

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. INFRASTRUTTURE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)

OPERE CIVILI

Elaborati Generali OO.CC.

Relazione di calcolo delle opere provvisionali a sostegno della linea - Lotto 3a

SCALA:

-

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

RS3T 30 D 26 CL OC0000 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoll - Edin	Feb-2020	F.Coppini	Feb-2020	A.Barreca	Feb-2020	F.Sacchi Apr-2020
B	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoll - Edin	Apr-2020	F.Coppini	Apr-2020	A.Barreca	Apr-2020	

ITM/FERR - SA INFRASTRUTTURE NORD
Via...
Caltanissetta (CA) - 92012

INDICE

1.	PREMESSA	2
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
3.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	5
4.	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	6
5.	CRITERI DI VERIFICA PARATIE	7
5.1	VERIFICHE GEOTECNICHE SLU IN CONDIZIONI STATICHE.....	7
5.2	VERIFICHE GEOTECNICHE SLV (CONDIZIONI SISMICHE).....	7
5.3	VERIFICHE GEOTECNICHE SLE	8
6.	ANALISI DEI CARICHI	9
6.1	CARICHI PERMANENTI	9
6.1.1	<i>Spinta del terreno</i>	9
6.1.2	<i>Sovraccarico permanente</i>	9
6.2	CARICHI ACCIDENTALI	9
6.2.1	<i>Sovraccarico ferroviario</i>	9
6.3	VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA	10
7.	COMBINAZIONI DI CARICO	10
8.	PROGETTO E VERIFICA DELLE OPERE PROVVISORIE	12
8.1	DATI DI INPUT.....	12
8.2	FASI DI CALCOLO.....	12
8.3	RISULTATI DELLE ANALISI E VERIFICHE.....	14
8.3.1	<i>Verifica cedimenti binario esistente</i>	21
9.	SINTESI DELLE VERIFICHE.....	25

1. PREMESSA

Nella presente relazione si riporta il dimensionamento e la verifica delle paratie provvisoriali a protezione del binario esistente relative al lotto 3a.

Le paratie sono costituite da micropali $\Phi 125$ posti ad interasse di 25 cm ed armati con tubolare $\Phi 101.6$, spessore 8 mm e lunghezza massima di 6 m, si veda il dettaglio nella seguente Figura 1-1

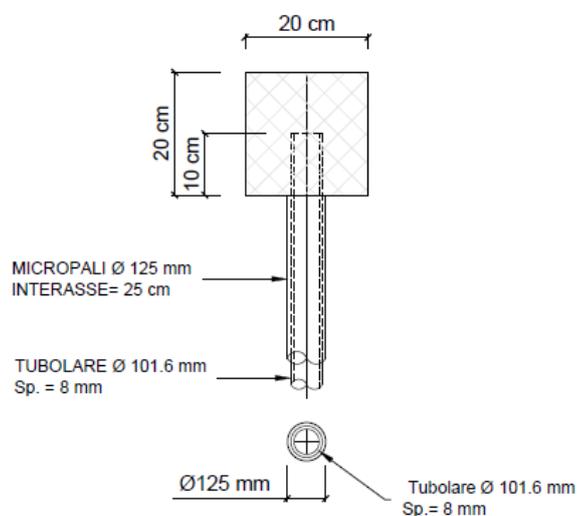


Figura 1-1 – Dettaglio del micropalo.

Di seguito si mostra la tabella riassuntiva con indicate le caratteristiche principali delle opere provvisoriali di progetto presenti nel lotto 3a, indicate con un numero progressivo da 01 a 13, in termini di progressive di progetto e WBS di appartenenza ed eventuale opera di sostegno correlata, in questi casi la paratia provvisoria è atta al sostegno del binario in fase di costruzione della fondazione del muro associato. Sono indicate inoltre la lunghezza del tubo di armatura e l'altezza di scavo misurata dall'estradosso del codolo 20X20 cm.

Opera Provisional e	WBS	da	a	Hpal o	Hscav o	distanz a binario	stratigrafi a	categoria sottosul o	sezioni		opera correlat a
									da	a	
(-)	(-)	(km)	(km)	(m)	(m)	(m)	(-)	(-)	da	a	(-)
01	RI01	66.39	196.24	6	2.40	3.00	a2	C	A1	A3	
02	RI01	200.24	297.94	6	2.19	3.00	a2	C	A5	A6	
03	RI01	307.22	517.09	6	2.11	3.00	a2	C	A7	A10	
04	RI01	519.89	550.69	6	2.40	3.00	a2	C	A11		

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE CIVILI – ELABORATI GENERALI OO.CC.					
RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE PROVISIONALI A SOSTEGNO DELLA LINEA - LOTTO 3A	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO OC 00 0 0 001	REV. B	FOGLIO 4 di 25

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

3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Strutture di sostegno provvisionali

Tipo di micropalo: a gravità

Miscela cementizia per per micropali	
Classe di resistenza	C20/25
Resistenza di progetto a compressione a 28 giorni	$f_{cd} = 0.85 f_{ck}/1.5 = 11.75 \text{ MPa}$
Modulo elastico a 28 giorni	$E_{cm} = 22000(f_{cm}/10)^{0.3} = 30200.5 \text{ MPa}$
Rapporto a/c	≤ 0.50
1 mc di sabbia per 600 kg di cemento ad alta resistenza	

Acciaio per tubi e profilati	
Tipo	S 355 J0

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE CIVILI – ELABORATI GENERALI OO.CC.					
RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE PROVVISORIALI A SOSTEGNO DELLA LINEA - LOTTO 3A	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO OC 00 0 0 001	REV. B	FOGLIO 6 di 25

4. INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Per l'inquadramento Geotecnico dell'opera sono stati considerati i parametri più bassi riscontrati lungo i tratti in cui si sviluppano le opere provvisorie del lotto 3a, facendo riferimento a quanto indicato nella Relazione geotecnica generale e nel profilo geotecnico di linea del lotto 3a: dal profilo geotecnico si osserva che l'unità geotecnica in corrispondenza di ogni paratia è a2.

Le condizioni peggiori si riscontrano in corrispondenza della tratta 1, quindi per le opere che presenti tra le progressive 66.39 km e 550.69 km.

