

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

OPERE D'ARTI MINORI

RELAZIONE DI CALCOLO MURI DI RECINZIONE

L'Appaltatore

Ing. Gianguido Babini

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

Data 14/07/2023

firma

I progettisti (il Direttore della progettazione)

Ing. Massimo Facchini

Data 14/07/2023

firma



COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA / DISCIPLINA	PROGR	REV	SCALA
L I O B	0 2	E	Z Z	C L	O C 0 0 0 0	0 0 4	B	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Aut. Data
A	Emissione Esecutiva	D. Salzillo	12/12/2022	G. Mennillo	14/12/2022	R. Fabrizio	16/12/2022	
B	Revisione per RdV LI0B-RV-0000000315	D. Salzillo	07/07/2023	G. Mennillo	10/07/2023	R. Fabrizio	12/07/2023	M. Facchini 14/07/2023

File: LI0B02EZZCLOC0000004B.DOCX

n. Elab.

MANDATARIA  	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione di calcolo muri di recinzione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B	1

INDICE

1.. PREMESSA	2
2.. NORME DI RIFERIMENTO	3
3.. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	4
4.. VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO.....	4
5.. MATERIALI.....	5
5.1 Calcestruzzo strutture in elevazione C32/40.....	5
5.2 Acciaio B450C per calcestruzzo armato	6
5.3 Verifiche agli SLE	6
5.4 Copriferro minimo per opere in c.a.	7
6.. TERRENO DI FONDAZIONE.....	9
6.1 Terreno di fondazione del muro Tipo 1	9
6.2 Terreno di fondazione del muro Tipo 2	11
7.. ANALISI DEI CARICHI	13
7.1 Pesi propri strutturali	13
7.2 Carichi permanenti non strutturali.....	13
7.3 Sovraccarichi accidentali	13
7.4 Azione sismica	15
7.5 Combinazioni dei Carichi e Approccio Progettuale	16
8.. INDICAZIONI SUL SOFTWARE UTILIZZATO.....	18
9.. INCIDENZE ARMATURA	19
10. RICHIAMI TEORICI	20
10.1 Calcolo della spinta sul muro.....	20
10.2 Calcolo della spinta in presenza di Sisma	21
10.3 Verifica a ribaltamento.....	22
10.4 Verifica a scorrimento.....	23
10.5 Verifica al carico limite.....	23
10.6 Verifica alla stabilità globale	25
10.7 Cedimenti della fondazione	25
11. CALCOLO MURO TIPO 1	26
12. CALCOLO MURO TIPO 2	48

**Relazione di calcolo muri di
recinzione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B	2

1. PREMESSA

Nell'ambito della progettazione di raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina, nei lotti 2 e 3 è prevista la realizzazione di alcuni piazzali di cui è prevista la realizzazione di muri di recinzione.

Il presente documento riporta i criteri generali di analisi e i risulta del dimensionamento dei predetti muri di recinzione.

Saranno analizzati nello specifico le sezioni di altezza maggiore dei muri; per gli stessi si considera anche un incremento dell'altezza data la variabilità della stessa. Sono stati presi in considerazione n.2 sezioni:

- Muro di recinzione tipo 1: costituito da una fondazione di larghezza 130cm e spessore 40cm ed un paramento di altezza 120cm e spessore 30cm;
- Muro di recinzione tipo 2: costituito da una fondazione di altezza 70cm e larghezza 60cm ed un paramento di altezza 70cm e spessore 30cm.

Di seguito si riportano due sezioni tipo ed a seguire i criteri di dimensionamento ed i risultati di calcolo.

