

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

Mandataria

Mandanti



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA

MANDANTI



PROGETTO ESECUTIVO

LINEA PESCARA - BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA
LOTTI 2 e 3 - RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA

GEOTECNICA

Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Relazione di calcolo

L'Appaltatore
Ing. Gianguido Babini

A.A.D'AGOSTINO COSTRUZIONI GENERALI S.r.l.
Il Direttore Tecnico
(Ing. Gianguido Babini)

I progettisti (il Direttore della progettazione)
Ing. Massimo Facchini

Data **Giugno 2023**

firma

Data **Giugno 2023**

firma

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA / DISCIPLINA	PROGR	REV	SCALA
L I O B	0 2	E	Z Z	C L	T R 0 7 0 0	0 0 1	B	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Prima emissione	Pagliuso	Gennaio 2023	Cotugno	Gennaio 2023	Secreti	Gennaio 2023	
B	Seconda emissione	Pagliuso	Giugno 2023	Cotugno	Giugno 2023	Secreti	Giugno 2023	

File: LI0B 02EZZCLTR0700001B

n. Elab.

 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	07	00	001	B	4

Indice

1	PREMESSA	5
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	6
2.1	Normative e specifiche tecniche.....	6
2.2	Documenti di riferimento	6
2.3	Software di calcolo.....	6
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	7
4	CRITERI DI CALCOLO	9
5	CRITERI E DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA	9
6	PARAMETRI SISMICI.....	10
7	CALCOLO MURO TIPO 1	11
7.1	Geometria	11
7.2	Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo.....	12
7.3	Analisi dei carichi.....	12
7.4	Sollecitazioni	15
7.5	Verifiche geotecniche.....	18
7.6	Verifiche strutturali	21
8	CALCOLO MURO TIPO 2	32
8.1	Geometria	32
8.2	Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo.....	33
8.3	Analisi dei carichi.....	34
8.4	Sollecitazioni	37
8.5	Verifiche geotecniche.....	39
8.6	Verifiche strutturali	41

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	07	00	001	B	5

1 PREMESSA

Il presente elaborato viene emesso nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di Progetto Esecutivo del corpo stradale ferroviario, delle opere d'arte e delle opere interferite relative al raddoppio ferroviario della Linea Bari - Pescara nella tratta Termoli – Ripalta.

La presente relazione descrive le verifiche geotecniche e strutturali relative al muro di controripa localizzato in corrispondenza della trincea TR07. Con riferimento alla linea in progetto, l'opera è ubicata tra le progressive chilometriche 8+150 e 8+265.

Vengono individuate due diverse tipologie di muro in base all'altezza dello stesso ed alla tipologia di fondazione profonda. Si sintetizzano di seguito le tipologie di muro calcolate:

	Altezza muro	Fondazione
TIPO 1	2 m < H < 4 m	Pali di grande diametro $\phi 800\text{mm}$
TIPO 2	0 m < H < 2 m	Micropali $\phi 225\text{ mm}$

Infine occorre precisare che, alla data di emissione del presente elaborato, la campagna di indagini geognostiche previste non è stata completata. Pertanto, considerato che non si hanno a disposizione le risultanze delle elaborazioni di suddette indagini, sono state confermate in tale fase transitoria le assunzioni del Progetto Definitivo in merito alla caratterizzazione geotecnica.

 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	07	00	001	B	6

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Normative e specifiche tecniche

- [1] L. n. 64 del 2/2/1974“Provvedimento per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- [2] L. n. 1086 del 5/11/1971“Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- [3] Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14-01-08 (NTC-2008);
- [4] Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l’Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008;
- [5] 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.
- [6] Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010.
- [7] RFI DTC SI MA IFS 001 B del 22-12-17 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili.
[N.8]. RFI DTC SI SP IFS 001 C – Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili.
- [8] UNI 11104: Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l’applicazione della EN 206-1

2.2 Documenti di riferimento

Gli elaborati specifici a cui si fa riferimento nella presente relazione sono riportati nella seguente tabella.

CODICE	DESCRIZIONE
LI0B02EZZBZTR0700002A	Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Pianta – Profilo longitudinale
LI0B02EZZF6GE0005007C	Plano profilo geotecnico – Tav 7 di 20
LI0B02EZZRBGE0005001A	Relazione geotecnica generale

2.3 Software di calcolo

- [1] Aztec Informatica Srl - MAX ver. 16.0;
- [2] Aztec Informatica Srl – SAX ver. 10.0;

	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	07	00	001	B	7

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo per opere di sostegno

Si prevede un calcestruzzo C25/30 avente le seguenti caratteristiche:

- $R_{ck} = 30 \text{ MPa}$ resistenza caratteristica cubica a 28 giorni
- $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni
- $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 33 \text{ MPa}$ resistenza cilindrica valore medio
- $f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.56 \text{ MPa}$ resistenza media a trazione semplice (assiale)
- $f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 1.80 \text{ MPa}$ resistenza caratteristica a trazione
- $E_{cm} = 22000 [f_{cm}/10]^{0.3} = 31476 \text{ MPa}$ modulo elastico
- $\gamma = 25.0 \text{ kN/m}^3$ peso per unità di volume

Resistenze di progetto allo SLU

- $f_{cd} = 0.85 \cdot f_{ck} / \gamma_c = 14.2 \text{ MPa}$; $\gamma_c = 1.50$ resistenza di progetto a compressione
- $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.20 \text{ MPa}$ resistenza di progetto a trazione

Resistenze di progetto allo SLE

- $\sigma_{c,r} = 0.55 \cdot f_{ck} = 13.8 \text{ MPa}$ tensione limite in combinazione caratteristica (rara)
- $\sigma_{c,f} = 0.40 \cdot f_{ck} = 10.0 \text{ MPa}$ tensione limite in combinazione quasi permanente
- $\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 = 2.13 \text{ MPa}$ tensione limite di fessurazione (trazione)

Acciaio d'armatura

Per le armature metalliche si adottano tondini in acciaio del tipo B450C saldabile, controllato in stabilimento ed avente le seguenti caratteristiche:

- $f_{yk} = 450 \text{ MPa}$ resistenza caratteristica di snervamento
- $f_{tk} = 540 \text{ MPa}$ resistenza caratteristica a rottura
- $E_s = 210000 \text{ MPa}$ modulo elastico

Resistenza di progetto allo SLU

- $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391 \text{ MPa}$; $\gamma_s = 1.15$ resistenza di progetto a compressione

Resistenza di progetto allo SLE

- $\sigma_{s,r} = 0.75 \cdot f_{yk} = 337.5 \text{ MPa}$ tensione limite in combinazione caratteristica (rara)

Acciaio per micropali

Per i tubolari costituenti i micropali si adotta acciaio S275 avente le seguenti caratteristiche:

- Limite di snervamento: $f_y \geq 275 \text{ N/mm}^2$
- Limite di rottura: $f_t \geq 430 \text{ N/mm}^2$

 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	07	00	001	B	8

- Fattore di sicurezza acciaio: $\gamma_s = 1.15$
- Resistenza a trazione di calcolo: $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 239.13 \text{ N/mm}^2$

Durabilità

Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si fa riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206-1:2016 ed UNI 11104:2016.

Per le opere in progetto si assume classe di esposizione XC4.

In merito alla verifica a fessurazione, la verifica consiste nel controllo dell'ampiezza massima delle fessure per le combinazioni di carico di esercizio i cui valori limite sono stabiliti, nell'ambito del progetto di opere ferroviarie, nel documento RFI DTC SICS MA IFS 001 D – 2.5.1.8.3.2.4 (*Manuale di progettazione delle opere civili*).

In particolare l'apertura convenzionale delle fessure δ_f dovrà rispettare i seguenti limiti:

- $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$ per tutte le strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive (così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008 – Tab 4.1.III), per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
- $\delta_f \leq w_2 = 0.3 \text{ mm}$ per strutture in condizioni ambientali ordinarie.

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Nel caso in esame, con riferimento alle indicazioni della tabella di cui in precedenza, si adotta il limite $w_1=0.20 \text{ mm}$.

Copriferri:

I copriferri di progetto adottati tengono conto delle prescrizioni riportate nel documento RFI DTC SICS MA IFS 001 D – 2.5.1.8.3.2.4 (*Manuale di progettazione delle opere civili*). In particolare, si è scelto di adottare i seguenti copriferri minimi espressi in mm:

- Opere di fondazione: 60 mm;
- Opere in elevazione: 40 mm;

	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	07	00	001	B	9

4 CRITERI DI CALCOLO

In ottemperanza al D.M. del 14.01.2008 (Norme tecniche per le costruzioni), i calcoli sono stati condotti con il metodo semiprobabilistico agli stati limite.

5 CRITERI E DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

L'effetto dell'azione sismica di progetto sull'opera nel suo complesso, includendo il volume significativo di terreno, la struttura di fondazione, gli elementi strutturali e non strutturali, nonché gli impianti, deve rispettare gli stati limite ultimi e di esercizio definiti al § 3.2.1, i cui requisiti di sicurezza sono indicati nel § 7.1 della norma.

Per Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) si intende che l'opera a seguito del terremoto subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali e impiantistici e significativi danni di componenti strutturali, cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali (creazione di cerniere plastiche secondo il criterio della gerarchia delle resistenze), mantenendo ancora un margine di sicurezza (resistenza e rigidità) nei confronti delle azioni verticali.

La struttura in oggetto, un muro di sostegno libero di ruotare alla base, rientrando tra le opere che si muovono con il terreno (§ 7.9.2.1), si può ritenere che debba mantenere sotto l'azione sismica un comportamento elastico; queste categorie di opere che si muovono con il terreno non subiscono le amplificazioni dell'accelerazione del suolo.

Per la definizione dell'azione sismica occorre definire il periodo di riferimento PVR in funzione dello stato limite considerato.

La vita nominale (VN) dell'opera è stata assunta pari a 75 anni.

La classe d'uso assunta è la III.

Il periodo di riferimento (VR) per l'azione sismica, data la vita nominale e la classe d'uso, vale:

$$VR = VN \cdot C_u = 113 \text{ anni.}$$

Il valore di probabilità di superamento del periodo di riferimento PVR, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente, è:
 $PVR(SLV) = 10\%$

Il periodo di ritorno dell'azione sismica TR espresso in anni vale:

$$TR(SLV) = \frac{V_r}{\ln(1 - P_{vr})} = 1072.5 \text{ anni}$$

Dato il valore del periodo di ritorno suddetto, tramite le tabelle riportate nell'Allegato B della norma o tramite la mappatura messa a disposizione in rete dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), è possibile definire i valori di a_g , F_0 ,

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small>	MANDANTI HY pro <small>S.P.A.</small>	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Relazione di calcolo	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA TR	07	00	PROGR 001

T*c.

ag → accelerazione orizzontale massima del terreno su suolo di categoria A, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;

F0 → valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T*c → periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

S → coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_t).

6 PARAMETRI SISMICI

L'opera è situata nel comune di Campomarino (Campobasso)

I corrispondenti valori delle caratteristiche sismiche per lo SLV (T_R=1072.5 anni) sono i seguenti:

The screenshot shows the 'Opzioni sisma' dialog box with the following settings:

- D.M. 1996**: Coefficiente di intensità sismica [%] = 0.00
- N.T.C. 2008 - NTC 2018**:
 - Accelerazione al suolo ag [m/s²] (SLV: 1.728, SLD: 0.761)
 - Accelerazione al suolo ag [% di g] (SLV: 0.176, SLD: 0.078)
 - Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F0 (SLV: 2.563, SLD: 2.540)
 - Periodo inizio tratto spettro a velocità costante Tc* (SLV: 0.396, SLD: 0.339)
 - Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico S_s: Tipo C (SLV: 1.429, SLD: 1.500)
 - Coefficiente amplificazione topografica S_t: T1 (SLV: 1.00, SLD: 1.00)
- Calcolo B_m nel rispetto gerarchia delle resistenze secondo Circolare 21/01/2019 n° 7 C.S.LL.PP. (par C7.11.6.2)
- Coefficiente di riduzione (β_m): C (SLV: 1.000, SLD: 1.000)
- Coefficiente di riduzione (β_m) verifica ribaltamento: 1.00
- Coeff. di intensità sismica orizzontale**
Kh [%] = ag/g * S_s * S_t * β_m (SLV: 25.169, SLD: 11.633)
- Intensità sismica Verticale/Drizzontale: 0.50
- Forma diagramma incremento sismico: Rettangolare, Stessa forma diagramma statico

Buttons: Importa file dati sismici, Dettagli >>, Accetta, Annulla, Help

Il coefficiente di riduzione, β_m, è stato assunto pari a 1.00.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>	MANDANTI HY pro <small>S.P.A.</small>	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Relazione di calcolo	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA TR 07 00			PROGR 001

7 CALCOLO MURO TIPO 1

Nel caso in esame si considera, a vantaggio di sicurezza, l'altezza massima del tratto di muro fondato su pali pari a 4 m di paramento.

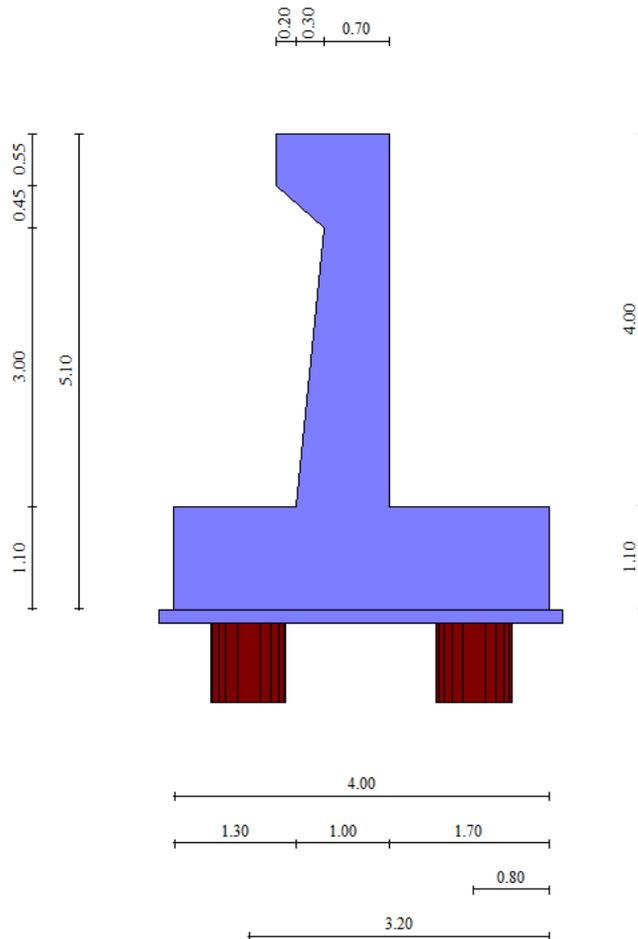
7.1 Geometria

Il muro di controripa in progetto presenta le seguenti dimensioni:

- Altezza paramento: 4.00 m;
- Spessore paramento: 0.60 – 1.00 m;
- Lunghezza mensola monte: 1.70 m;
- Lunghezza mensola valle: 1.30 m;
- Spessore fondazione: 1.10 m;

L'opera è fondata su pali trivellati D 800 mm, di lunghezza 15 m disposti con un interasse di 3.00 m.