Unità a2

$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$	peso di volume
$c' = 10.5 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 27^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$E_{op} = 60 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico operativo

La falda è a una profondità di 3 m da piano campagna.

Per il rilevato ferroviario esistente sono stati considerati i seguenti parametri:

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$	peso di volume
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 38^\circ$	angolo di resistenza al taglio

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE CIVILI – ELABORATI GENERALI OO.CC.					
RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE PROVVISORIALI A SOSTEGNO DELLA LINEA - LOTTO 3A	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO OC 00 0 0 001	REV. B	FOGLIO 7 di 25

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;
- sfilamento di uno o più ancoraggi;
- raggiungimento della resistenza in uno o più ancoraggi,
- 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 SLV (condizioni sismiche)

Le verifiche in condizioni sismiche sono state condotte con riferimento allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV), con riferimento alla configurazione finale dell'opera di sostegno. Per le verifiche in condizioni sismiche i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici sono pari all'unità. Si adotta il metodo pseudostatico, calcolando il coefficiente sismico orizzontale secondo le prescrizioni della normativa (DM 17/01/2018):

$$k_h = \alpha \cdot \beta \cdot \left(\frac{a_{\max}}{g} \right)$$

dove:

- a_{\max} è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito,
- α è il coefficiente di deformabilità (Figura 7.11.2 del DM 17/01/2018);
- β è il coefficiente di spostamento (Figura 7.11.3 del DM 17/01/2018).

Per la definizione dell'azione sismica si rimanda al paragrafo 7.4. L'effetto del sisma sulle strutture di sostegno è ottenuto applicando un incremento di spinta (cfr § 7.11.6.3.1 del D.M. 17/01/2018 e § C7.11.6.3 della Circolare 7/19) del terreno valutato secondo la teoria di Mononobe-Okabe, agente direttamente sulla paratia secondo una distribuzione uniforme sull'intera altezza dell'opera.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE CIVILI – ELABORATI GENERALI OO.CC.					
RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE PROVISIONALI A SOSTEGNO DELLA LINEA - LOTTO 3A	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO OC 00 0 0 001	REV. B	FOGLIO 8 di 25

$$\Delta S_E = \left[\frac{1}{2} \gamma \cdot H^2 \cdot (K_{aE} - K_a) \right] / H,$$

dove: γ rappresenta il peso dell'unità di volume della formazione con la quale l'opera interagisce, H rappresenta l'altezza totale dell'opera (comprensiva del tratto infisso), K_{aE} e K_a rappresentano i coefficienti di spinta attiva in condizioni sismiche e statiche rispettivamente.

Per la valutazione della spinta passiva si assume $\alpha=1$ (§7.11.6.3 del DM 17/01/2018). Il coefficiente sismico verticale, k_v , si assume pari a 0 (§7.11.6.3 del DM 17/01/2018).

I coefficienti di spinta attiva sono determinati attraverso la relazione di Mononobe (1929) e Okabe (1926). I coefficienti di spinta passiva sono determinati attraverso la relazione di Lancellotta (2007). L'angolo di attrito terreno/struttura, δ , si assume pari a 1/2 della resistenza al taglio del terreno naturale.

5.3 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 3) OPERE CIVILI – ELABORATI GENERALI OO.CC.					
RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE PROVVISORIALI A SOSTEGNO DELLA LINEA - LOTTO 3A	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO OC 00 0 0 001	REV. B	FOGLIO 9 di 25

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, in esercizio ed in presenza dell'evento sismico.

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 kN/m^2 ($=18 \text{ kN/m}^2 \cdot 0.8\text{m}$) agente su una striscia di 5.3 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 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 ($=150 / (2.4 + 2 \cdot 0.4/4) = 57.7 \text{ kN/m}^2$).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE CIVILI – ELABORATI GENERALI OO.CC.					
	RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE PROVVISORIALI A SOSTEGNO DELLA LINEA - LOTTO 3A	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO OC 00 0 0 001	REV. B

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 potrebbero essere omesse.

Cautelativamente però si considera l'azione sismica con un periodo di riferimento pari a 35 anni e pertanto, con riferimento allo stato limite di salvaguardia della vita, si ha:

a_g	S_s	S_T
0.065 g	1.5	1.00

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 γ_f (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ 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 γ_{G1}

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

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

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

Le combinazioni sismiche sono effettuate ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici e impiegando le resistenze di progetto con gli opportuni coefficienti parziali γ_R .

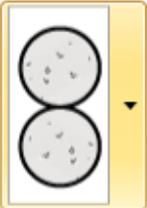
 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE CIVILI – ELABORATI GENERALI OO.CC.					
	RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE PROVVISORIALI A SOSTEGNO DELLA LINEA - LOTTO 3A	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO OC 00 0 0 001	REV. B

8. PROGETTO E VERIFICA DELLE OPERE PROVVISORIALI

Dall'analisi della Tabella 1-1 si evidenzia che il processo di involuppo delle paratie fornisce la condizione più gravosa per la paratia costituita da pali di lunghezza massima di 6 m e altezza di scavo massima 2.40 m, con distanza minima tra l'asse della linea storica in esercizio e l'asse della paratia pari a 2.15 m. L'altezza del cordolo è pari a 20 cm.

8.1 Dati di input

Di seguito le caratteristiche della sezione di calcolo.

Diaframma o Pali	
Calcestruzzo	
	Materiale: C20/25 Spessore: Ct = 0.6 m Diametro: Cd = 0.125 m Passo: Cs = 0.25 m Efficacia del calcestruzzo per il calcolo della rigidità [0-1]: ac = 1
Acciaio	
	Materiale: S355 Profilo: CHS101.6*8 Passo: Ss = 0.25 m Diametro: Sod = 0.1016 m Spessore: Sot = 0.008 m

8.2 Fasi di calcolo

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

- 1) Realizzazione della paratia e applicazione sovraccarico permanente
- 2) Scavo fino a quota di progetto
- 3) Applicazione sovraccarico accidentale
- 4) Applicazione azione sismica.

