrizio Arduini  
Dott. Ing. Edin Rocksoil  
02-85992200

## INDICE

1.	PREMESSA .....	2
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	3
3.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	4
4.	INQUADRAMENTO GEOTECNICO .....	5
5.	CRITERI DI VERIFICA PARATIE .....	6
5.1	VERIFICHE GEOTECNICHE SLU IN CONDIZIONI STATICHE .....	6
5.2	VERIFICHE GEOTECNICHE SLE .....	6
6.	ANALISI DEI CARICHI .....	7
6.1	CARICHI PERMANENTI .....	7
6.1.1	<i>Spinta del terreno</i> .....	7
6.1.2	<i>Sovraccarico permanente</i> .....	7
6.2	CARICHI ACCIDENTALI .....	7
6.2.1	<i>Sovraccarico ferroviario</i> .....	7
6.3	VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA .....	8
7.	COMBINAZIONI DI CARICO .....	8
8.	PROGETTO E VERIFICA DELLE OPERE PROVVISORIALI .....	10
8.1	DATI DI INPUT .....	10
8.2	FASI DI CALCOLO .....	10
8.3	RISULTATI DELLE ANALISI E VERIFICHE .....	12
8.3.1	<i>Verifica cedimenti binario in esercizio</i> .....	15
9.	SINTESI DELLE VERIFICHE .....	20

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 4A)</b> <b>STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI</b>					
Stazioni e fermate RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE PROVVISORIALI	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40 D 29</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV 01 0 0 004</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>2 di 20</b>

## 1. **PREMESSA**

Nella presente relazione si riporta il dimensionamento e la verifica delle paratie provvisionali a protezione dei binari necessarie durante le lavorazioni della stazione Caltanissetta Xirbi.

Le paratie sono costituite da micropali  $\Phi 300$  posti ad interasse di 40 cm ed armati con tubolare  $\Phi 219.1$ , spessore 10 mm e lunghezza di 6 m.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 4A) STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI					
Stazioni e fermate RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE PROVVISORIALI	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV 01 0 0 004	REV. A	FOGLIO 3 di 20

## 2. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

L'interpretazione dei risultati e la redazione della presente relazione sono stati effettuati nel rispetto della Normativa in vigore.

I principali riferimenti normativi sono i seguenti:

**Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);**

**Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;**

**Regolamento (UE) N.1299/2014 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea.** Relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione Europea.

**Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010 – Eurocodice 1 – Parte 2**

**RFI DTC SI MA IFS 001 C del 21-12-18 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili**

Stazioni e fermate

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE PROVVISORIALI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV 01 0 0 004	A	4 di 20

### 3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

#### Strutture di sostegno provvisoriali

Tipo di micropalo: a gravità

<b>Miscela cementizia per per micropali</b>	
Classe di resistenza	C25/30
Resistenza di progetto a compressione a 28 giorni	$f_{cd} = 0.85 f_{ck}/1.5 = 14.11 \text{ MPa}$

<b>Acciaio per tubi e profilati</b>	
Tipo	S 275 J0

Stazioni e fermate

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE PROVVISORIALI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV 01 0 0 004	A	5 di 20

#### 4. INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Dalla documentazione progettuale si evince la seguente stratigrafia:

STRATIGRAFIA - profondità da p.c. [m]		$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	$c_u$ [kPa]	E (MPa)
0 - 3	Rilevato esistente	19.0	0.0	30.0	-	30
3 -	FYN4 (flysh numidico)	20.0	10.0	24.0	100	40

Il livello della falda è posto a 2.0 m dal piano campagna.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 4A) STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI					
Stazioni e fermate RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE PROVVISORIALI	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV 01 0 0 004	REV. A	FOGLIO 6 di 20

## 5. CRITERI DI VERIFICA PARATIE

### 5.1 Verifiche geotecniche SLU in condizioni statiche

Le verifiche delle paratie sono state condotte nei riguardi dei seguenti stati limite ultimi (SLU):

- collasso del complesso opera-terreno;
- instabilità globale dell'insieme terreno-opera;
- raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali.

Per le strutture di sostegno flessibili si adotta l'Approccio Progettuale 1 con le due combinazioni di coefficienti parziali (tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I del DM 17/01/2018):

- combinazione 1: A1 + M1 + R1
- combinazione 2: A2 + M2 + R1.

Il dimensionamento geotecnico dell'opera è stato condotto con la verifica di stati limite ultimi GEO, applicando la Combinazione 2 (A2+M2+R1); per le verifiche di stati limite ultimi STR l'analisi è stata invece condotta con la combinazione 1 (A1+M1+R1).

Le verifiche sono state condotte mediante l'ausilio del codice di calcolo Paratie Plus.

### 5.2 Verifiche geotecniche SLE

Per ciascun stato limite di esercizio deve essere rispettata la condizione [6.2.7] delle NTC 2018:

$$E_d \leq C_d$$

essendo  $E_d$  e  $C_d$  rispettivamente il valore di progetto dell'effetto delle azioni e il prescritto valore limite dell'effetto delle azioni (spostamenti, rotazioni, distorsioni, ecc.).