L'immagine sottostante illustra la configurazione geometrica di calcolo:



MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Relazione di calcolo	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA TR 07 00			PROGR 001

7.2 Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo

Nella tabella sottostante sono riassunti i parametri geotecnici caratteristici adottati per il dimensionamento dell'opera di sostegno.

Unità	H [m]	γ [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]	δ [°]
CGC2 (Argille limose e limi argillosi)	7.50	19.50	15.00	24.00	16.00
CGC1s (Sabbia, sabbia limosa)	3.00	19.50	0	36.5	24.33
CGC2 (Argille limose e limi argillosi)	3.00	19.50	15.00	24.00	16.00
SSR (Sabbia, Sabbia limosa)	15.00	19.50	3	35.00	23.33

Simbologia adottata:

- H: spessore dello strato;
- γ : peso dell'unità di volume;
- c' : coesione efficace;
- ϕ' : angolo di resistenza al taglio;
- δ : angolo d'attrito muro-terreno;



7.3 Analisi dei carichi

Nel modello sono stati applicati i seguenti carichi:

Peso proprio elementi strutturali (Permanente)

MANDATARIA  MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	07	00	001	B	13

Il peso proprio degli elementi strutturali è stato determinato automaticamente dal software di calcolo tenendo conto dei rispettivi pesi specifici ed in funzione delle dimensioni dell'opera.

Carico cantiere (Variabile)

Al fine di simulare il transito dei mezzi di cantiere durante le lavorazioni, è stata considerata un carico variabile a tergo del muro pari a 10 kPa.

Barriera antirumore (Variabile)

In testa al muro si prevede la disposizione di barriere antirumore.

Al fine di simulare le azioni da vento sulla barriera, sono state applicate delle forze concentrate in testa al muro.

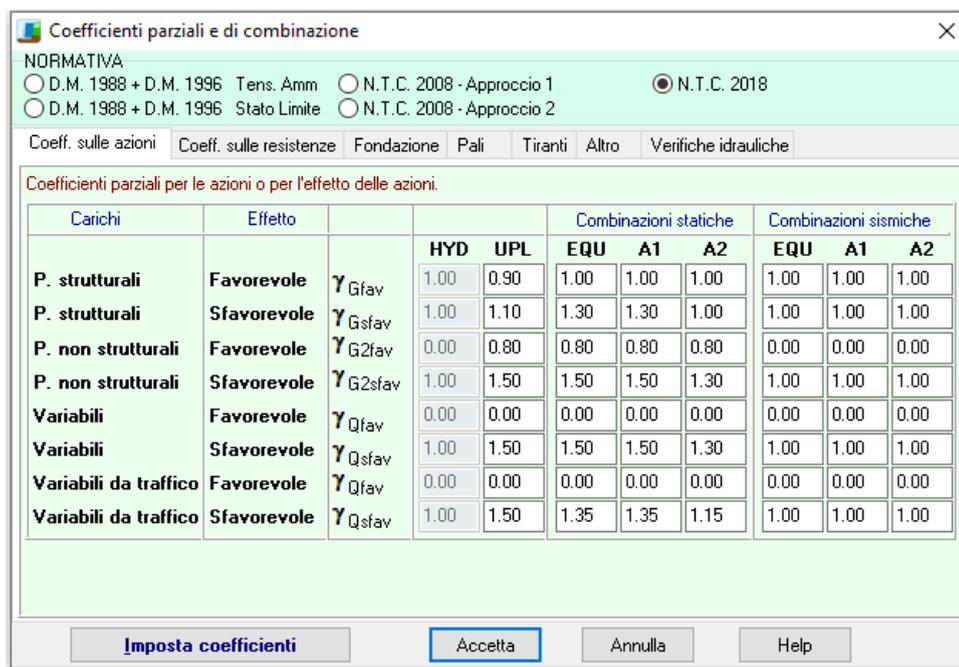
Tali valori a metro lineare, di seguito riepilogati, sono stati desunti dall'elaborato di Progetto Esecutivo "LI0B02EZZCLTR0200001A – Paratia BP pk 2+380 – Relazione di calcolo",

BARRIERA ANTIRUMORE

$h_b =$	5.0 m	(Altezza barriera)
* $F_{w,h} =$	6.59 kN/m	(azione tagliante)
* $M_w =$	16.48 kNm/m	(Momento flettente testa muro)
*Applicato a testa cordolo		

Combinazioni di carico

Si applicano le combinazioni di carico previste nella specifica RFI sulla progettazione geotecnica.



Coefficienti parziali e di combinazione

NORMATIVA
 D.M. 1988 + D.M. 1996 Tens. Amm N.T.C. 2008 - Approccio 1 N.T.C. 2018
 D.M. 1988 + D.M. 1996 Stato Limite N.T.C. 2008 - Approccio 2

Coef. sulle azioni Coef. sulle resistenze Fondazione Pali Tiranti Altro Verifiche idrauliche

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

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche				
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
P. strutturali	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
P. strutturali	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
P. non strutturali	Favorevole	γ_{G2fav}	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
P. non strutturali	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Imposta coefficienti Accetta Annulla Help

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Muro di controripa km 8+150 – 8+265 –
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	07	00	001	B	14

Coefficienti parziali e di combinazione

NORMATIVA
 D.M. 1988 + D.M. 1996 Tens. Amm N.T.C. 2008 - Approccio 1 N.T.C. 2018
 D.M. 1988 + D.M. 1996 Stato Limite N.T.C. 2008 - Approccio 2

Coef. sulle azioni Coef. sulle resistenze Fondazione Pali Tiranti Altro Verifiche idrauliche

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00	1.00	1.00

Imposta coefficienti **Accetta** Annulla Help

Coefficienti parziali e di combinazione

NORMATIVA
 D.M. 1988 + D.M. 1996 Tens. Amm N.T.C. 2008 - Approccio 1 N.T.C. 2018
 D.M. 1988 + D.M. 1996 Stato Limite N.T.C. 2008 - Approccio 2

Coef. sulle azioni Coef. sulle resistenze Fondazione Pali Tiranti Altro Verifiche idrauliche

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO.

Verifica	Coefficienti parziali			
	R1	R2	R3	R3 - C sismiche
Capacità portante della fondazione	1.00	1.00	1.40	1.20
Scorrimento	1.00	1.00	1.10	1.00
Resistenza del terreno a valle	1.00	1.00	1.40	1.20
Ribaltamento			1.15	1.00
Stabilità globale	1.10			
Stabilità globale sismico	1.20			

Imposta coefficienti **Accetta** Annulla Help

Muro di controripa km 8+150 – 8+265 –
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	07	00	001	B	15

Coefficienti parziali e di combinazione

NORMATIVA
 D.M. 1988 + D.M. 1996 Tens. Amm N.T.C. 2008 - Approccio 1 N.T.C. 2018
 D.M. 1988 + D.M. 1996 Stato Limite N.T.C. 2008 - Approccio 2

Coef. sulle azioni Coef. sulle resistenze Fondazione Pali Tiranti Altro Verifiche idrauliche

CARICHI VERTICALI. Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche.

Resistenza		Pali Infissi			Pali trivellati			Pali elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	γ_b	1.00	1.45	1.15	1.00	1.70	1.35	1.00	1.60	1.30
Laterale (compressione)	γ_s	1.00	1.45	1.15	1.00	1.45	1.15	1.00	1.45	1.15
Totale (compressione)	γ_t	1.00	1.45	1.15	1.00	1.60	1.30	1.00	1.55	1.25
Laterale (trazione)	γ_{st}	1.00	1.60	1.25	1.00	1.60	1.25	1.00	1.60	1.25

CARICHI TRASVERSALI. Coefficienti parziali γ_T da applicare alle resistenze caratteristiche.

	R1	R2	R3
γ_T	1.00	1.60	1.30

Coefficienti di riduzione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali.

1 numero di verticali indagate ξ_3 1.70 ξ_4 1.70

Imposta coefficienti Accetta Annulla Help

7.4 Sollecitazioni

Paramento

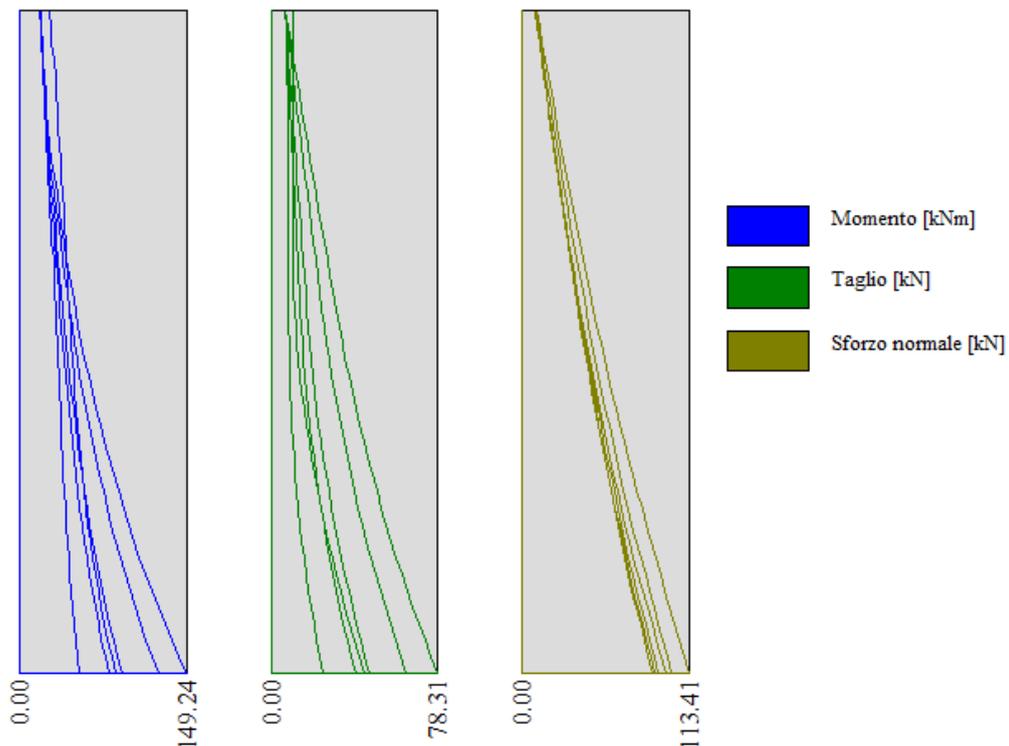


Figura 7-1 Involuppo delle sollecitazioni sul paramento

Muro di controripa km 8+150 – 8+265 –
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	07	00	001	B	16