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE
PROVISIONALI A SOSTEGNO DELLA LINEA -
LOTTO 3A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	OC 00 0 0 001	B	13 di 25

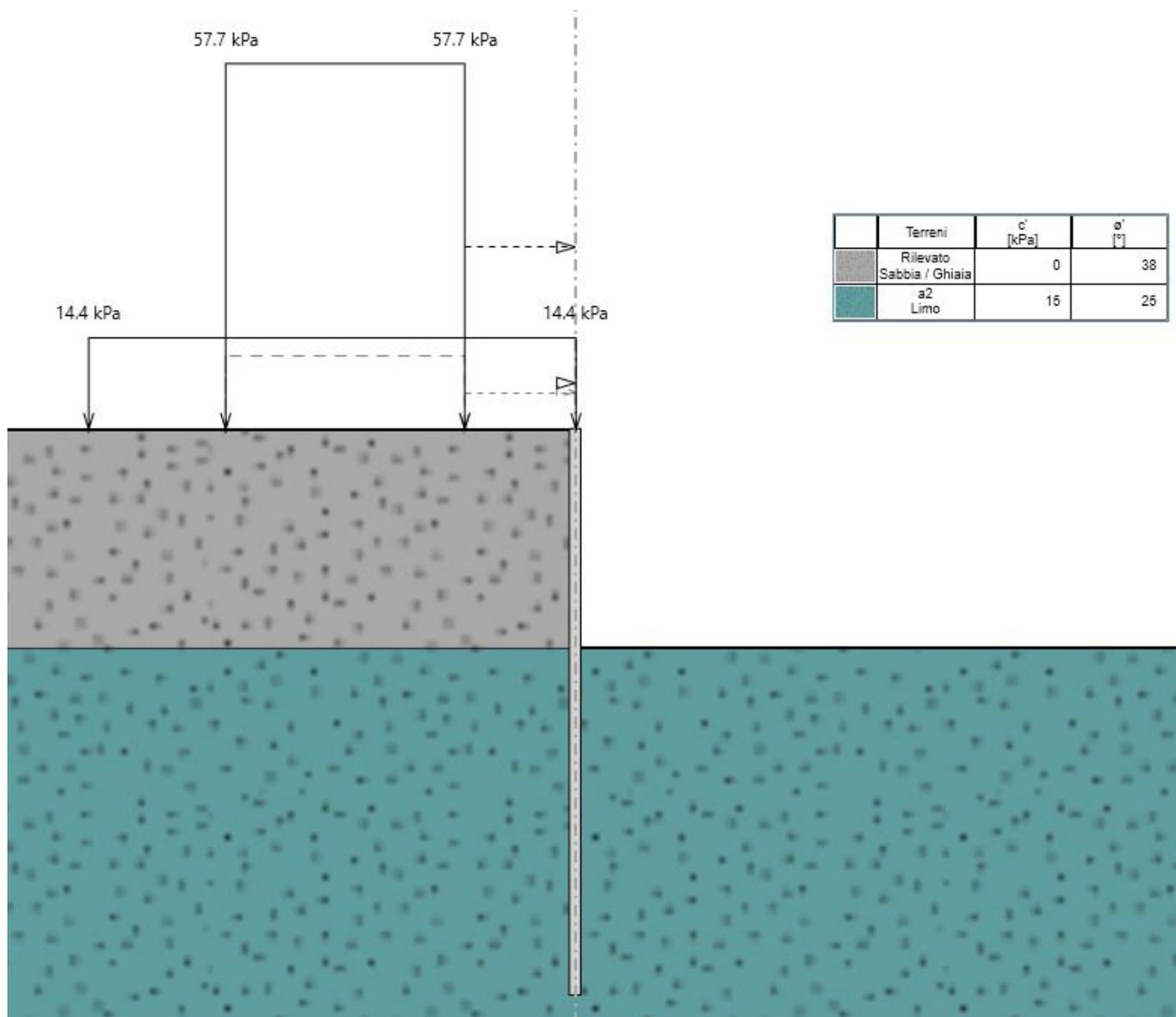


Figura 8-1 – Schema di calcolo paratia: modello 01.