In particolare, dovranno essere valutati gli spostamenti delle opere di sostegno e del terreno circostante per verificarne la compatibilità con la funzionalità delle opere stesse e con la sicurezza e funzionalità dei manufatti adiacenti, anche a seguito di modifiche indotte sul regime delle pressioni interstiziali.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 4A) STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI					
Stazioni e fermate RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE PROVVISORIALI	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV 01 0 0 004	REV. A	FOGLIO 7 di 20

## 6. ANALISI DEI CARICHI

Nel seguente paragrafo si descrivono i carichi elementari che agiscono sulla struttura in oggetto. Tali azioni sono definite secondo le normative e sono utilizzate per la generazione delle combinazioni di carico nell'ambito delle verifiche di resistenza ed in esercizio.

Tutti i carichi elementari si riferiscono all'unità di sviluppo dell'opera, pertanto sono tutti definiti rispetto all'unità di lunghezza.

### 6.1 Carichi permanenti

#### 6.1.1 Spinta del terreno

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

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

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

#### 6.1.2 Sovraccarico permanente

È stato considerato un carico permanente dovuto alla sovrastruttura ferroviaria pari a  $14.4 \text{ kN/m}^2$  ( $=18 \text{ kN/m}^2 \cdot 0.8 \text{ m}$ ).

### 6.2 Carichi accidentali

#### 6.2.1 Sovraccarico ferroviario

È stato considerato un sovraccarico variabile dovuto al treno di carico SW2 pari a  $150 \text{ kN/m}$ . Tale sovraccarico è stato ripartito al livello del piano di regolamento considerando una larghezza di ripartizione pari alla larghezza della traversa più la larghezza dovuta alla diffusione del carico all'interno del ballast ( $=150 / (2.4 + 2 \cdot 0.4/4) = 57.7 \text{ kN/m}^2$ ).

Stazioni e fermate

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE PROVVISORIALI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV 01 0 0 004	A	8 di 20

### 6.3 Valutazione dell'azione sismica

La paratia in oggetto è un'opera provvisoria caratterizzata da una vita nominale di progetto inferiore a 2 anni e pertanto le verifiche sismiche vengono omesse.

## 7. COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico prese in considerazione nelle verifiche sono state definite in base a quanto prescritto dalle NTC-2018 al par.2.5.3:

– Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.1]$$

– Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

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

– Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio reversibili:

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

– Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

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

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

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

– Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad [2.5.6]$$

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj} \quad [2.5.7]$$

Per le verifiche si deve tenere conto dei coefficienti parziali per le azioni, per i parametri geotecnici e per le resistenze.

	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_f$ (o $\gamma_{fi}$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Per i carichi permanenti  $G_2$  si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_{G1}$

Tabella 7-1 - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU.

Stazioni e fermate

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE PROVVISORIALI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV 01 0 0 004	A	9 di 20

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

Tabella 7-2 - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 4A) STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI					
	Stazioni e fermate RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE PROVVISORIALI	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40 D 29</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV 01 0 0 004</b>	REV. <b>A</b>

## 8. PROGETTO E VERIFICA DELLE OPERE PROVVISORIALI

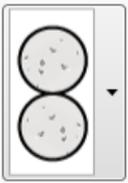
La paratia è costituita da micropali  $\phi 300$  ad interasse 0.4 m ed armati con tubolare  $\phi 219.1$  spessore 10mm e lunghezza 6.0 m. L'altezza di scavo massima è pari a 1.80 m, con distanza tra l'asse della linea in esercizio e l'asse della paratia pari a 2.8 m.

### 8.1 Dati di input

Di seguito le caratteristiche della sezione di calcolo.

**Diaframma o Pali**

**Calcestruzzo**



Materiale C25/30

Spessore Ct 0.6 m

Diametro Cd 0.3 m

Passo Cs 0.4 m

Efficacia del calcestruzzo per il calcolo della rigidezza [0-1] ac 1

**Acciaio**



Materiale S275

Profilo CHS219.1\*10

Passo Ss 0.4 m

Diametro Sod 0.2191 m

Spessore Sot 0.01 m

### 8.2 Fasi di calcolo

Nel programma di calcolo Paratie Plus sono state implementate le seguenti fasi di calcolo:

- 1) Stato di fatto (sovraccarico permanente attivo)
- 2) Realizzazione paratia
- 3) Scavo fino a quota di progetto
- 4) Applicazione sovraccarico accidentale

Stazioni e fermate

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE PROVVISORIALI

COMMESSA

RS3U

LOTTO

40 D 29

CODIFICA

CL

DOCUMENTO

FV 01 0 0 004

REV.