Zattera di fondazione

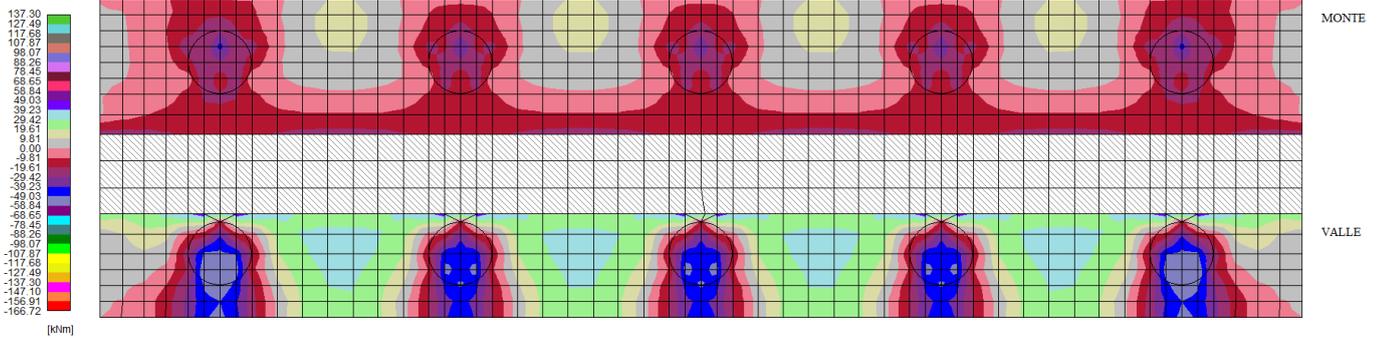


Figura 7-2 Momento Mx

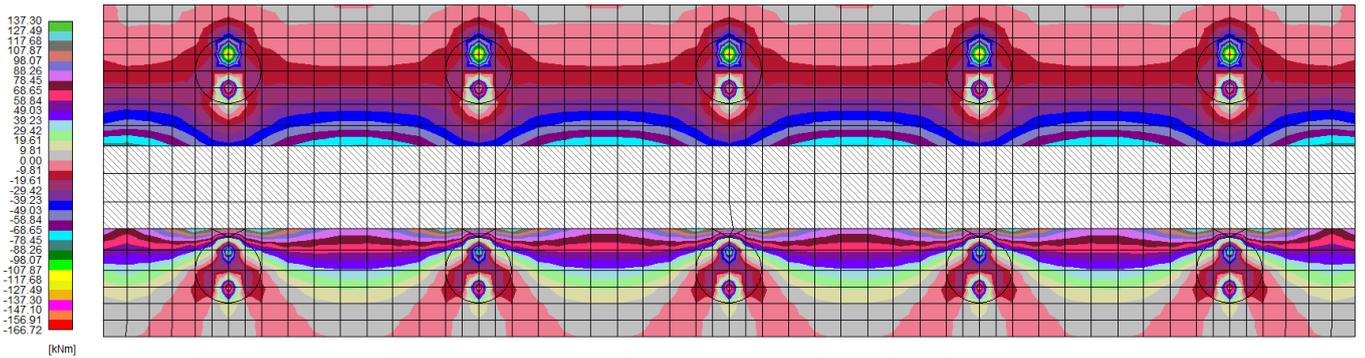


Figura 7-3 Momento My

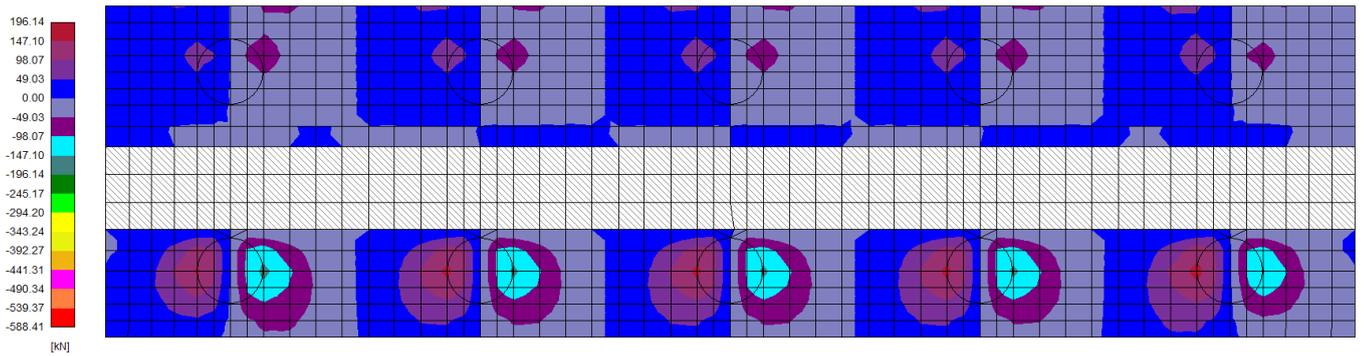


Figura 7-4 Taglio Tx

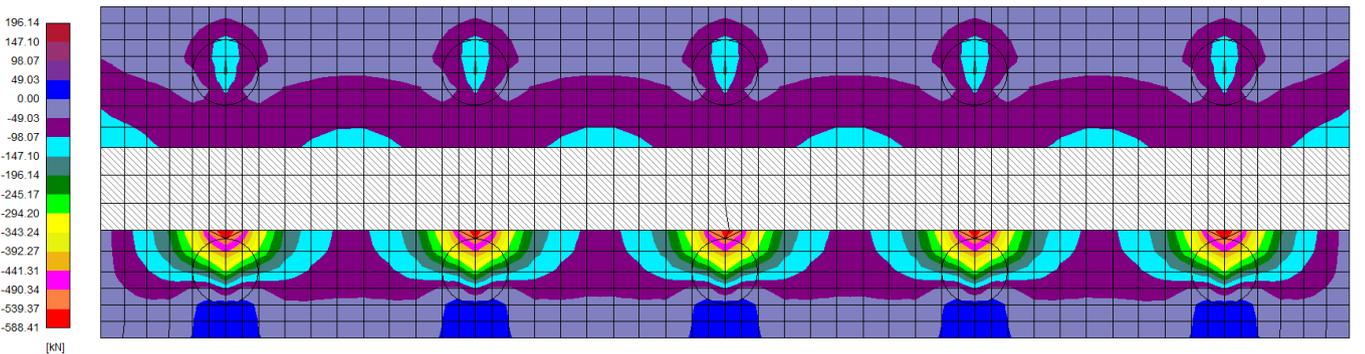


Figura 7-5 Taglio Ty

**Muro di controripa km 8+150 – 8+265 –
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	07	00	001	B	17

Pali di fondazione

Nella figura sottostante viene illustrato l'involuppo delle sollecitazioni agenti sui pali di fondazione:

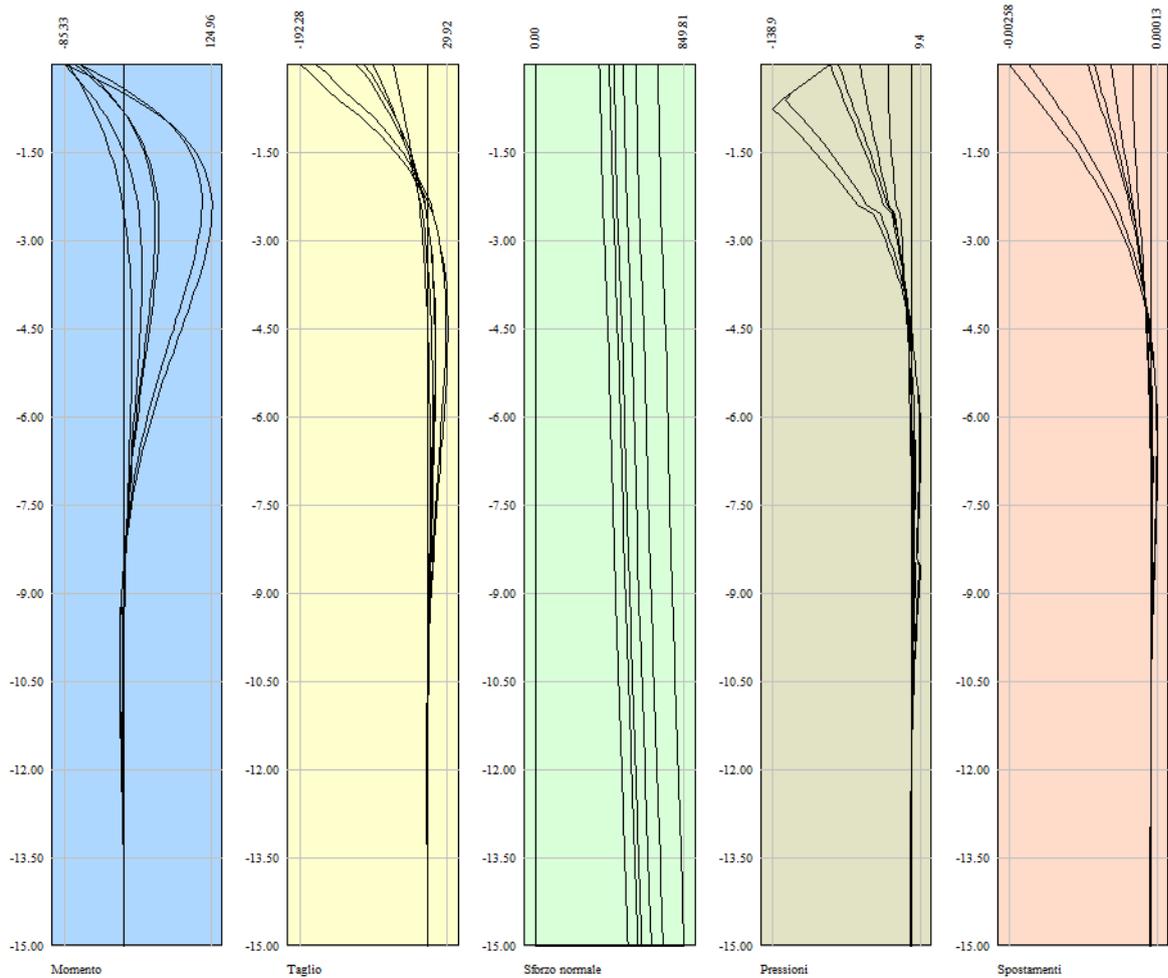


Figura 7-6 Involuppo sollecitazioni agenti sui pali

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	07	00	001	B	18

7.5 Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati:

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		2.481		14.493			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.249		10.102			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.343		12.537			
4 - GEO (A2-M2-R2)					3.960		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.750		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.737		
7 - EQU (A1-M1-R3)			37.312				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		14.171				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		12.739				

Verifica di capacità portante fondazione mista

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico verticale totale, espresso in [kN]
Q _{U,FOND}	carico limite del terreno afferente alla fondazione, espresso in [kN]
Q _{U,PALI}	carico limite del terreno afferente alla palificata, espresso in [kN]
Q _U	carico limite (Q _{U,FOND} +Q _{U,PALI}), espresso in [kN]
Q _d	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra Q _d /N)

La portanza ultima dei pali Q_{U,PALI} è riferita ad un metro di muro. Si ricava come: $\frac{1}{n^{\circ}} \sum_{file\ pali} [(P_p + P_l - A - W_p) * N_p] / L$
dove:
- P_p, portanza alla punta
- P_l, portanza laterale
- A, attrito negativo
- W_p, peso del palo
- N_p, numero di pali della fila
- L, lunghezza del muro

I valori sopra elencati sono riportati nei dettagli della portanza verticale dei pali.

n°	N	Q _{U,FOND}	Q _{U,PALI}	Q _U	Q _d	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	359.57	4013.50	1197.67	5211.17	3722.26	14.493
2	406.61	2909.85	1197.67	4107.52	3422.93	10.102
3	314.64	2746.90	1197.67	3944.57	3287.14	12.537

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

I _c	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

I _c	C	R	FS
	[m]	[m]	
4 - GEO (A2-M2-R2)	-3.00; 3.50	9.81	3.960

Muro di controripa km 8+150 – 8+265 –
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	07	00	001	B	19

5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 4.50	11.44	2.750
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-1.50; 4.50	17.27	2.737

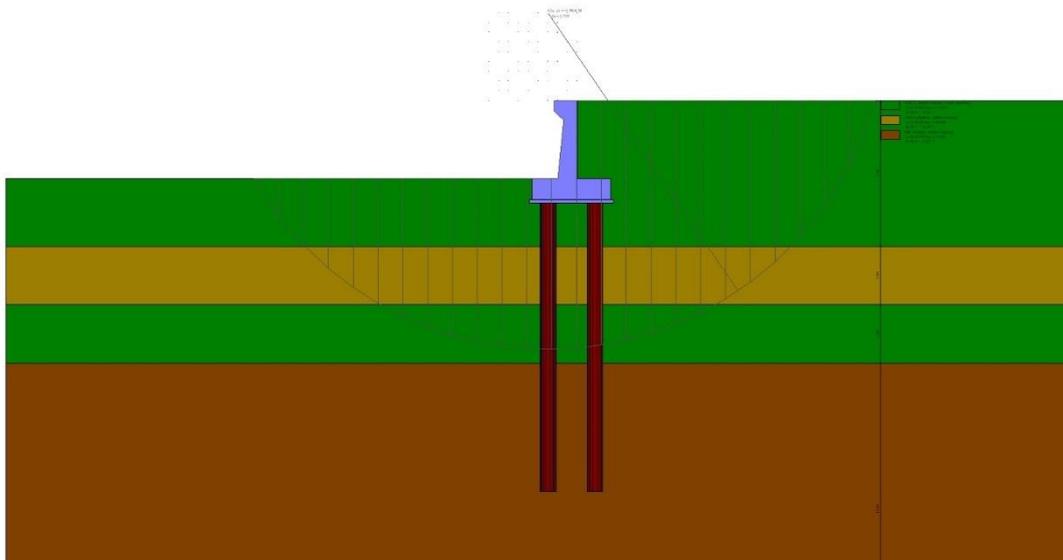


Figura 7-7 Cerchio critico (Combinazione n° 6)

Cedimenti

Simbologia adottata

- Ic Indice combinazione
- X, Y Punto di calcolo del cedimento, espressa in [m]
- w Cedimento, espressa in [m]
- dw Cedimento differenziale, espressa in [m]

Ic	X; Y [m]	w [m]	dw [m]
10	-2.30; -5.10	0.00000	0.00000
10	-0.30; -5.10	0.00000	0.00000
10	1.70; -5.10	0.00000	0.00000
11	-2.30; -5.10	0.00000	0.00000
11	-0.30; -5.10	0.00000	0.00000
11	1.70; -5.10	0.00000	0.00000
12	-2.30; -5.10	0.00000	0.00000
12	-0.30; -5.10	0.00000	0.00000
12	1.70; -5.10	0.00000	0.00000

Cedimenti pali

Simbologia adottata

- Ic Indice combinazione
- Ip Indice palo
- w Cedimento, espresso in [m]

Ic	Ip	w [m]
10	1	0.001480
	2	0.001357
11	1	0.001480

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Muro di controripa km 8+150 – 8+265 –
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	07	00	001	B	20

	2	0.001357
12	1	0.001480
	2	0.001357

Spostamenti

Simbologia adottata

Cmb Tipo combinazione

Modello a blocchi

X Spostamento in direzione X (positivo verso monte), espresso in [m]

Y Spostamento in direzione Y (positivo verso l'alto), espresso in [m]

Phi Rotazione (positiva antioraria), espresso in [°]

Cmb	X [m]	Y [m]	Phi [°]
1 - STR (A1-M1-R3)	0.0008671	0.0014763	0.00508
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	0.0039574	0.0017222	0.04565
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	0.0034560	0.0013390	0.04097
7 - EQU (A1-M1-R3)	0.0008671	0.0014763	0.00508
8 - EQU (A1-M1-R3) H + V	0.0036665	0.0017193	0.04345
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	0.0032361	0.0013374	0.03926
10 - SLER	0.0002258	0.0014148	-0.00293
11 - SLEF	0.0002258	0.0014148	-0.00293
12 - SLEQ	0.0002258	0.0014148	-0.00293
13 - SLEQ H + V	0.0016476	0.0015500	0.01664
14 - SLEQ H - V	0.0014764	0.0013745	0.01493

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small>	MANDANTI HY pro <small>S.P.A.</small>	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	07	00	001	B	21

7.6 Verifiche strutturali

Si riportano nel presente paragrafo le verifiche strutturali condotte con l'ausilio del software SAX v.10 di Aztec Informatici srl.

Il paramento risulta armato con $\phi 14/20$, lato monte (terreno), e con $\phi 12/20$, lato valle, e ripartitori $\phi 10/25$.

La zattera di fondazione risulta armata con $\phi 14/20$, sia superiormente che inferiormente, e ripartitori $\phi 12/25$.

I pali risultano armati con 14 $\phi 16$ disposti longitudinalmente e con spirale $\phi 10/15$.