8.3 Risultati delle analisi e verifiche

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

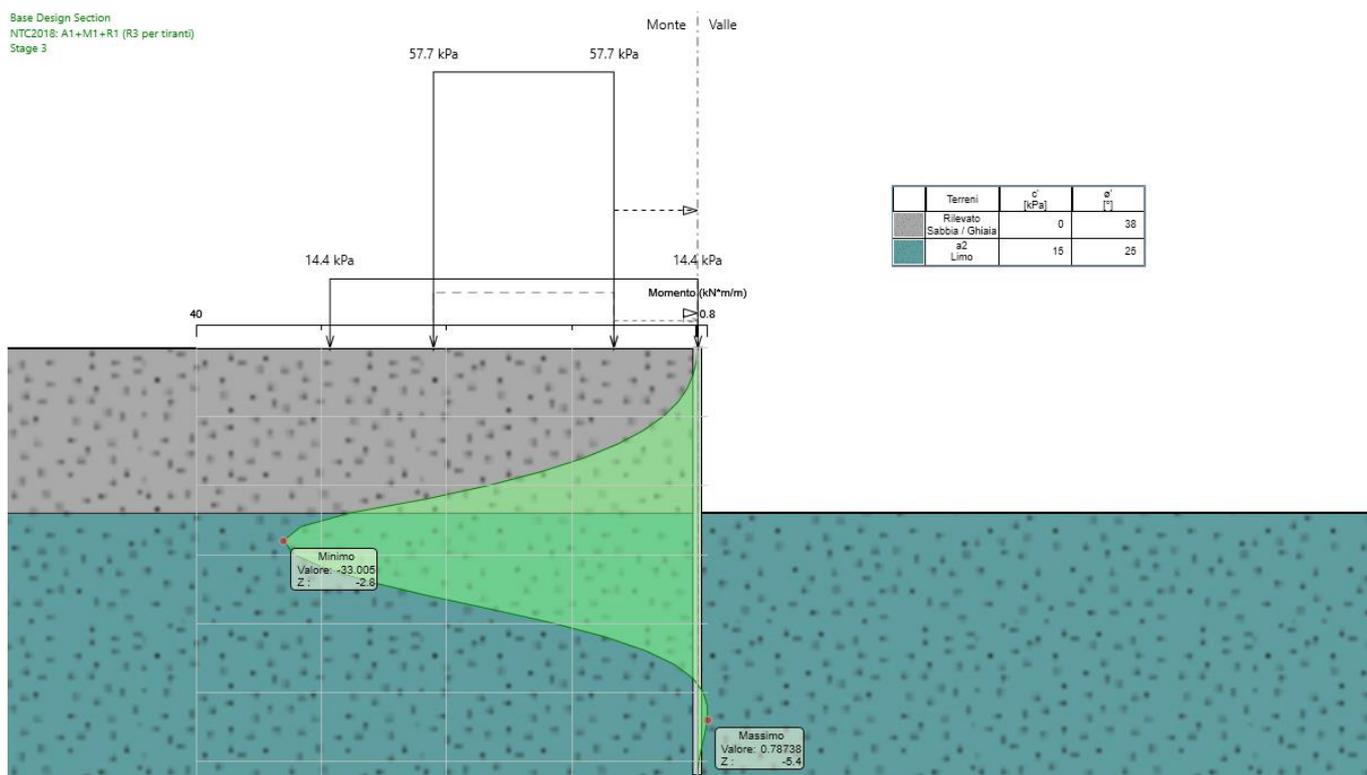


Figura 8-2 – Modello 01: Momento SLU .

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE
PROVVISORIALI A SOSTEGNO DELLA LINEA -
LOTTO 3A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	OC 00 0 0 001	B	15 di 25

Base Design Section
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)
Stage 3

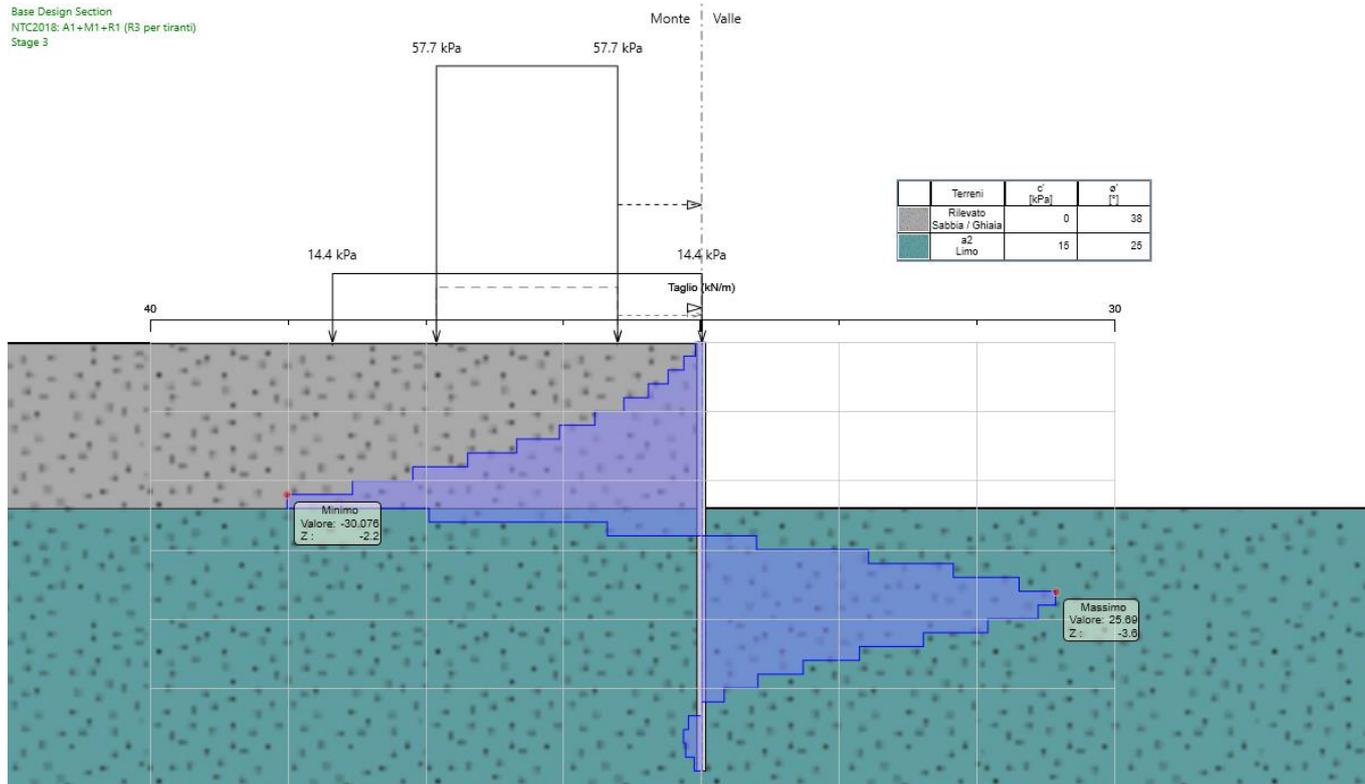


Figura 8-3 – Modello 01: Taglio SLU.