A

FOGLIO

11 di 20

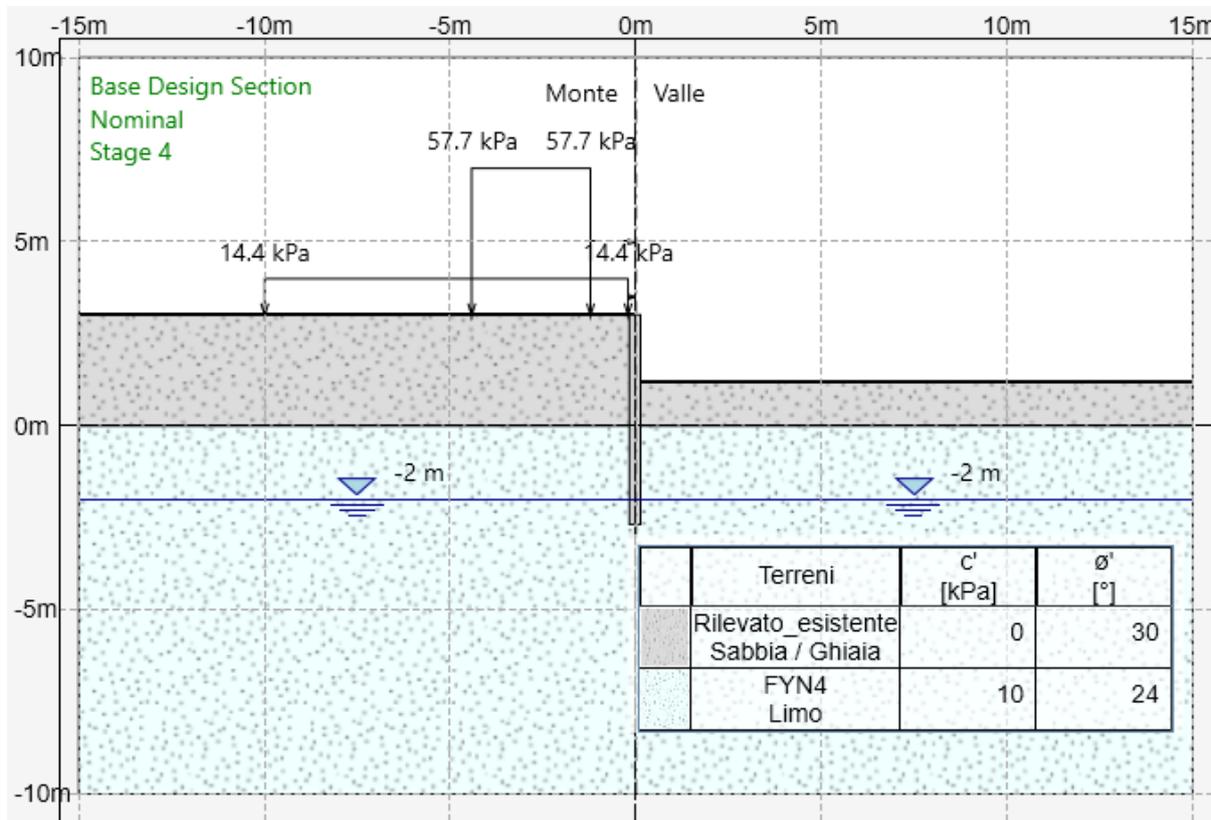


Figura 8-1 – Schema di calcolo paratia.

Stazioni e fermate

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE PROVVISORIALI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV 01 0 0 004	A	12 di 20

### 8.3 Risultati delle analisi e verifiche

A seguire si riportano i diagrammi delle sollecitazioni agli stati limite ultimi statici e la verifica del tubolare di acciaio.