▪ *Paramento*

La verifica è stata condotta con riferimento al seguente schema di armatura:

- Geometria: Base=1.00m, Altezza=0.70m;
- Armatura principale:
Lato monte: $\phi 14/20$ cm
Lato valle: $\phi 12/20$ cm
- Ripartitori: $\phi 12/25$ cm;
- Copriferro: 4cm;

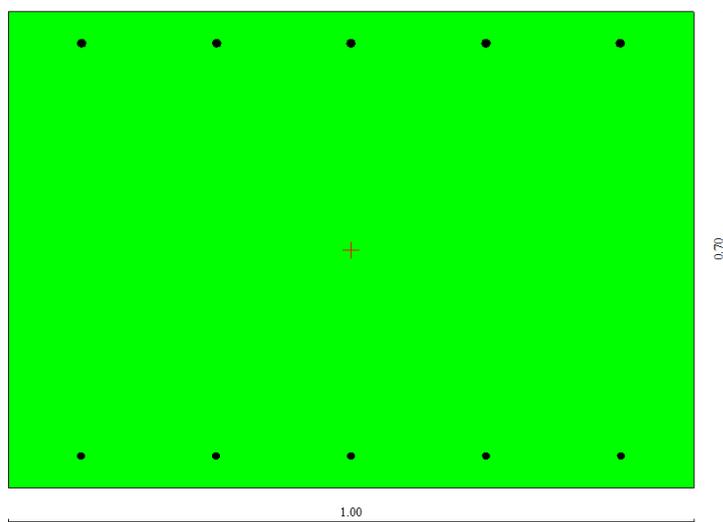


Figura 7-8 Schema di armatura

Nella tabella sottostante vengono riepilogati i valori di calcolo delle sollecitazioni:

Combinazione	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
SLU	113.41	149.24	78.31
SLE (QP)	101.34	90.34	46.27

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small>	MANDANTI HY pro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Relazione di calcolo	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA TR	07	00	PROGR 001

Verifiche SLU



Figura 7-9 Risultati verifica a pressoflessione

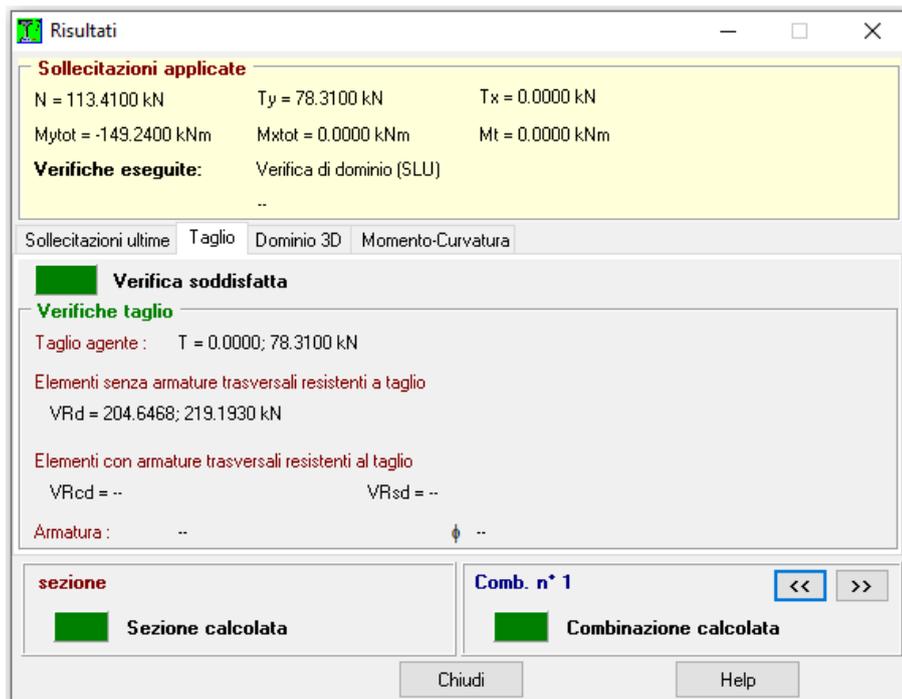


Figura 7-10 Risultati verifica a taglio (elementi senza armature trasversali resistenti a taglio)

Come desumibile dagli output di calcolo, le verifiche risultano soddisfatte.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Relazione di calcolo	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA TR	07	00	Progr 001

Verifiche SLE

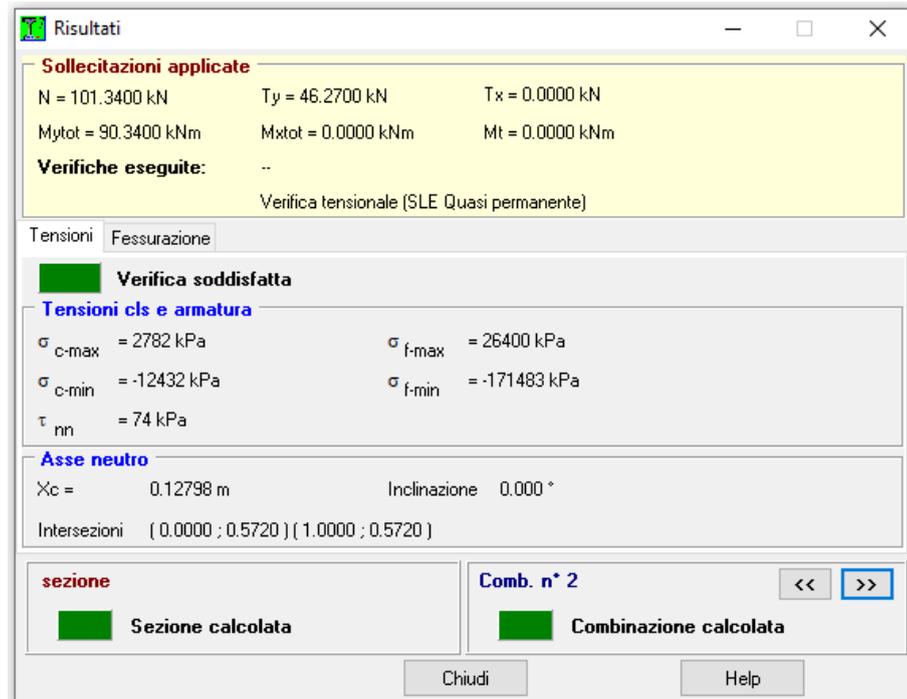


Figura 7-11 Risultati verifica tensionale

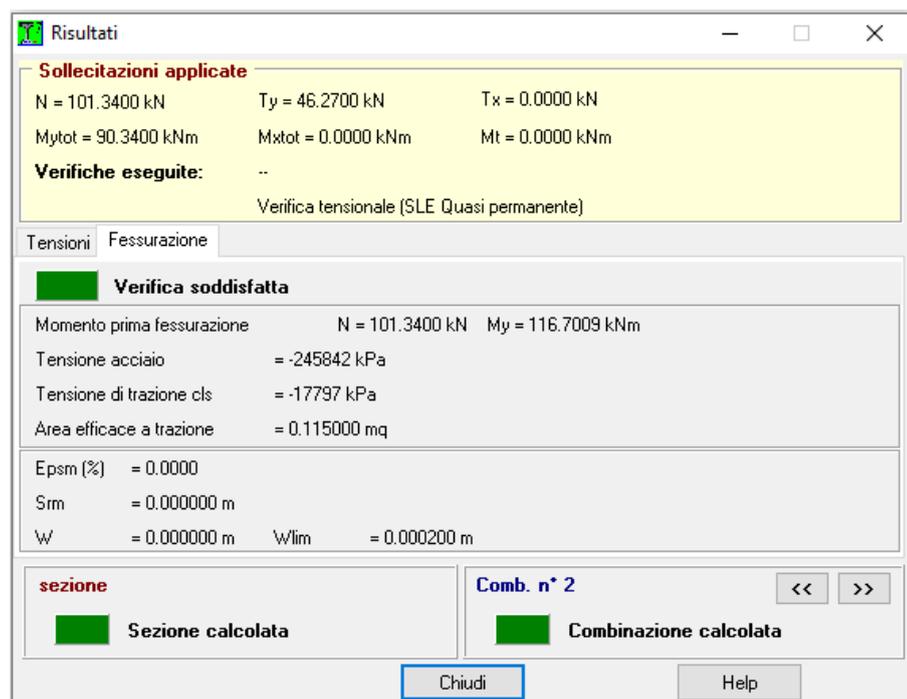


Figura 7-12 Risultati verifica a fessurazione

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>	MANDANTI HY pro <small>S.P.A.</small>	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	07	00	001	B	24

Come si evince dall'output di calcolo sopra riportato risulta che:

$$\sigma_c = 2.78 \text{ MPa} < \sigma_{c,f} = 0.40 \cdot f_{ck} = 10.0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s = 171.48 \text{ MPa} < \sigma_{s,r} = 0.75 \cdot f_{yk} = 337.5 \text{ MPa}$$

$$w_k = 0.000 \text{ mm} < w_{LIM} = 0.200 \text{ mm}$$

Le verifiche sono soddisfatte.

▪ **Zattera di fondazione**

La verifica è stata condotta con riferimento al seguente schema di armatura:

- Geometria: Base=1.00m, Altezza=1.10m;
- Armatura principale: $\phi 14/20\text{cm}$ superiori e inferiori
- Ripartitori: $\phi 12/25\text{cm}$;
- Copriferro: 6cm;

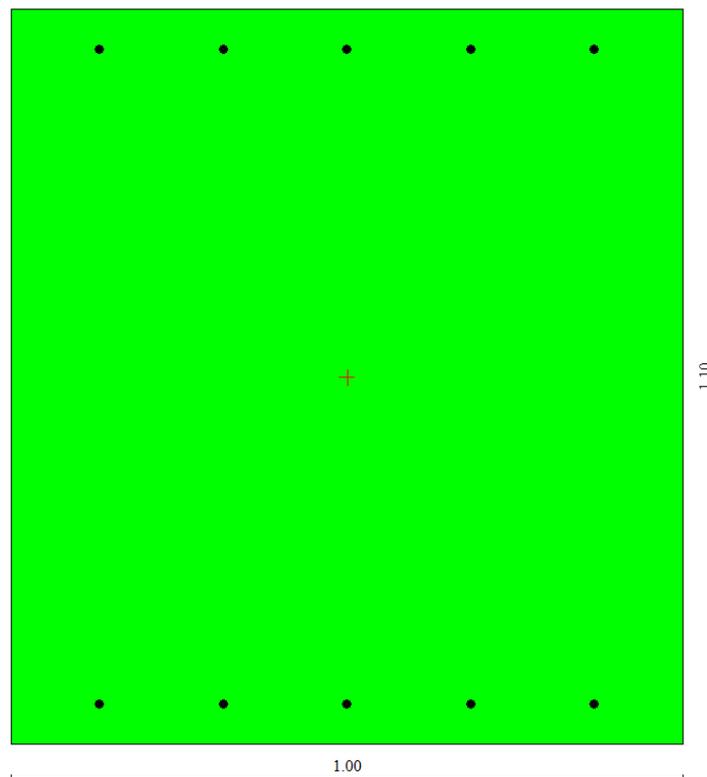


Figura 7-13 Schema di armatura

Nella tabella sottostante vengono riepilogati i valori di calcolo delle sollecitazioni:

Combinazione	M [kNm]	T [kN]
SLU	166.72	150.3
SLU*	166.72	588.41
SLE	128.24	452.63

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small>	MANDANTI HY pro <small>S.P.A.</small>	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Relazione di calcolo	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA TR	07	00	PROGR 001

*SLU; Sollecitazioni Massima in corrispondenza dei pali (Armatura trasversale aggiuntiva inserita 4φ14)

Verifiche SLU

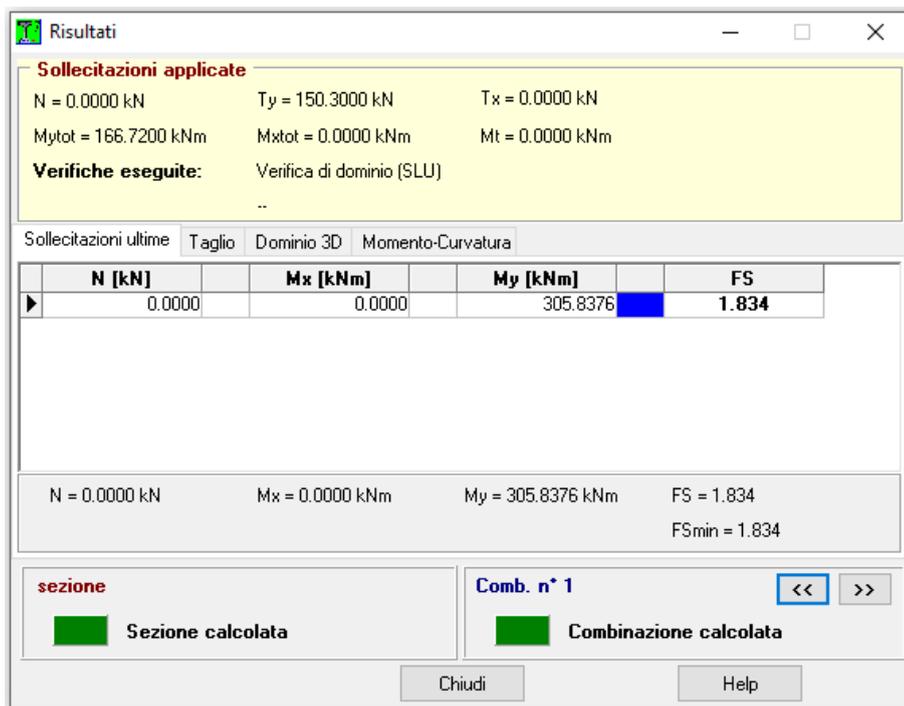


Figura 7-14 Risultati verifica a flessione

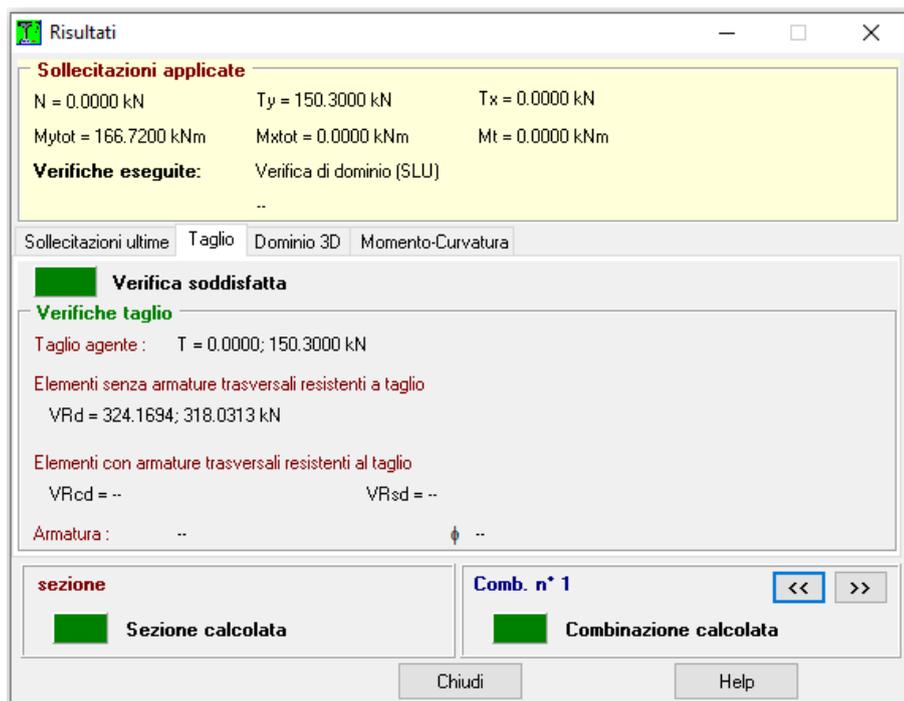


Figura 7-15 Risultati verifica a taglio (elementi senza armature trasversali resistenti a taglio)

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Relazione di calcolo	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA TR	07	00	PROGR 001

Risultati

Sollecitazioni applicate

$N = 0.0000 \text{ kN}$ $T_y = 588.4100 \text{ kN}$ $T_x = 0.0000 \text{ kN}$
 $M_{ytot} = 166.7200 \text{ kNm}$ $M_{xtot} = 0.0000 \text{ kNm}$ $M_t = 0.0000 \text{ kNm}$

Verifiche eseguite: Verifica di dominio (SLU)

Sollecitazioni ultime Taglio Dominio 3D Momento-Curvatura

Verifica soddisfatta

Verifiche taglio

Taglio agente : $T = 0.0000; 588.4100 \text{ kN}$

Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio
 $VR_d = --$

Elementi con armature trasversali resistenti al taglio
 $VR_{cd} = 2312.0938; 2320.8517 \text{ kN}$ $VR_{sd} = 1301.1111; 2873.2870 \text{ kN}$

Armatura : Staffe a $n_x = 4$ $n_y = 2$ bracci $\phi = 0.014/0.20 \text{ m}$

sezione Comb. n° 3 << >>

Sezione calcolata Combinazione calcolata

Chiudi Help

Figura 7-16 Risultati verifica a taglio (in corrispondenza dei pali)

Come desumibile dagli output di calcolo, le verifiche risultano soddisfatte.