Base Design Section
NTC2018: SISMICA STR
Stage 4

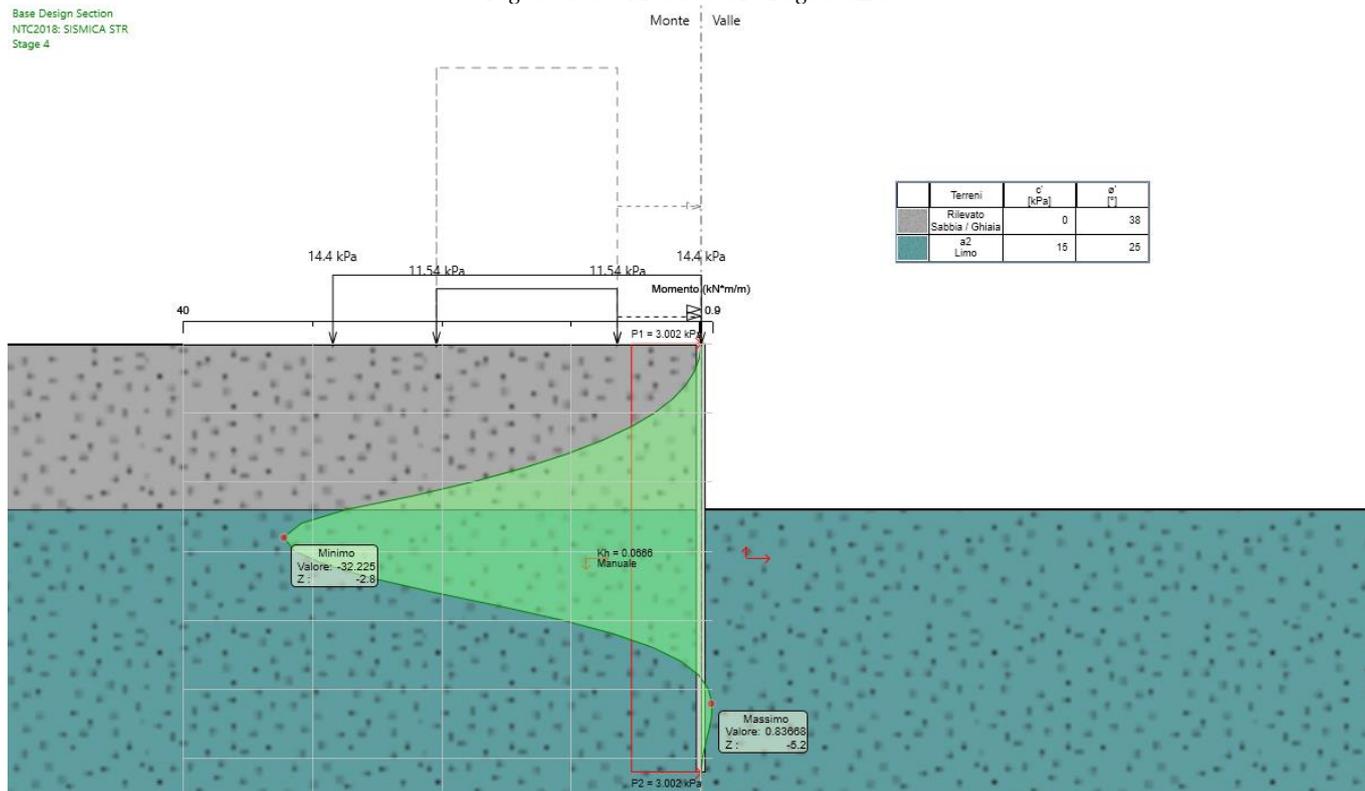


Figura 8-4 – Modello 01: Momento SLV.

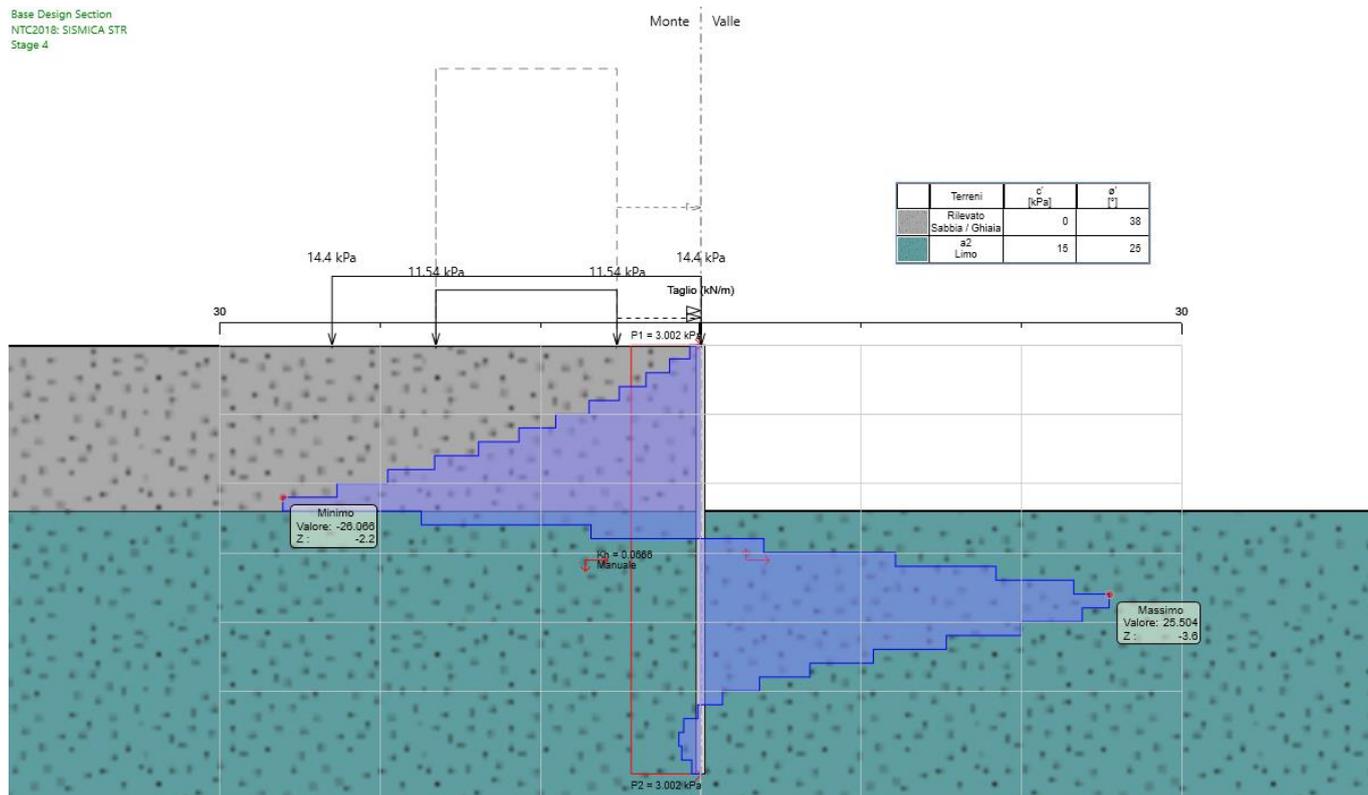


Figura 8-5 – Modello 01: Taglio SLV.

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE
PROVVISORIALI A SOSTEGNO DELLA LINEA -
LOTTO 3A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	OC 00 0 0 001	B	17 di 25

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	3	33.00	2.8	30.00	8.25	7.5
SLV- STR	4	32.23	2.8	26.00	8.06	6.5

Figura 8-6: Modello 01: Riepilogo sollecitazioni .