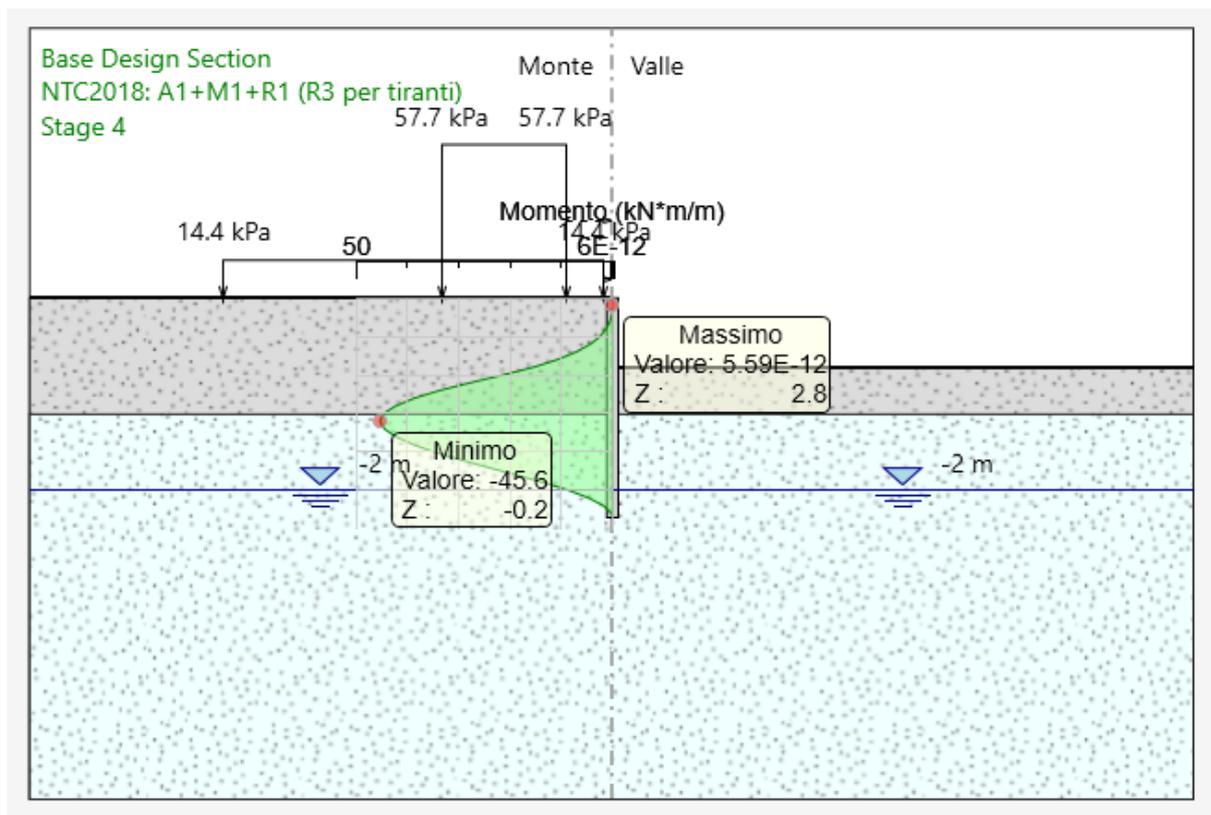


Figura 8-2 – Momento SLU.

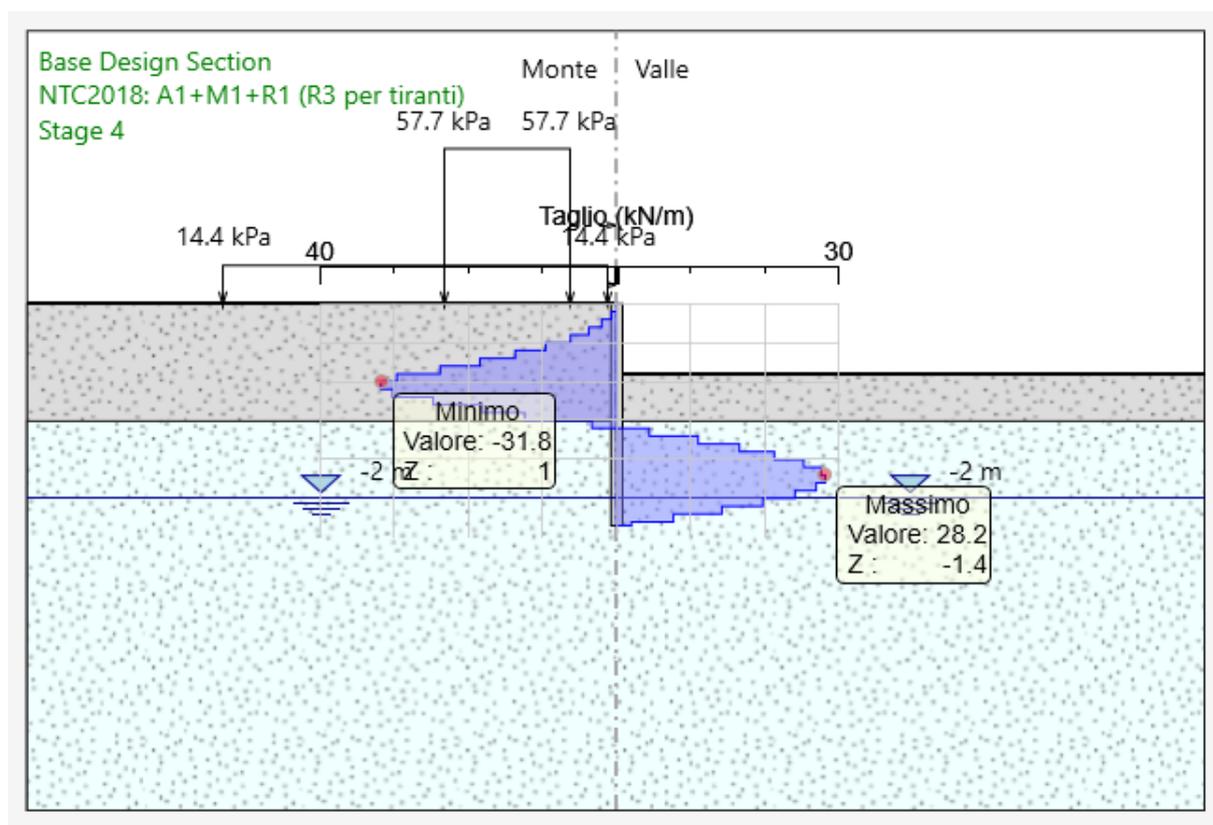


Figura 8-3 – Taglio SLU.