Verifiche SLE

Risultati

Sollecitazioni applicate

$N = 87.2400 \text{ kN}$ $T_y = 452.6200 \text{ kN}$ $T_x = 0.0000 \text{ kN}$
 $M_{ytot} = 128.2500 \text{ kNm}$ $M_{xtot} = 0.0000 \text{ kNm}$ $M_t = 0.0000 \text{ kNm}$

Verifiche eseguite: --
 Verifica tensionale (SLE Quasi permanente)

Tensioni Fessurazione

Verifica soddisfatta

Tensioni cls e armatura

$\sigma_{c-max} = 1701 \text{ kPa}$ $\sigma_{f-max} = 17456 \text{ kPa}$
 $\sigma_{c-min} = -8142 \text{ kPa}$ $\sigma_{f-min} = -114072 \text{ kPa}$
 $\tau_{nn} = 451 \text{ kPa}$

Asse neutro

$X_c = 0.19006 \text{ m}$ Inclinazione 0.000°
 Intersezioni (0.0000 ; 0.9099) (1.0000 ; 0.9099)

sezione Comb. n° 2 << >>

Sezione calcolata Combinazione calcolata

Chiudi Help

Figura 7-17 Risultati verifica tensionale

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Relazione di calcolo	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA TR	07	00	PROGR 001

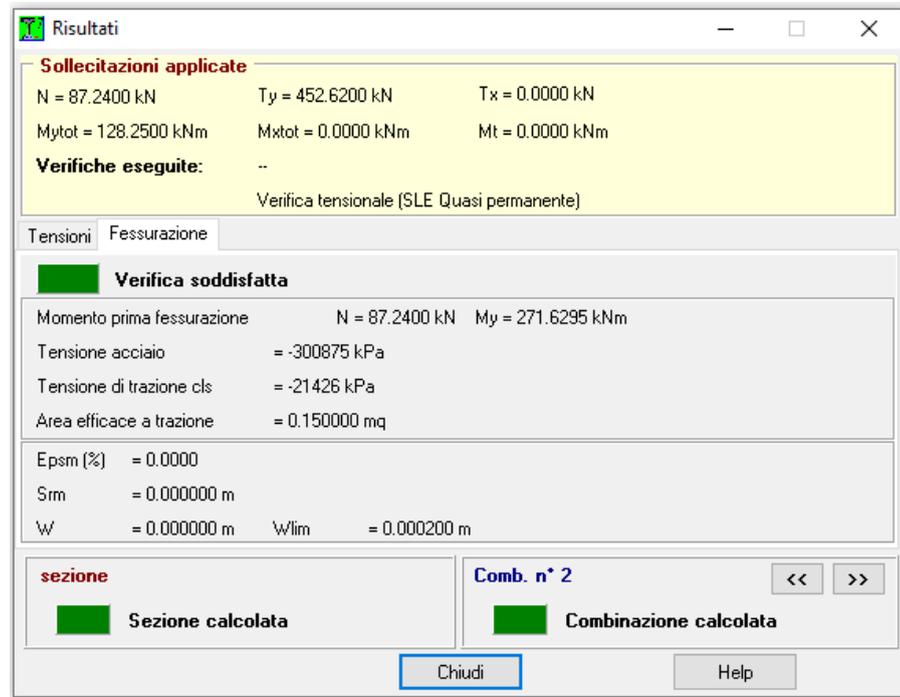


Figura 7-18 Risultati verifica a fessurazione

Come si evince dall'output di calcolo sopra riportato risulta che:

$$\sigma_c = 2.78 \text{ MPa} < \sigma_{c,f} = 0.40 \cdot f_{ck} = 10.0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s = 171.48 \text{ MPa} < \sigma_{s,r} = 0.75 \cdot f_{yk} = 337.5 \text{ MPa}$$

$$w_k = 0.000 \text{ mm} < w_{LIM} = 0.200 \text{ mm}$$

Le verifiche sono soddisfatte.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
		Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Relazione di calcolo	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA TR 07 00		PROGR 001

▪ **Pali di grande diametro**

La verifica è stata condotta con riferimento al seguente schema di armatura:

- Diametro: D800mm;
- Armatura longitudinale: 14 ϕ 16mm;
- Armatura a taglio: spirale ϕ 10/15cm;
- Copriferro: 6cm;

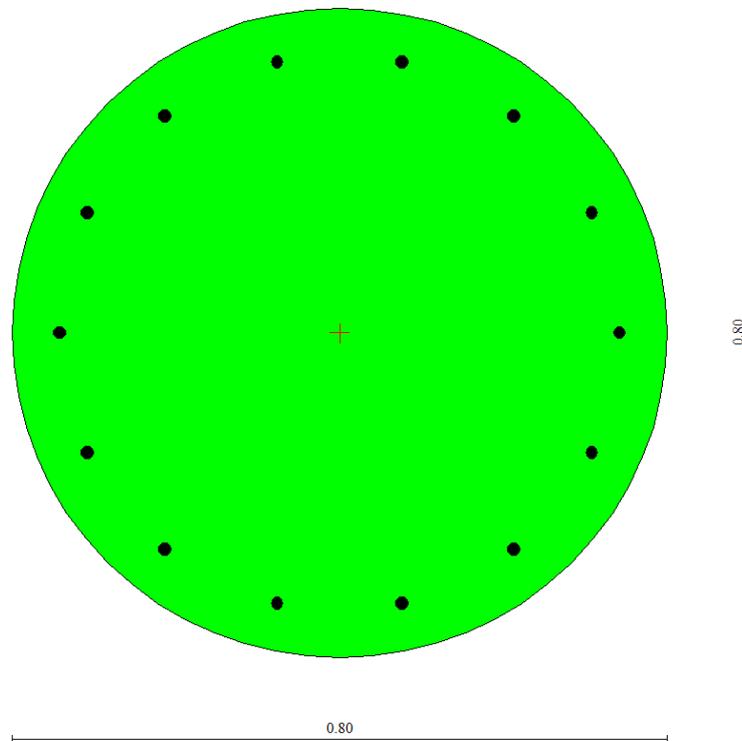


Figura 7-19

Nella tabella sottostante vengono riepilogati i valori massimi di calcolo delle sollecitazioni:

Combinazione	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
SLU	212.60	124.96	192.28
SLE (QP)	659.57	78.25	109.50

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small>	MANDANTI HY pro <small>S.P.A.</small>	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Relazione di calcolo	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA TR	07	00	PROGR 001

Verifiche SLU

Risultati

Sollecitazioni applicate

N = 212.6000 kN $T_y = 0.0000$ kN $T_x = 0.0000$ kN
 $M_{ytot} = 124.9600$ kNm $M_{xtot} = 0.0000$ kNm $M_t = 0.0000$ kNm

Verifiche eseguite: Verifica di dominio (SLU)
 ..

Sollecitazioni ultime Dominio 3D Momento-Curvatura

	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	FS
▶	917.7830	0.0000	539.4457	4.317
	6550.9401	0.0000	124.9600	30.813
	212.6000	0.0000	393.4592	3.149

N = 917.7830 kN $M_x = 0.0000$ kNm $M_y = 539.4457$ kNm FS = 4.317
 FSmin = 3.149

sezione **Comb. n° 1** << >>

Sezione calcolata Combinazione calcolata

Chiudi Help

Figura 7-20 Risultati verifica a presso-flessione

Risultati

Sollecitazioni applicate

N = 212.6000 kN $T_y = 192.2800$ kN $T_x = 0.0000$ kN
 $M_{ytot} = 124.9600$ kNm $M_{xtot} = 0.0000$ kNm $M_t = 0.0000$ kNm

Verifiche eseguite: Verifica di dominio (SLU)
 ..

Sollecitazioni ultime Taglio Dominio 3D Momento-Curvatura

Verifica soddisfatta

Verifiche taglio

Taglio agente : T = 0.0000; 192.2800 kN

Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio
 $V_{Rd} = 211.8214; 211.8214$ kN

Elementi con armature trasversali resistenti al taglio
 $V_{Rcd} = --$ $V_{Rsd} = --$

Armatura : .. ⚡ ..

sezione **Comb. n° 1** << >>

Sezione calcolata Combinazione calcolata

Chiudi Help

Figura 7-21 Risultati verifica a taglio con armatura a taglio spirale di $\phi 10/15$ cm

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Relazione di calcolo	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA TR	07	00	PROGR 001	REV B

Verifiche SLE

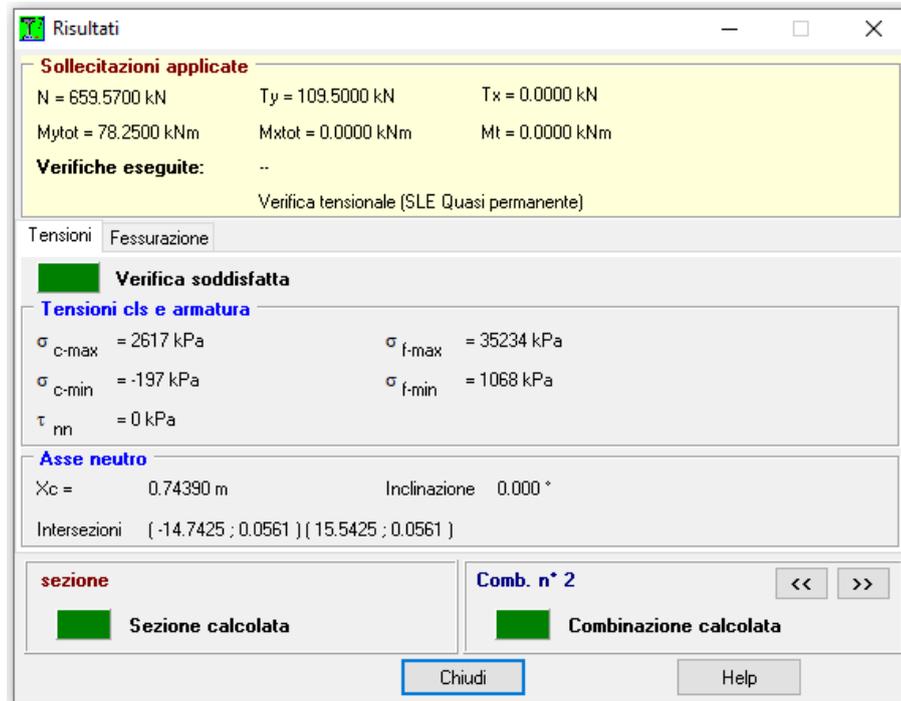


Figura 7-22 Risultati verifica tensionale

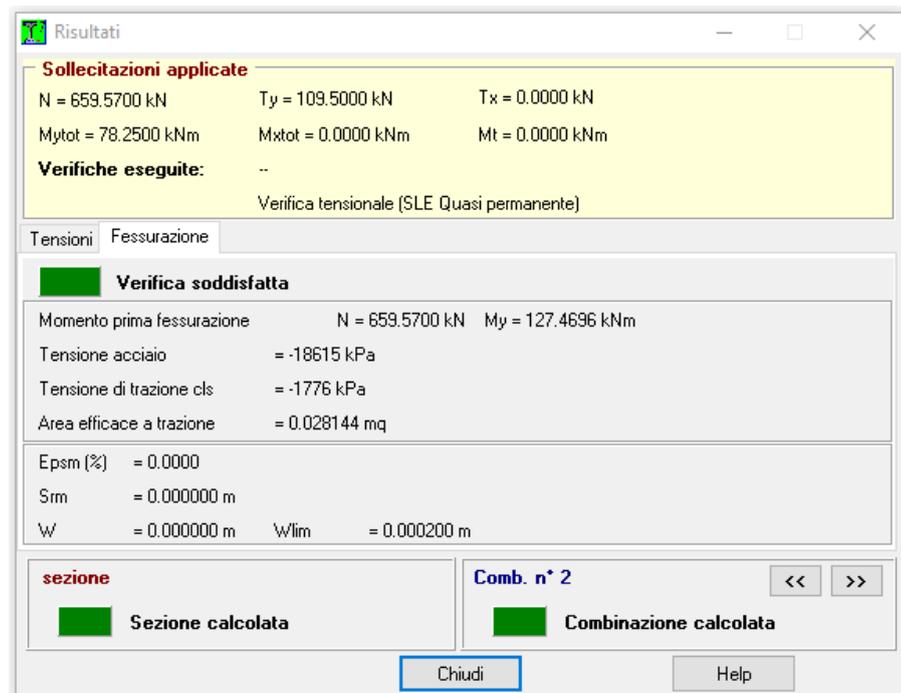


Figura 7-23 Risultati verifica a fessurazione

MANDATARIA  MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	07	00	001	B	31

Come si evince dall'output di calcolo sopra riportato risulta che:

$$\sigma_c = 2.78 \text{ MPa} < \sigma_{c,f} = 0.40 \cdot f_{ck} = 10.0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s = 171.48 \text{ MPa} < \sigma_{s,r} = 0.75 \cdot f_{yk} = 337.5 \text{ MPa}$$

$$w_k = 0.000 \text{ mm} < w_{LIM} = 0.200 \text{ mm}$$

Le verifiche sono soddisfatte.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Relazione di calcolo	<small>COMMESSA</small> LI0B	<small>LOTTO</small> 02	<small>FASE</small> E	<small>ENTE</small> ZZ	<small>TIPO DOC</small> CL	<small>OPERA 7 DISCIPLINA</small> TR 07 00			<small>PROGR</small> 001

8 CALCOLO MURO TIPO 2

Nel caso in esame si considera, a vantaggio di sicurezza, l'altezza massima del tratto di muro fondato su micropali pari a 2.00 m.