Diametro esterno nominale	D	101.60 [mm]
Spessore nominale	T	8.00 [mm]
Diametro interno nominale	d	85.60 [mm]

CARATTERISTICHE MECCANICHE

Area della sezione trasversale	A	23.5 [cm ²]
Momento d'inerzia	I	260 [cm ⁴]
Raggio d'inerzia	i	3.32 [cm]
Modulo di resistenza elastico	$W_{el,yy}$	51 [cm ³]
Modulo di resistenza plastico attorno all'asse forte	$W_{pl,yy}$	70 [cm ³]
Momento d'inerzia torsionale	I_t	519 [cm ⁴]
Modulo di torsione	C_t	102 [cm ³]

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE

Valore di snervamento dell'acciaio	f_y	275 [MPa]
Coefficiente ϵ	ϵ	0.92 [-]
Classificazione		
Diametro	d	101.60 [mm]
Spessore	t	8.00 [mm]
Rapporto tra diametro e spessore	d/t	12.70 [-]
Classificazione della sezione		CLASSE 1

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE
PROVISIONALI A SOSTEGNO DELLA LINEA -
LOTTO 3A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	OC 00 0 0 001	B	18 di 25

VERIFICHE DI RESISTENZA per sezioni di classe 1,2

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

$$\gamma_{M1} = 1.1$$

Sollecitazioni di progetto	$N_{ed} =$	0	KN
	$M_{ed} =$	8.25	KNm
	$V_{ed} =$	7.5	KN

Resistenze di calcolo	$N_{c,rd} =$	616.11	KN
	$M_{c,rd} =$	18.40	KNm
	$V_{c,rd} =$	226.45	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 $M_{ed}/M_{c,rd} = 0.448345 \leq 1$

Taglio $V_{ed}/V_{c,rd} = 0.033119 \leq 1$

Mobilizzazione spinta passiva – condizioni statiche

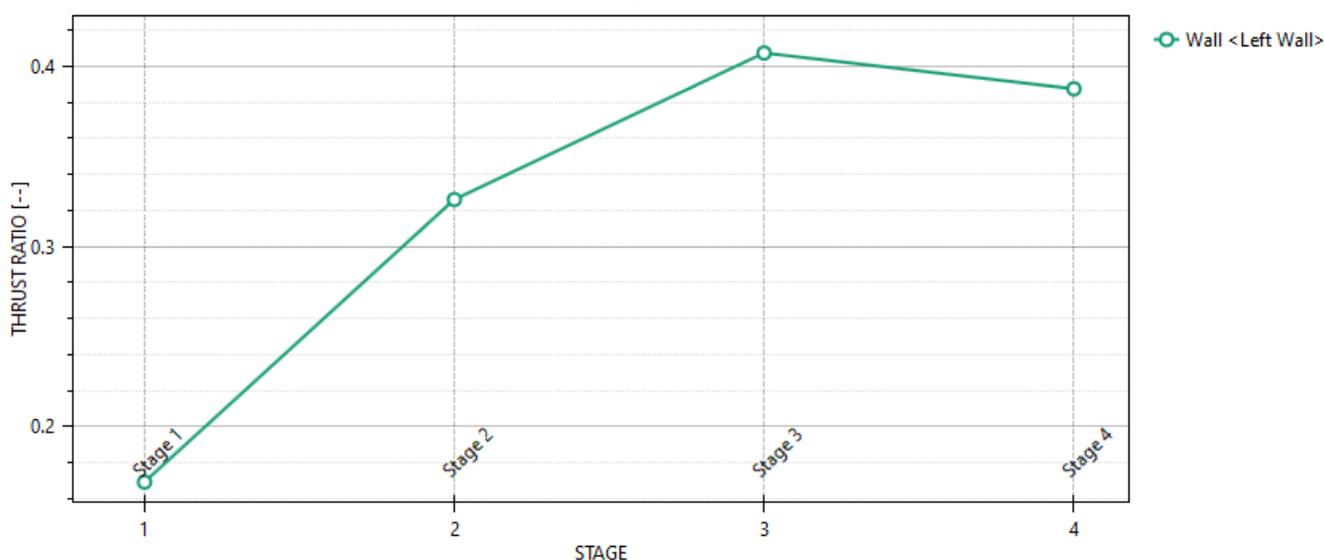
Riepilogo per la DA <NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)>

Parete <Left Wall>

Min. spostamento laterale [mm] (R3 per tiranti) (Stage 2)	-0.02	Z = -4 m	D.A. NTC2018: A1+M1+R1
Max. spostamento laterale [mm] (R3 per tiranti) (Stage 4)	38.21	Z = 0 m	D.A. NTC2018: A1+M1+R1
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX) A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 1)	0.11		D.A. NTC2018:
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX) A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (Stage 3)	0.27		D.A. NTC2018:

Massimi rapporti di mobilitazione spinta passiva

D.A. <NTC2018: A2+M2+R1>



Design Assumption

NTC2018: A2+M2+R1

Scegli grafico

Massimi rapporti di mobilitazione spinta passiva

Mobilizzazione spinta passiva – condizioni sismiche

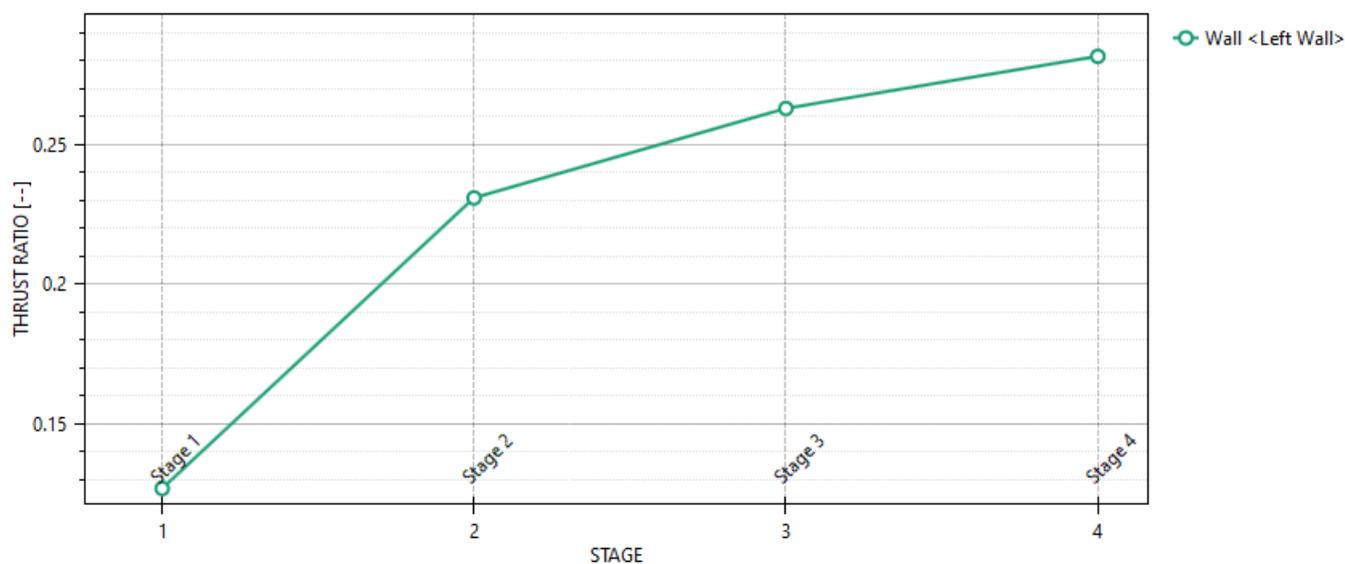
Riepilogo per la DA <NTC2018: SISMICA GEO>

Parete <Left Wall>

Min. spostamento laterale [mm] (Stage 2)	-0.02	Z = -4 m	D.A. NTC2018: SISMICA GEO
Max. spostamento laterale [mm] (Stage 4)	48.21	Z = 0 m	D.A. NTC2018: SISMICA GEO
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX) SISMICA GEO (Stage 1)	0.11		D.A. NTC2018:
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX) SISMICA GEO (Stage 4)	0.28		D.A. NTC2018:

Massimi rapporti di mobilizzazione spinta passiva

D.A. <NTC2018: SISMICA GEO>



Design Assumption

NTC2018: SISMICA GEO

Scegli grafico

Massimi rapporti di mobilizzazione spinta passiva

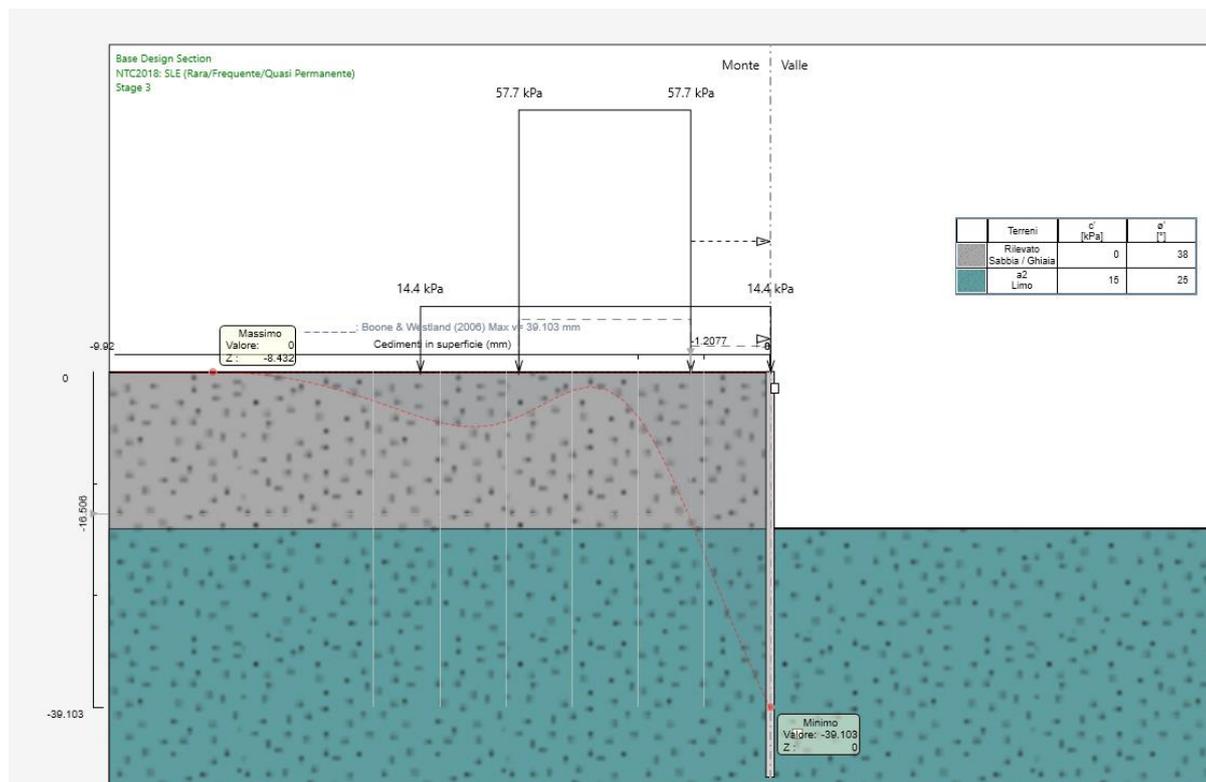
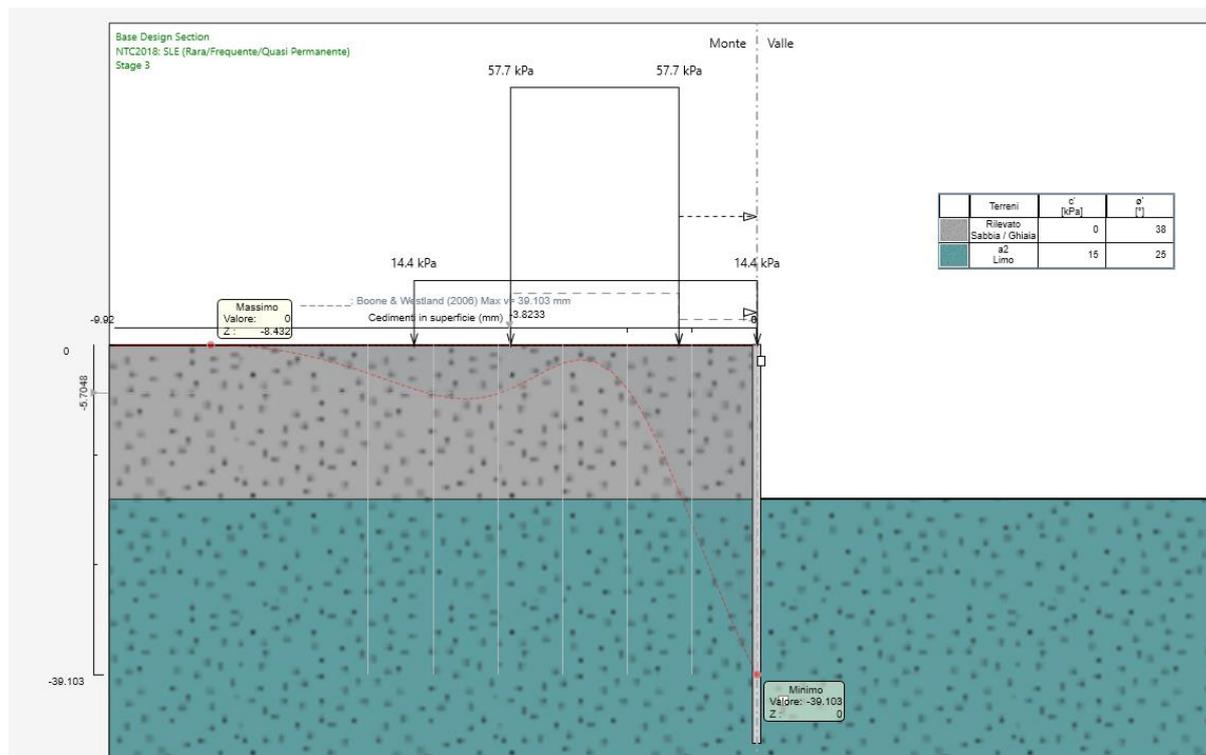
Quindi:

- massimo rapporto di spinta passiva mobilitata in condizioni statiche: 27%;
- massimo rapporto di spinta passiva mobilitata in condizioni sismiche: 28%;

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE
PROVVISORIALI A SOSTEGNO DELLA LINEA -
LOTTO 3A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	OC 00 0 0 001	B	21 di 25

8.3.1 Verifica cedimenti binario esistente



$$\delta = 16.5 - 5.7 = 10.8 \text{ mm} = 1.08 \text{ cm} < \delta_{\text{max, ammissibile}} = 1.35 \text{ cm}$$

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”

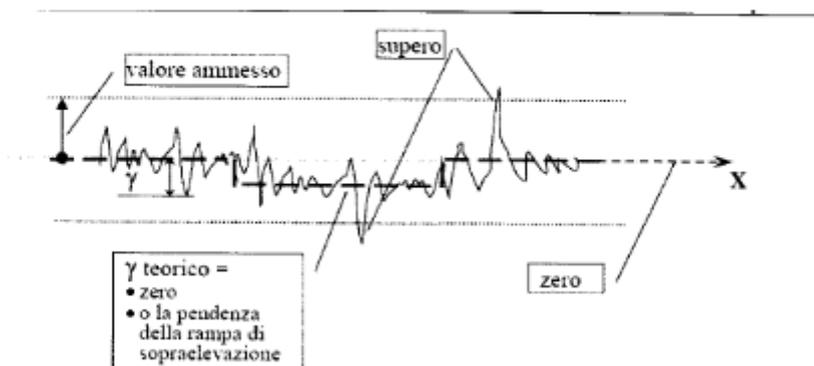
Secondo questa normativa lo sghembo è definito come riportato di seguito:

SGHEMBO

Abbreviazione γ : 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.

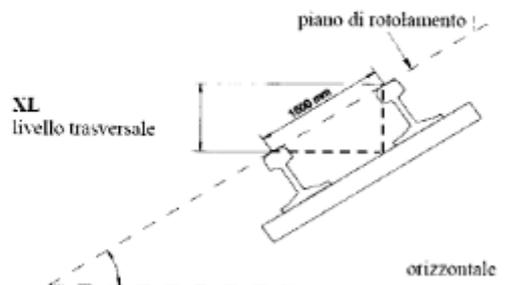


Fig.6: livello trasversale

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

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 deviatoti inseriti in curva

n.b.: Quando ci sono superiori 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 rinalzata, 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).

 <p>ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE CIVILI – ELABORATI GENERALI OO.CC.</p>					
<p>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE PROVISIONALI A SOSTEGNO DELLA LINEA - LOTTO 3A</p>	<p>COMMESSA RS3T</p>	<p>LOTTO 30 D 26</p>	<p>CODIFICA CL</p>	<p>DOCUMENTO OC 00 0 0 001</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 24 di 25</p>

Nel caso in esame possiamo verificare quanto segue:

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 $\gamma = \delta/b$

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

- con $b=3.00$ m

$$\gamma_{lim} < 4.5 \text{ ‰}$$

considerando che $\gamma = \delta/b$

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

Questo ragionamento è a favore di sicurezza per 2 motivi:

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.

Nel progetto in esame stiamo garantendo il 2° livello di sicurezza.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE CIVILI – ELABORATI GENERALI OO.CC.					
RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE PROVISIONALI A SOSTEGNO DELLA LINEA - LOTTO 3A	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO OC 00 0 0 001	REV. B	FOGLIO 25 di 25

9. SINTESI DELLE VERIFICHE

Tutte le verifiche eseguite risultano soddisfatte:

Verifiche strutturali:

- flessione:

Med = 8.25 kNm;

Mrd = 18.40 kNm;

Med/Mrd = 0.44 < 1.

- taglio:

Ved = 7.5 kN;

Vrd = 226.45 kN;

Ved/Vrd = 0.033 < 1.

Verifiche geotecniche:

- massimo rapporto di spinta passiva mobilitata in condizioni statiche: 27%;

- massimo rapporto di spinta passiva mobilitata in condizioni sismiche: 28%.

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.