combinazione	fase	Sollecitazioni a metro lineare			Sollecitazioni sul singolo micropalo	
		$M_{max}$	$z (M_{max})$	$V$	$M$	$V$
(-)	(-)	(kNm/m)	(m)	(kN/m)	(kNm)	(kN)
SLU-STR	4	45.6	3.2 da testa palo	31.8	18.24	12.72

Figura 8-4: Riepilogo sollecitazioni.

Stazioni e fermate

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE PROVVISORIALI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV 01 0 0 004	A	14 di 20

Diametro esterno nominale	D	219.10 [mm]
Spessore nominale	T	10.00 [mm]
Diametro interno nominale	d	199.10 [mm]

**CARATTERISTICHE MECCANICHE**

Area della sezione trasversale	A	65.7 [cm <sup>2</sup> ]
Momento d'inerzia	I	3598 [cm <sup>4</sup> ]
Raggio d'inerzia	i	7.40 [cm]
Modulo di resistenza elastico	W <sub>el,yy</sub>	328 [cm <sup>3</sup> ]
Modulo di resistenza plastico attorno all'asse forte	W <sub>pl,yy</sub>	438 [cm <sup>3</sup> ]
Momento d'inerzia torsionale	I <sub>t</sub>	7197 [cm <sup>4</sup> ]
Modulo di torsione	C <sub>t</sub>	657 [cm <sup>3</sup> ]

**CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE**

Valore di snervamento dell'acciaio	f <sub>y</sub>	275 [MPa]
Coefficiente ε	ε	0.92 [-]
<b>Classificazione</b>		
Diametro	d	219.10 [mm]
Spessore	t	10.00 [mm]
Rapporto tra diametro e spessore	d/t	21.91 [-]
Classificazione della sezione		<b>CLASSE 1</b>

**VERIFICHE DI RESISTENZA**

per sezioni di classe 1,2

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

$$\gamma_{M1} = 1.1$$

Sollecitazioni di progetto	N <sub>ed</sub> =	0	KN
	M <sub>ed</sub> =	18.24	KNm
	V <sub>ed</sub> =	12.72	KN
Resistenze di calcolo	N <sub>c,rd</sub> =	1720.47	KN
	M <sub>c,rd</sub> =	114.60	KNm
	V <sub>c,rd</sub> =	632.36	KN

Condizione  
 $V_{ed} \leq 0.5 \cdot V_{c,rd}$  SI  $\Rightarrow$  taglio non influenza la resistenza a flessione  
 $\Rightarrow \rho = (2V_{cd}/V_{c,rd}-1)^2 = 0$

Compressione  $N_{ed}/N_{c,rd} = 0 \leq 1$

Flessione  $M_{ed}/M_{c,rd} = 0.16 \leq 1$

Taglio  $V_{ed}/V_{c,rd} = 0.02 \leq 1$

Stazioni e fermate

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE PROVVISORIALI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV 01 0 0 004	A	15 di 20