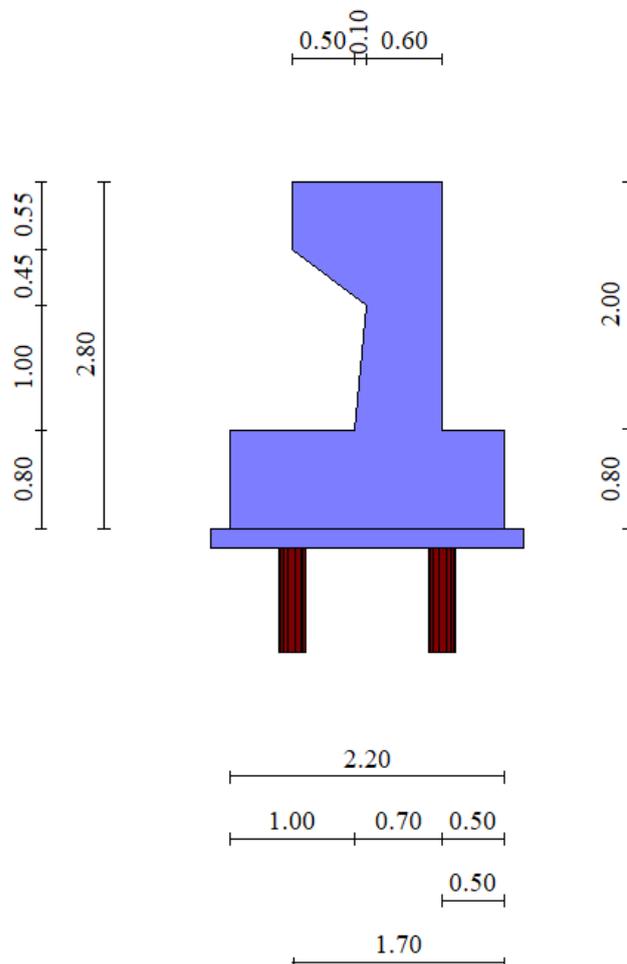
8.1 Geometria

Il muro di controripa in progetto presenta le seguenti dimensioni:

- Altezza paramento: 2.00 m;
- Spessore paramento: 0.60 - 0.80 m;
- Lunghezza mensola monte: 0.50 m;
- Lunghezza mensola valle: 0.90 m;
- Spessore fondazione: 0.80 m;

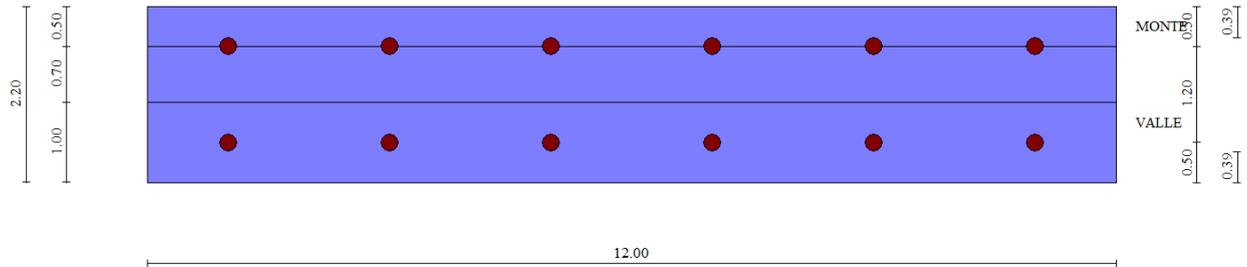
L'opera è fondata su micropali D230 mm, di lunghezza 9.00 m disposti con un interasse di 2.00 m.

L'immagine sottostante illustra la configurazione geometrica di calcolo:



Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	07	00	001	B	33

1.00 2.00 n° 6 pali - Ordinata fila y = 1.70 m
 D = 0.2250 m - L = 9.00 m - I = 0.00 °
 1.00 2.00 n° 6 pali - Ordinata fila y = 0.50 m
 D = 0.2250 m - L = 9.00 m - I = 0.00 °



8.2 Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo

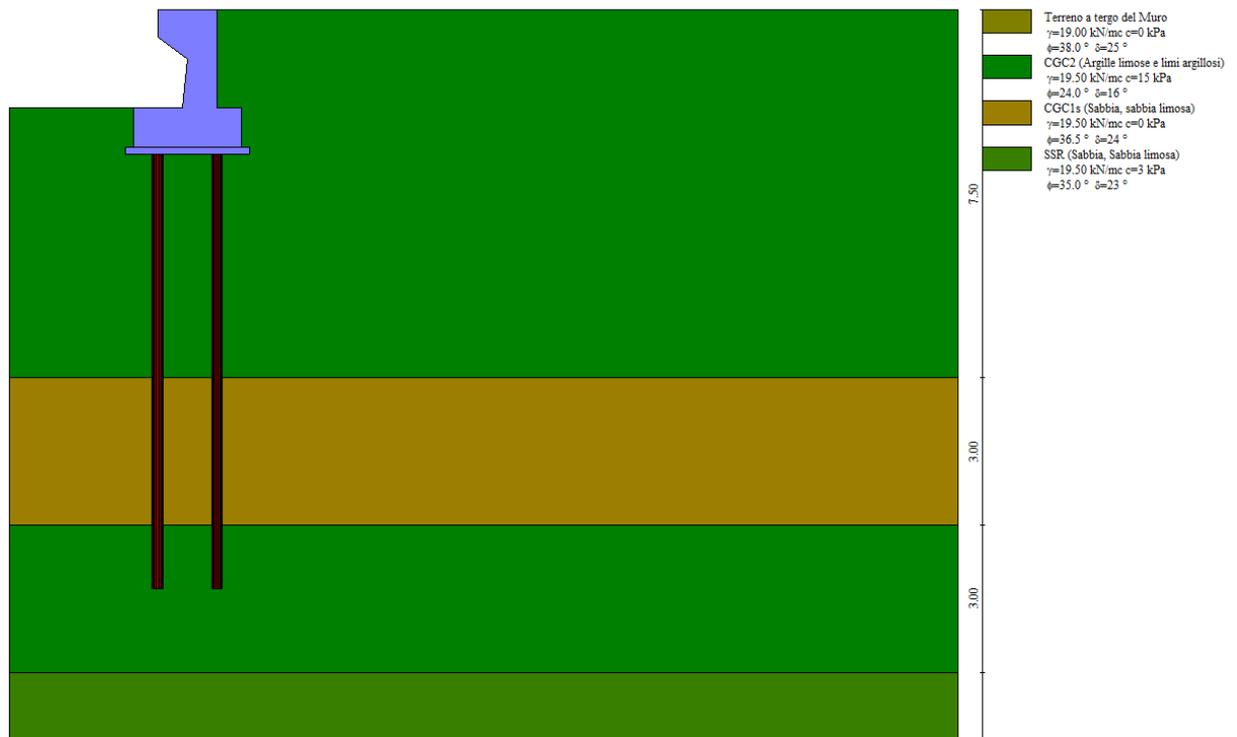
Nella tabella sottostante sono riassunti i parametri geotecnici caratteristici adottati per il dimensionamento dell'opera di sostegno.

Unità	H [m]	γ [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]	δ [°]	q_s	α
CGC2 (Argille limose e limi argillosi)	7.50	19.50	15.00	24.00	16.00	100.00	1.2
CGC1s (Sabbia, sabbia limosa)	3.00	19.50	0.00	36.50	24.33	250.00	1.1
CGC2 (Argille limose e limi argillosi)	7.50	19.50	15.00	24.00	16.00	100.00	1.2
SSR (Sabbia, Sabbia limosa)	15.00	19.50	3.00	35.00	23.33	250.00	1.2

Simbologia adottata:

- H: spessore dello strato;
- γ : peso dell'unità di volume;
- c': coesione efficace;
- ϕ' : angolo di resistenza al taglio;
- δ : angolo d'attrito muro-terreno;

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>	MANDANTI HY pro <small>S.P.A.</small>	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Relazione di calcolo	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA TR 07 00			PROGR 001



8.3 Analisi dei carichi

Nel modello sono stati applicati i seguenti carichi:

Peso proprio elementi strutturali (Permanente)

Il peso proprio degli elementi strutturali è stato determinato automaticamente dal software di calcolo tenendo conto dei rispettivi pesi specifici ed in funzione delle dimensioni dell'opera.

Carico cantiere (Variabile)

Al fine di simulare il transito dei mezzi di cantiere durante le lavorazioni, è stata considerata un carico variabile a tergo del muro pari a 10 kPa.

Barriere antirumore (Variabile)

In testa al muro si prevede la disposizione di barriere antirumore.

Al fine di simulare le azioni da vento sulla barriera, sono state applicate delle forze concentrate in testa al muro.

Tali valori a metro lineare, di seguito riepilogati, sono stati desunti dall'elaborato di Progetto Esecutivo "LI0B02EZZCLTR0200001A – Paratia BP pk 2+380 – Relazione di calcolo",

BARRIERA ANTIRUMORE

$h_b =$	5.0 m	(Altezza barriera)
* $F_{w,h} =$	6.59 kN/m	(azione tagliante)
* $M_w =$	16.48 kNm/m	(Momento flettente testa muro)

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	07	00	001	B	35

*Applicato a testa cordolo

Combinazioni di carico

Si applicano le combinazioni di carico previste nella specifica RFI sulla progettazione geotecnica.

Coefficienti parziali e di combinazione

NORMATIVA
 D.M. 1988 + D.M. 1996 Tens. Amm N.T.C. 2008 - Approccio 1 N.T.C. 2018
 D.M. 1988 + D.M. 1996 Stato Limite N.T.C. 2008 - Approccio 2

Coef. sulle azioni Coef. sulle resistenze Fondazione Pali Tiranti Altro Verifiche idrauliche

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

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche				
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
P. strutturali	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
P. strutturali	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
P. non strutturali	Favorevole	γ_{G2fav}	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
P. non strutturali	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Imposta coefficienti **Accetta** Annulla Help

Coefficienti parziali e di combinazione

NORMATIVA
 D.M. 1988 + D.M. 1996 Tens. Amm N.T.C. 2008 - Approccio 1 N.T.C. 2018
 D.M. 1988 + D.M. 1996 Stato Limite N.T.C. 2008 - Approccio 2

Coef. sulle azioni Coef. sulle resistenze Fondazione Pali Tiranti Altro Verifiche idrauliche

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00	1.00	1.00

Imposta coefficienti **Accetta** Annulla Help

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA

Muro di controripa km 8+150 – 8+265 –
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	07	00	001	B	36

Coefficienti parziali e di combinazione

NORMATIVA
 D.M. 1988 + D.M. 1996 Tens. Amm N.T.C. 2008 - Approccio 1 N.T.C. 2018
 D.M. 1988 + D.M. 1996 Stato Limite N.T.C. 2008 - Approccio 2

Coef. sulle azioni Coef. sulle resistenze Fondazione **Pali** Tiranti Altro Verifiche idrauliche

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO.

Verifica	Coefficienti parziali			
	R1	R2	R3	R3 - C sismiche
Capacità portante della fondazione	1.00	1.00	1.40	1.20
Scorimento	1.00	1.00	1.10	1.00
Resistenza del terreno a valle	1.00	1.00	1.40	1.20
Ribaltamento			1.15	1.00
Stabilità globale	1.10			
Stabilità globale sismico	1.20			

Imposta coefficienti Accetta Annulla Help

Coefficienti parziali e di combinazione

NORMATIVA
 D.M. 1988 + D.M. 1996 Tens. Amm N.T.C. 2008 - Approccio 1 N.T.C. 2018
 D.M. 1988 + D.M. 1996 Stato Limite N.T.C. 2008 - Approccio 2

Coef. sulle azioni Coef. sulle resistenze Fondazione **Pali** Tiranti Altro Verifiche idrauliche

CARICHI VERTICALI. Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche.

Resistenza		Pali Infissi			Pali trivellati			Pali elic continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	γ_b	1.00	1.45	1.15	1.00	1.70	1.35	1.00	1.60	1.30
Laterale (compressione)	γ_s	1.00	1.45	1.15	1.00	1.45	1.15	1.00	1.45	1.15
Totale (compressione)	γ_t	1.00	1.45	1.15	1.00	1.60	1.30	1.00	1.55	1.25
Laterale (trazione)	γ_{st}	1.00	1.60	1.25	1.00	1.60	1.25	1.00	1.60	1.25

CARICHI TRASVERSALI. Coefficienti parziali γ_T da applicare alle resistenze caratteristiche.

	R1	R2	R3
γ_T	1.00	1.60	1.30

Coefficienti di riduzione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali.

1 numero di verticali indagate ξ_3 1.70 ξ_4 1.70

Imposta coefficienti Accetta Annulla Help

Muro di controripa km 8+150 – 8+265 –
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	07	00	001	B	37

8.4 Sollecitazioni

Paramento

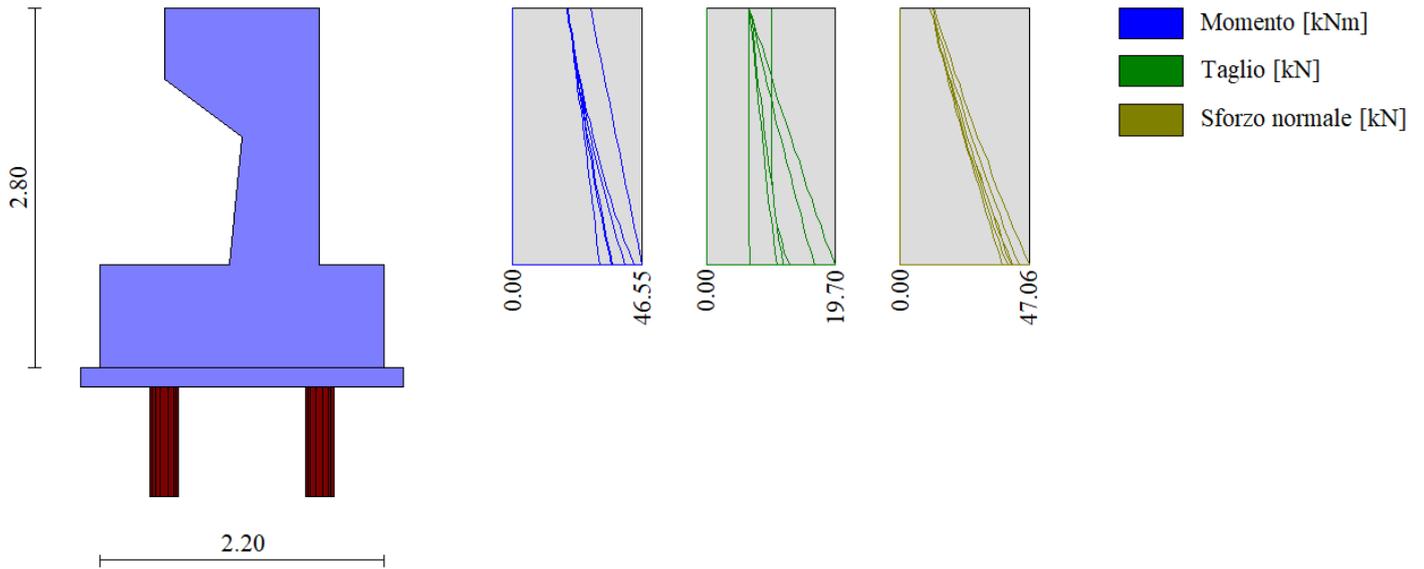


Figura 8-1 Involuppo delle sollecitazioni sul paramento

Zattera di fondazione

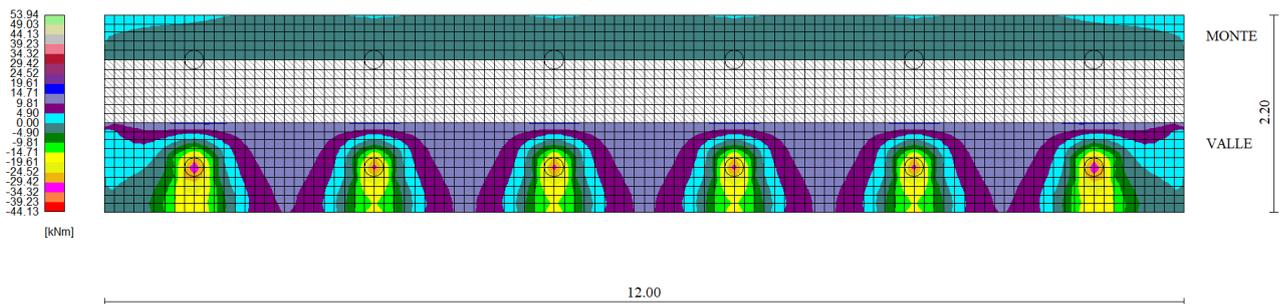


Figura 8-2 Momento Mx
Figura 8.2 –

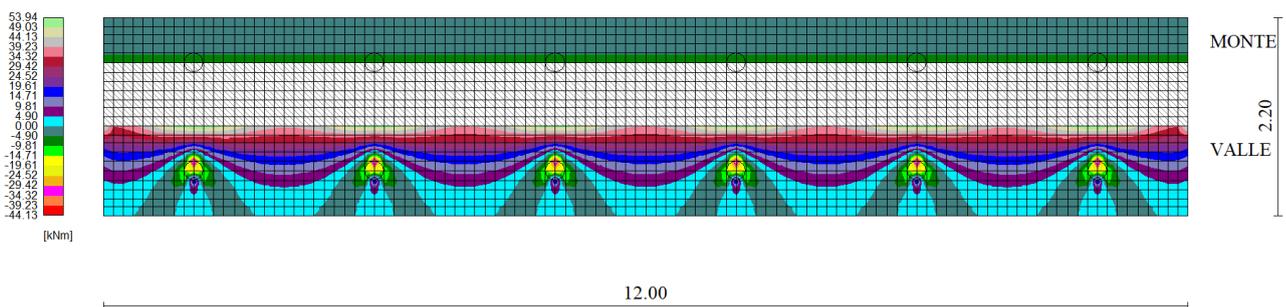


Figura 8-3 Momento My

**Muro di controripa km 8+150 – 8+265 –
Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	07	00	001	B	38

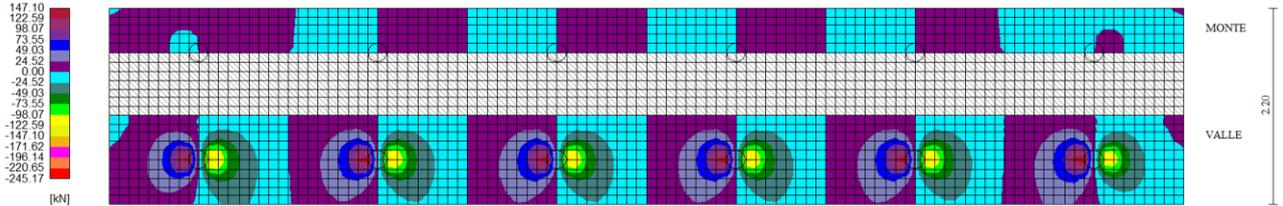


Figura 8-4 Taglio Tx

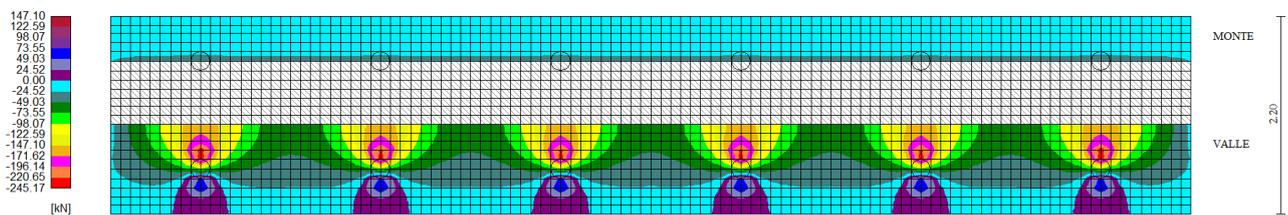


Figura 8-5 Taglio Ty

Micropali di fondazione

Nella figura sottostante viene illustrato l'involuppo delle sollecitazioni agenti sui micropali di fondazione:

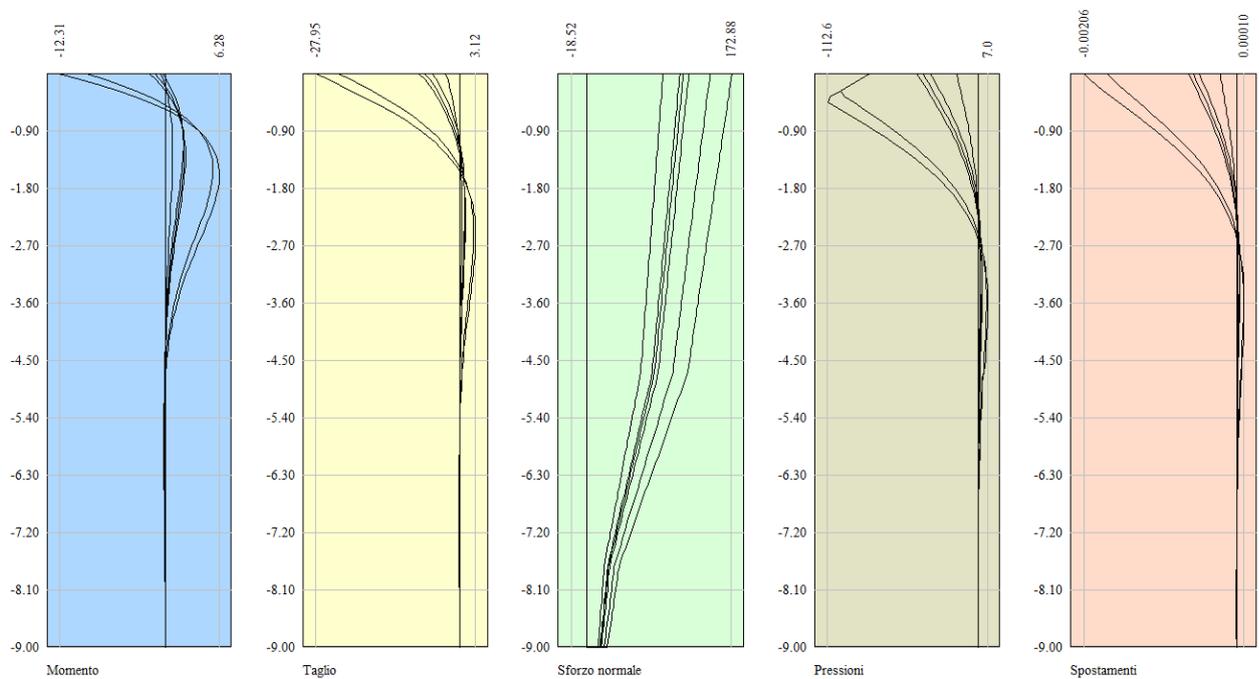


Figura 8-6 Involuppo sollecitazioni agenti sui micropali

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	07	00	001	B	39

8.5 Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati:

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		4.254		15.103			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	2.003		11.907			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	2.199		14.232			
4 - GEO (A2-M2-R2)					8.770		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				3.510		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				3.039		
7 - EQU (A1-M1-R3)			34.388				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		22.214				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		19.188				

Verifica di capacità portante fondazione mista

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico verticale totale, espresso in [kN]
Q _{U,FOND}	carico limite del terreno afferente alla fondazione, espresso in [kN]
Q _{U,PALI}	carico limite del terreno afferente alla palificata, espresso in [kN]
Q _U	carico limite (Q _{U,FOND} +Q _{U,PALI}), espresso in [kN]
Q _d	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra Q _d /N)

La portanza ultima dei pali Q_{U,PALI} è riferita ad un metro di muro. Si ricava come: $\square_{n^{\circ} \text{ file pali}}[(P_p + P_l - A - W_p) * N_p] / L$

dove:

- P_p, portanza alla punta
- P_l, portanza laterale
- A, attrito negativo
- W_p, peso del palo
- N_p, numero di pali della fila
- L, lunghezza del muro

I valori sopra elencati sono riportati nei dettagli della portanza verticale dei pali.

n°	N	Q _{U,FOND}	Q _{U,PALI}	Q _U	Q _d	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	107.88	965.61	663.74	1629.35	1163.82	15.103
2	123.15	802.60	663.74	1466.34	1221.95	11.907
3	94.76	718.33	630.25	1348.58	1123.81	14.232

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

I _c	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

I _c	C	R	FS
	[m]	[m]	
4 - GEO (A2-M2-R2)	-2.00; 2.50	10.00	8.770
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-3.50; 4.50	16.67	3.510
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-3.50; 4.50	16.67	3.039

Resistenza al taglio pali 0.00 [kN]

Muro di controripa km 8+150 – 8+265 –
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	07	00	001	B	40

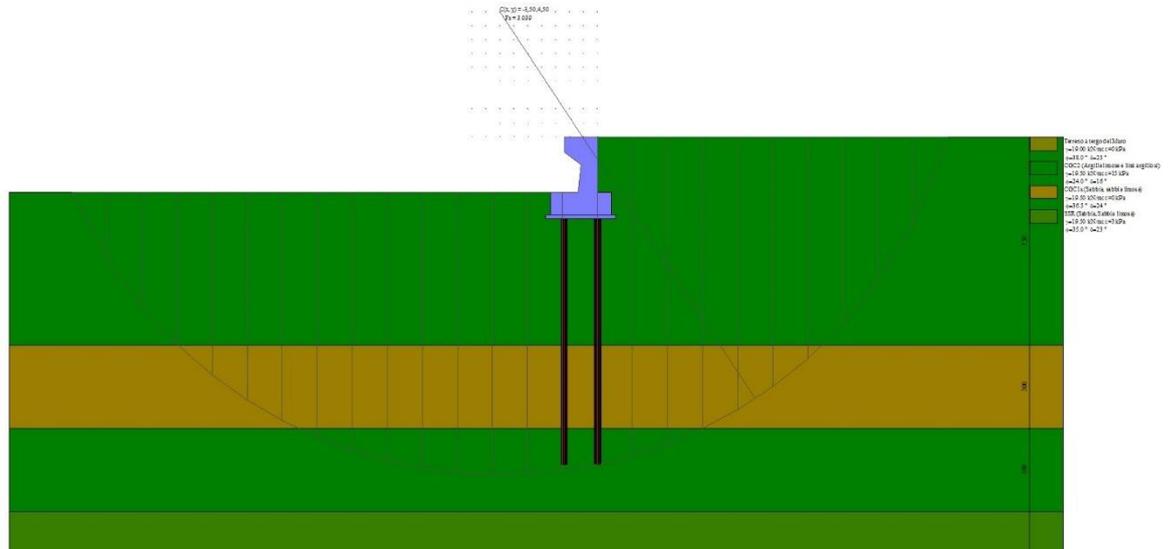


Figura 8-7 Cerchio critico (Combinazione n°6)

Cedimenti pali

Simbologia adottata

Ic	Indice combinazione
Ip	Indice palo
w	Cedimento, espresso in [m]

Ic	Ip	w
		[m]
10	1	0.000351
	2	0.000528
11	1	0.000351
	2	0.000528
12	1	0.000351
	2	0.000528

Spostamenti

Simbologia adottata

Cmb Tipo combinazione

Modello a blocchi

X	Spostamento in direzione X (positivo verso monte), espresso in [m]
Y	Spostamento in direzione Y (positivo verso l'alto), espresso in [m]
Phi	Rotazione (positiva antioraria), espresso in [°]

Cmb	X [m]	Y [m]	Phi [°]
1 - STR (A1-M1-R3)	-0.0009338	-0.0004246	0.02104
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	-0.0030435	-0.0004415	0.04855
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	-0.0026763	-0.0003198	0.04596
7 - EQU (A1-M1-R3)	-0.0009338	-0.0004246	0.02104
8 - EQU (A1-M1-R3) H + V	-0.0022514	-0.0004529	0.04327
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	-0.0021096	-0.0003290	0.04206
10 - SLER	-0.0003990	-0.0004297	0.00843
11 - SLEF	-0.0003990	-0.0004297	0.00843
12 - SLEQ	-0.0003990	-0.0004297	0.00843
13 - SLEQ H + V	-0.0011014	-0.0004456	0.02241
14 - SLEQ H - V	-0.0010248	-0.0003923	0.02170

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Relazione di calcolo	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA TR 07 00			Progr 001

8.6 Verifiche strutturali

Nel presente paragrafo si riportano le verifiche strutturali condotte con l'ausilio del software SAX v.10 di Aztec Informatica srl.

Il paramento risulta armato con $\phi 14/20$, lato monte (terreno), e con $\phi 12/20$, lato valle, e ripartitori $\phi 12/25$. La zattera di fondazione risulta armata con $\phi 14/20$, sia superiormente che inferiormente, e ripartitori $\phi 12/20$. I micropali risultano armati con tubolare di diametro esterno $\phi 177.8$ mm e spessore 8 mm in acciaio S355.