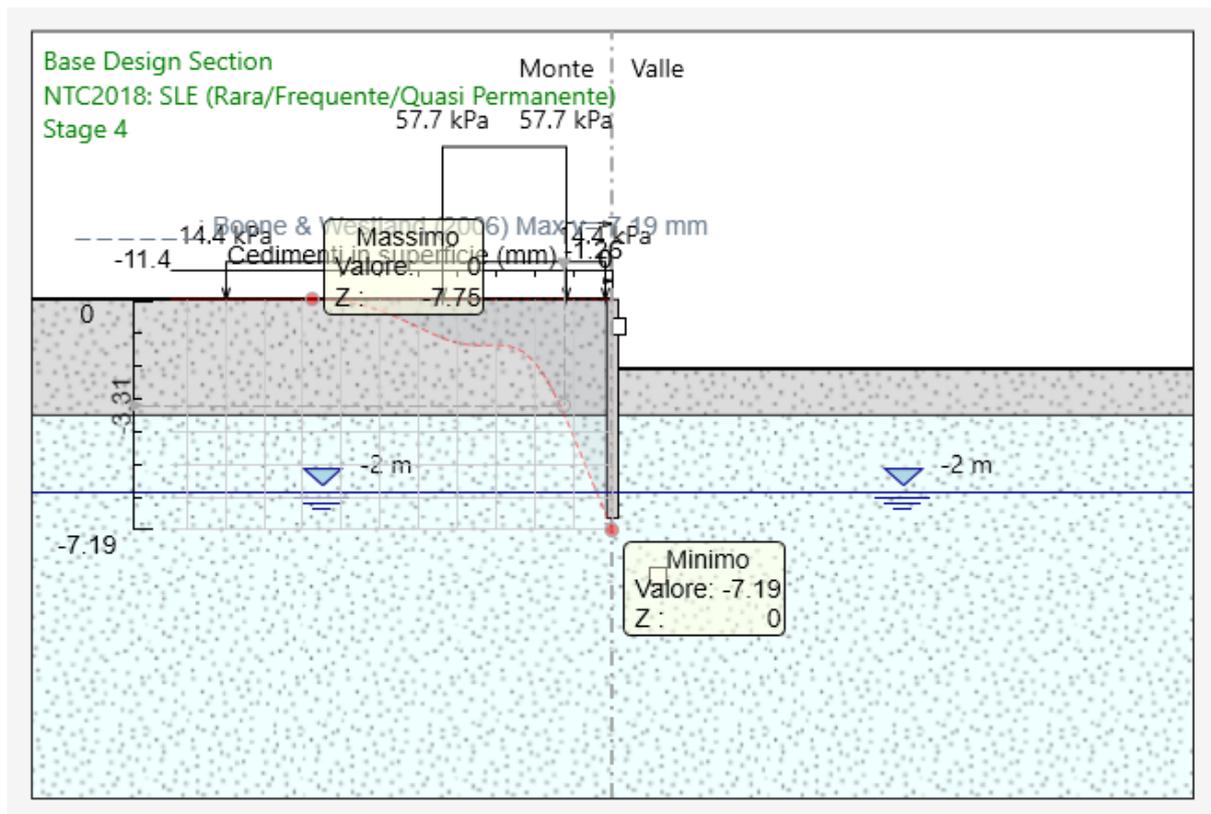
## Mobilizzazione spinta passiva

### Riepilogo per la DA <NTC2018: A2+M2+R1 >

#### Parete <Left Wall>

Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX) A2+M2+R1 (Stage 2)	0.18	D.A. NTC2018:
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX) A2+M2+R1 (Stage 4)	<b>0.49</b>	D.A. NTC2018:

### 8.3.1 Verifica cedimenti binario in esercizio



Stazioni e fermate

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE PROVVISORIALI

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

RS3U

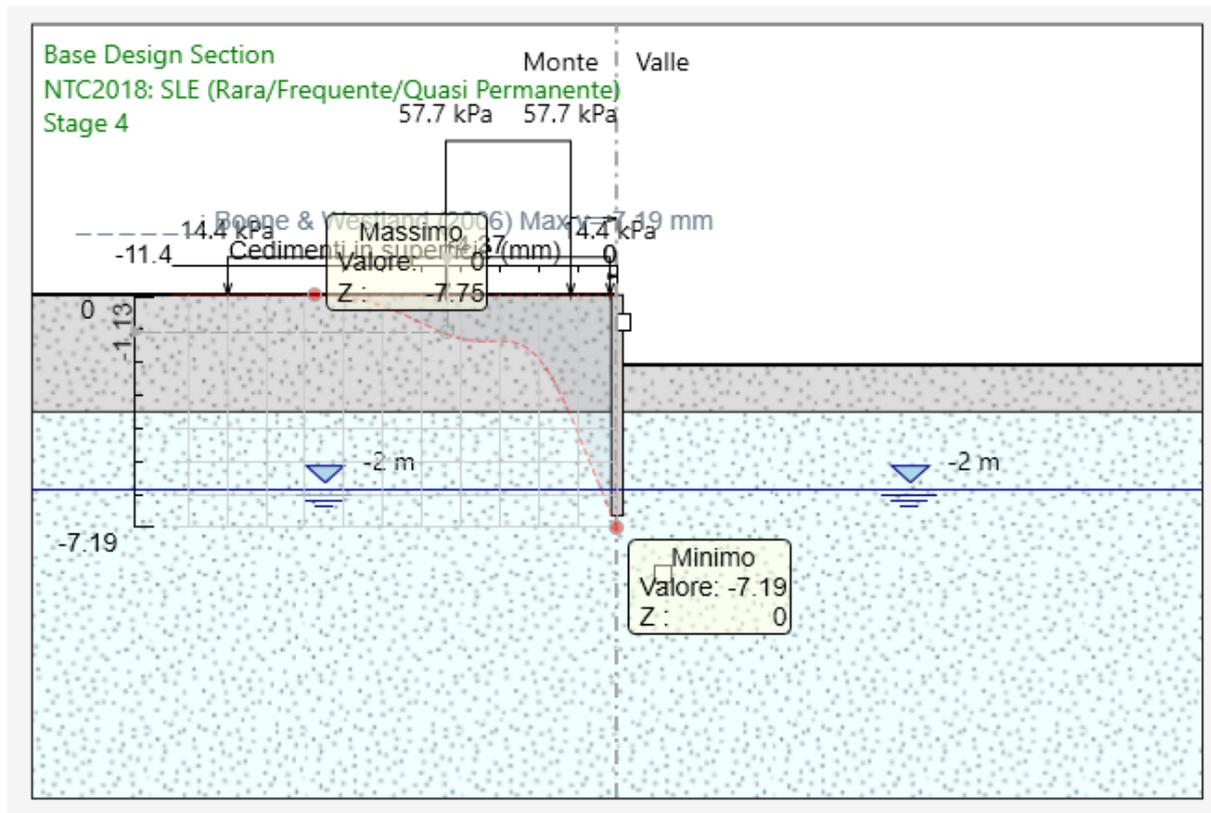
40 D 29

CL

FV 01 0 0 004

A

16 di 20



$$\delta = 3.3 - 1.3 = 2.0 \text{ mm} = 0.2 \text{ cm} < \delta_{\text{max, ammissibile}} = 1.35 \text{ cm}$$

Il  $\delta_{\text{max, ammissibile}}$  è stato valutato a partire dallo “Standard di qualità geometrica del binario e parametri di dinamica di marcia per linee con velocità fino a 300km/h”

Secondo questa normativa lo sghembo è definito come riportato di seguito:

Stazioni e fermate

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE PROVVISORIALI

COMMESSA

RS3U

LOTTO

40 D 29

CODIFICA

CL

DOCUMENTO

FV 01 0 0 004

REV.

A

FOGLIO

17 di 20

### SGHEMBO

Abbreviazione  $\gamma$ : è l'inclinazione, espressa in ‰, relativa di una fila di rotaia rispetto all'altra, calcolata come rapporto tra la differenza di livello trasversale XL fra due sezioni di binario poste a una distanza data, che è la base di misura dello sghembo, e la base stessa.

Nel presente Standard sono indicati i valori ammessi dello sghembo per le basi di lunghezza 3 metri e 9 metri.

Sul grafico si valutano i valori dalla linea dello zero ai picchi superiori o inferiori come da grafico di Figura 9; i superi sono gli scostamenti rispetto allo zero che eccedono il valore ammesso.



n.b. : il valore ammesso si applica rispetto allo zero, lo sghembo effettivo è comprensivo della pendenza dell'eventuale rampa di sopraelevazione.

Fig.9: singoli difetti di sghembo

Dove la dimensione XL è la seguente:

### LIVELLO TRASVERSALE

Abbreviazione XL: è la misura, espressa in mm, della differenza in altezza tra le due tavole di rotolamento adiacenti; è espressa come l'altezza del triangolo rettangolo avente ipotenusa pari a 1500 mm ed angolo al vertice pari all'angolo tra il piano di rotolamento ed un piano orizzontale di riferimento.

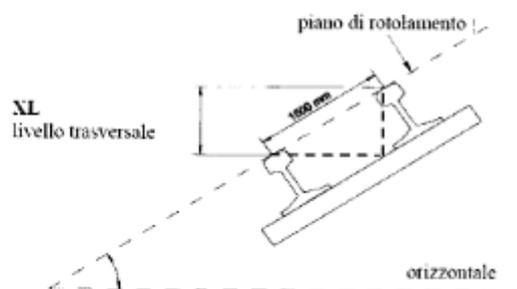


Fig.6: livello trasversale

Per cui la verifica da soddisfare è la seguente, in funzione del livello di qualità del binario:

Stazioni e fermate

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE PROVVISORIALI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV 01 0 0 004	A	18 di 20

### III.7 SGHEMBO

Difetti isolati.

Le seguenti prescrizioni vanno ad integrare quelle della Circolare L.41/344/7.9 del 28/09/87 sui valori limite dello sghembo del binario, che devono essere comunque rispettate.

	V ≤ 200 km/h		200 < V ≤ 300 km/h	
	γ base 3 m	γ base 9 m	γ base 3 m	γ base 9 m
1° livello di qualità	$\gamma_{3m} < 4,5$	$\gamma_{9m} < 3,5$	$\gamma_{3m} < 3,5$	$\gamma_{9m} < 2,7$
2° livello di qualità	$4,5 \leq \gamma_{3m} < 5,8$	$3,5 \leq \gamma_{9m} < 4,0$	$3,5 \leq \gamma_{3m} < 4,5$	$2,7 \leq \gamma_{9m} < 3,0$
3° livello di qualità	Per valori di γ superiori ai limiti di cui al "2° livello di qualità" si applica quanto riportato nella Parte IV, p.to IV.6			

(1) ATTENZIONE al rispetto delle condizioni di lavorabilità del binario previste dalla Norma sulla l.r.s.

ATTENZIONE ai deviatori inseriti in curva

n.b.: Quando ci sono superi dei valori del terzo livello va consultata la Parte IV – VALORI COMPORTANTI VINCOLI ALL'ESERCIZIO.