▪ Paramento

La verifica è stata condotta con riferimento al seguente schema di armatura:

- Geometria: Base=1.00m, Altezza=0.70m;
- Armatura principale:
Lato monte: $\phi 14/20$ cm
Lato valle: $\phi 12/20$ cm
- Ripartitori: $\phi 12/25$ cm;
- Copriferro: 4cm;

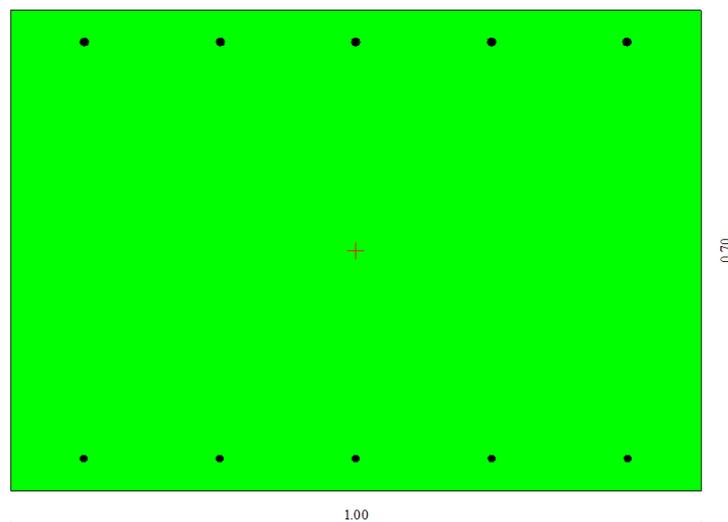


Figura 8-8 Schema di armatura

Nella tabella sottostante vengono riepilogati i valori massimi di calcolo delle sollecitazioni:

Combinazione	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
SLU	47.06	46.55	19.70
SLE (QP)	43.18	36.04	11.70

<p>MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small></p> <p>MANDANTI HYpro S.P.A.</p>	<p>LINEA PESCARA – BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</p> <p>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</p>										
<p>Muro di controripa km 8+150 – 8+265 –</p> <p>Relazione di calcolo</p>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	07	00	001	B	42

Considerato che i valori delle sollecitazioni risultano inferiori e lo schema di armatura analogo, si ritengono esaustivi i risultati delle verifiche condotte per il muro tipo 1.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
		Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Relazione di calcolo	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA TR 07 00		PROGR 001

▪ *Zattera di fondazione*

La verifica è stata condotta con riferimento al seguente schema di armatura:

- Geometria: Base=1.00m, Altezza=0.70m;
- Armatura principale: $\phi 14/20$ cm;
- Armatura secondaria: $\phi 14/20$ cm;
- Copriferro: 6cm;

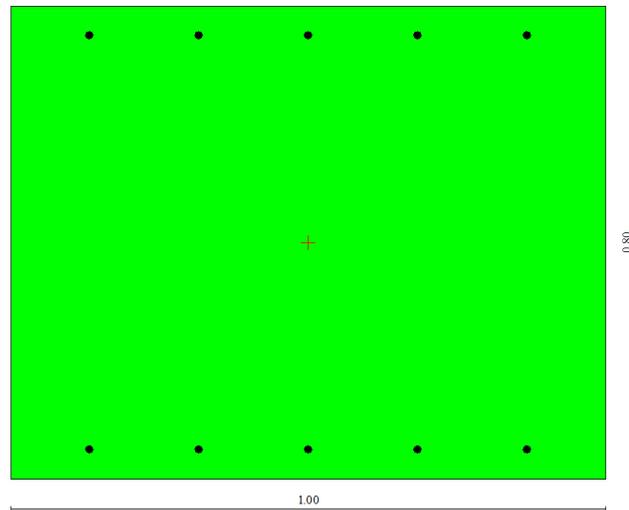


Figura 8-9 Schema di armatura

Nella tabella sottostante vengono riepilogati i valori massimi di calcolo delle sollecitazioni:

Combinazione	M [kNm]	T [kN]
SLU	53.94	245.17
SLE (QP)	17.50	149.47

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Relazione di calcolo	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA TR	07	00	PROGR 001

Verifiche SLU

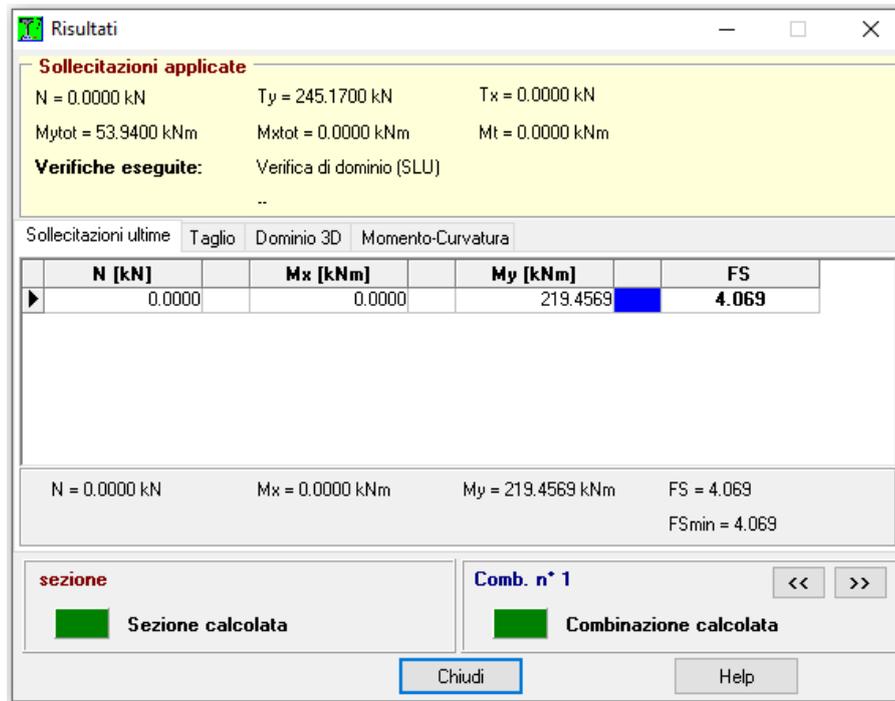


Figura 8-10 Risultati verifica a flessione

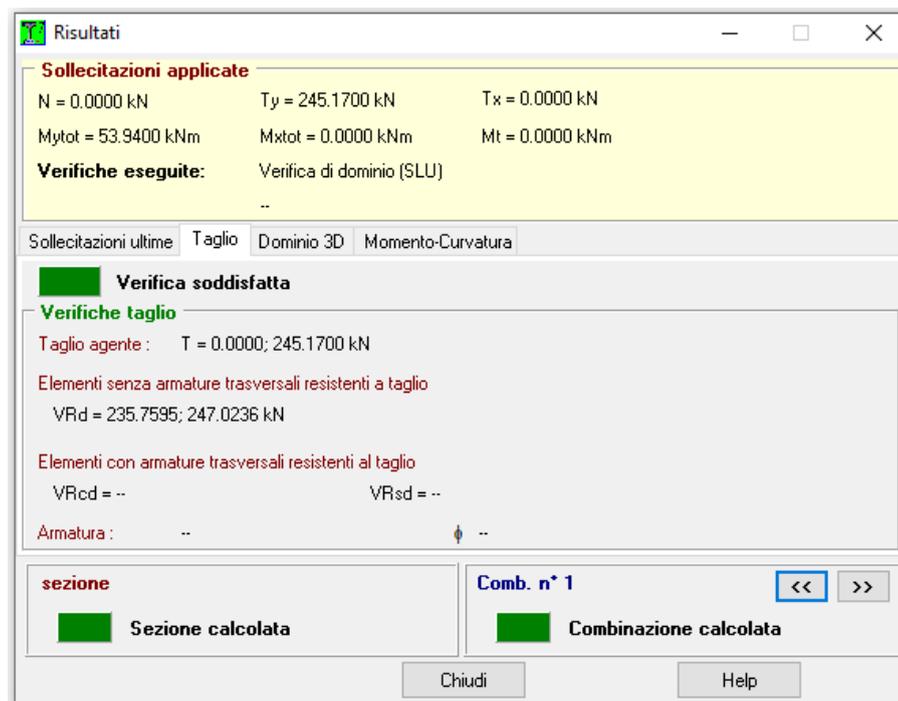


Figura 8-11 Risultati verifica a taglio (elementi senza armature trasversali resistenti a taglio)

Come desumibile dagli output di calcolo, le verifiche risultano soddisfatte.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small>	MANDANTI HY pro <small>S.P.A.</small>	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Relazione di calcolo	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA TR	07	00	PROGR 001	REV B

Verifiche SLE

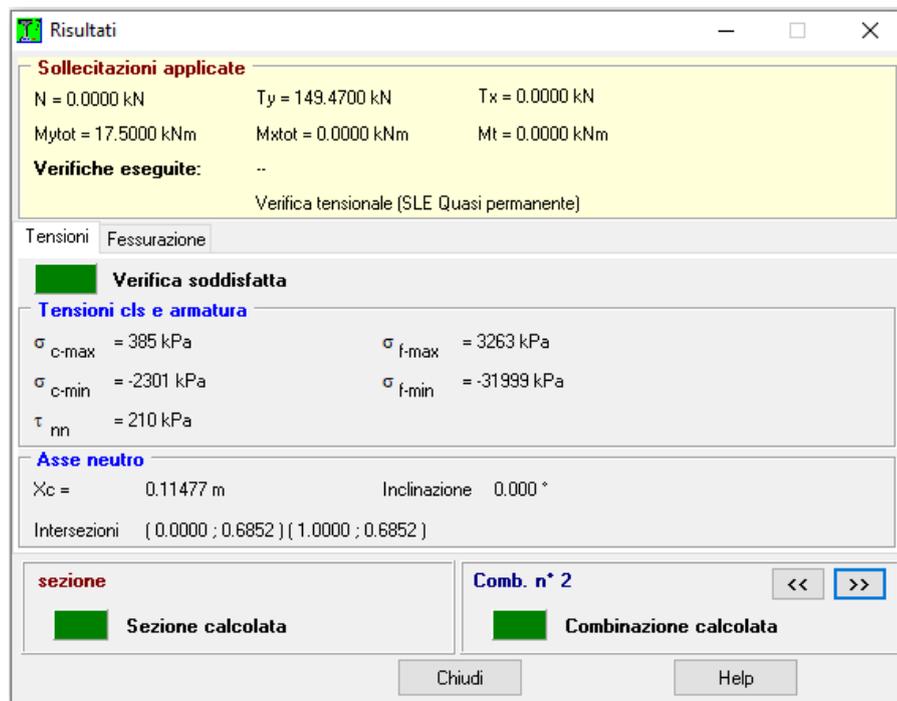


Figura 8-12 Risultati verifica tensionale

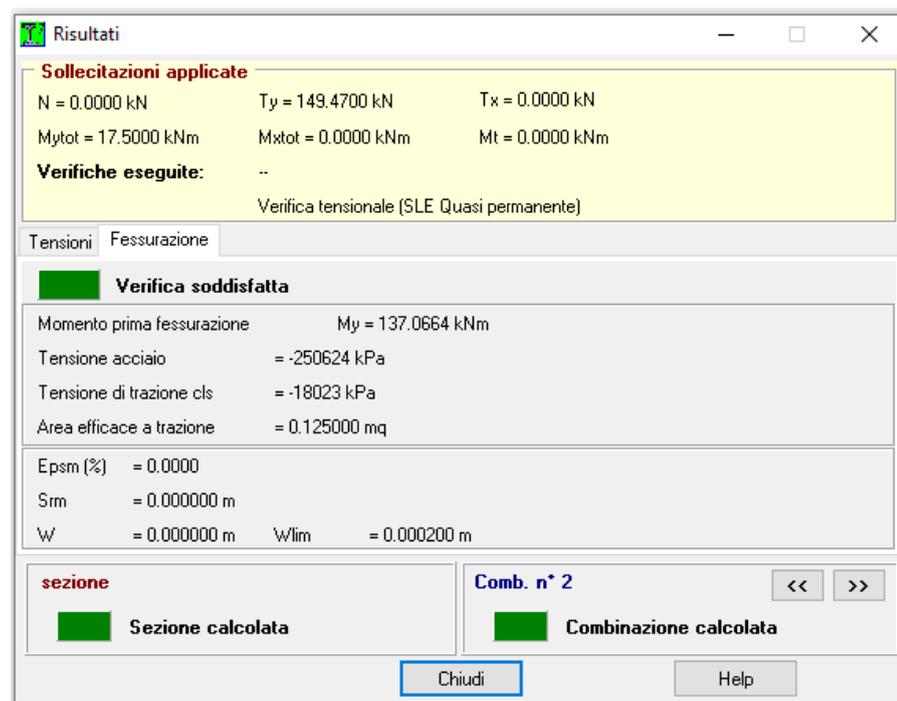


Figura 8-13 Risultati verifica a fessurazione

Come si evince dall'output di calcolo sopra riportato risulta che:

$$\sigma_c = 2.78 \text{ MPa} < \sigma_{c,f} = 0.40 \cdot f_{ck} = 10.0 \text{ MPa}$$

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	TR	07	00	001	B	46

$$\sigma_s = 171.48 \text{ MPa} < \sigma_{s,r} = 0.75 \cdot f_{yk} = 337.5 \text{ MPa}$$

$$w_k = 0.000 \text{ mm} < w_{LIM} = 0.200 \text{ mm}$$

Le verifiche sono soddisfatte.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Muro di controripa km 8+150 – 8+265 – Relazione di calcolo	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA TR 07 00			PROGR 001

▪ **Micropali**

La verifica è stata condotta con riferimento al seguente schema di armatura:

- Geometria: $D = 230 \text{ mm}$;
- Armatura tubolare: $D_e \phi 177.8 \text{ mm}$; $S_p = 8 \text{ mm}$;

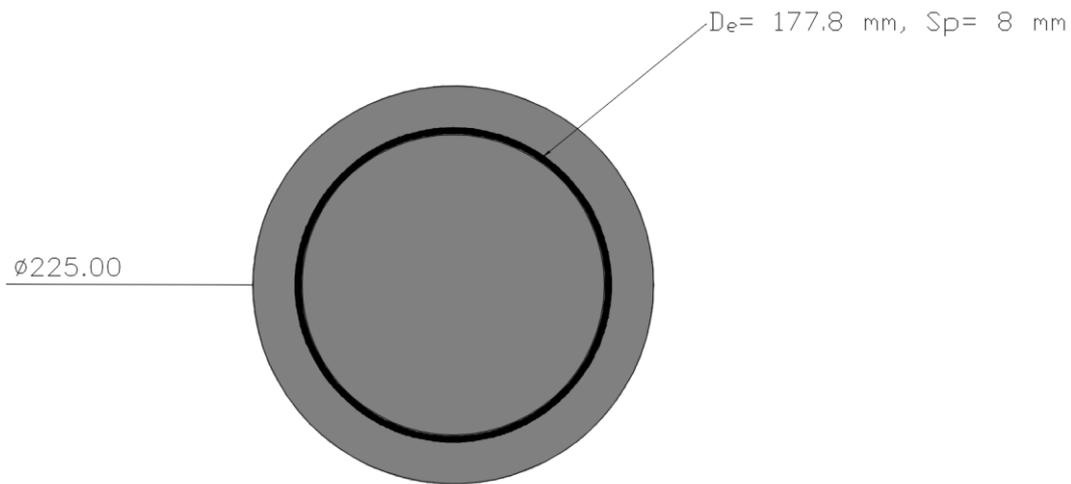


Figura 8-14 Schema di armatura

Verifica a flessione

Ip	Is	A_r [mq]	M [kNm]	N [kN]	Mrd [kNm]	Nrd [kN]	FS
1	1	0.004268	12.31	-1.76	63.02	-1.76	5.120
2	1	0.004268	12.31	172.88	65.25	172.88	5.301

Risultati verifica a flessione

Verifica a taglio

La verifica a taglio sui micropali viene eseguita considerando il solo contributo resistente del tubolare. L'area della sezione effettiva di verifica (A_{eff}) viene determinata come area lorda (A) della sezione tubolare moltiplicata per $2 / p$.

Ip	Is	A_{sw} [m]	V_{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	1	0.002717	410.81	27.95	14.696
2	1	0.002717	410.81	27.95	14.696

Risultati verifica a taglio