E di seguito vengono definiti i livelli di qualità:

Lo Standard è articolato in tre Parti:

- **Parte II: valori ammessi a seguito di lavori all'armamento.** Sono definite due classi di valori, per:
  - lavori di rinnovo o nuove costruzioni, o lavori assimilabili a questi
  - interventi di manutenzione per il ripristino della geometria del binario per armamento in esercizio.
- **Parte III: livelli di qualità geometrica correnti.** Sono i valori entro i quali si svolge la normale vita tecnica della geometria dell'armamento; in linea di massima, essi vengono divisi in tre "livelli di qualità":
  - un **primo livello** di qualità, entro il quale la geometria del binario non richiede alcuna programmazione di interventi correttivi
  - un **secondo livello** di qualità, entro il quale le condizioni geometriche del binario consentono il normale esercizio ferroviario senza alcun tipo di restrizione ma che comportano:
    - o l'analisi delle cause di degrado
    - o la valutazione della velocità di evoluzione del difetto
    - o la programmazione e l'eventuale esecuzione di lavori di manutenzione della geometria in funzione della velocità di evoluzione del difetto rilevata localmente.
 La valutazione della velocità di evoluzione del difetto sarà, in linea di principio, effettuata tramite confronto con i rilievi geometrici precedenti o tramite l'effettuazione di rilievi ad hoc, oppure tramite il riconoscimento di zone ad evoluzione del difetto già nota; è necessario che venga fatto, in base all'esperienza, anche il riconoscimento delle zone ad evoluzione rapida, quali possono essere le transizioni opere d'arte / rilevato, i tratti con sede instabile, tratti con massicciata inquinata, ecc., al cui controllo deve essere posta massima attenzione.
 

Sulle linee AV/AC la valutazione della velocità di evoluzione del difetto potrà, inoltre, essere effettuata anche tramite confronto tra rilievi consecutivi dei treni AV della classe ETR500Y.
  - Un **terzo livello** di qualità, che ancora consente l'esercizio ferroviario senza alcun tipo di restrizione, a condizione che vengano programmati ed eseguiti lavori di manutenzione della geometria del binario prima del supero del massimo valore ammesso dal terzo livello di qualità, tenendo anche presente che le correzioni di geometria fatte tramite rinalzatura, quali ad esempio correzioni di difetti di livello longitudinale e trasversale, di allineamento, di sghembo, ecc., sono di problematica esecuzione nelle stagioni calde, ai sensi della vigente Normativa sulla lunga rotaia saldata (vedi limiti di lavorazione al binario).

Nel caso in esame possiamo verificare quanto segue:

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 4A)</b> <b>STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI</b>					
Stazioni e fermate RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE PROVVISORIALI	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40 D 29</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV 01 0 0 004</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>19 di 20</b>

Con un livello di qualità 1° il cedimento differenziale massimo può essere valutato come:

- con  $b=9.00$  m

$$\gamma_{lim} < 3.5 \text{ ‰}$$

considerando che  $\gamma = \delta/b$

$$\delta = 0.0035 \quad b = 0.0035 \quad 9 = 3.15 \text{ cm}$$

- con  $b=3.00$  m

$$\gamma_{lim} < 4.5 \text{ ‰}$$

considerando che  $\gamma = \delta/b$

$$\delta = 0.0045 \quad b = 0.0035 \quad 3 = 1.35 \text{ cm}$$

Questo ragionamento è a favore di sicurezza in quanto:

1. Stiamo garantendo il primo livello di qualità del binario;
2. Stiamo ipotizzando che la traversa 2 si trovi su un tombino e non subisce alcun cedimento per effetto della realizzazione del rilievo in ammorsamento e che tutto il cedimento differenziale d lo subisca la traversa 1.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA          TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 4A)          STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI</p>					
<p>Stazioni e fermate          RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>COMMESSA          RS3U</p>	<p>LOTTO          40 D 29</p>	<p>CODIFICA          CL</p>	<p>DOCUMENTO          FV 01 0 0 004</p>	<p>REV.          A</p>	<p>FOGLIO          20 di 20</p>

## 9. SINTESI DELLE VERIFICHE

Tutte le verifiche eseguite risultano soddisfatte:

### Verifiche strutturali:

- flessione:

Med = 18.24 kNm;

Mrd = 114.60 kNm;

Med/Mrd = 0.46 < 1.

- taglio:

Ved = 12.72 kN;

Vrd = 632.36 kN;

Ved/Vrd = 0.02 < 1.

### Verifiche geotecniche:

- massimo rapporto di spinta passiva mobilitata: 49%

In fase di costruzione delle opere civili dovrà comunque prevedersi un sistema topografico di controllo periodico dell'assetto piano altimetrico del binario che confermi le previsioni di cedimenti e ne controlli l'evoluzione. Tale monitoraggio dovrà avere cadenza sufficiente a monitorare l'andamento dei cedimenti e comunque dovrà essere fatto ogni fase costruttiva e di scavo fino all'esaurimento del fenomeno.