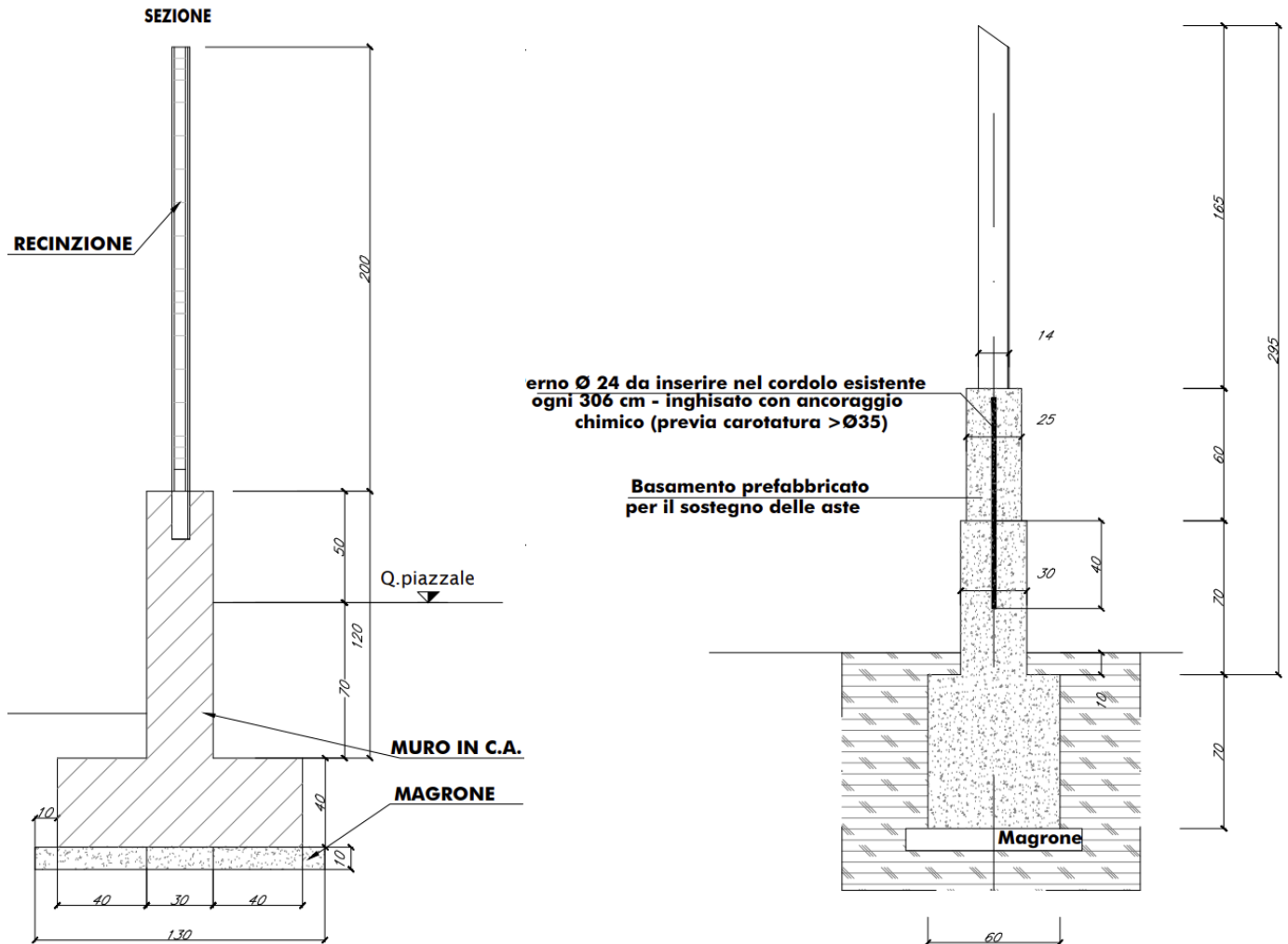


Figure 1-1 Sezione trasversale Muro Tipo 1 (a sx) e Muro Tipo 2 (a dx).

MANDATARIA  MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
Relazione di calcolo muri di recinzione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B	3

2. NORME DI RIFERIMENTO

Nel seguente elenco sono riportate le norme di riferimento secondo le quali sono state condotte le fasi di calcolo e verifica degli elementi strutturali:

Legge 5 novembre 1971 n. 1086 (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321)

“Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”

Legge 2 febbraio 1974 n. 64 (G. U. 21 marzo 1974 n. 76)

“Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”

Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 – D.M. 14 gennaio 2008

Nel seguito denominate NT (Norme tecniche)

Circolare 2 febbraio 2009, n° 617

Istruzioni per l'applicazione dell'«Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008 (G.U. n. 47 del 26-02-2009 – Suppl. Ordinario n. 27)

UNI EN 1992-1-1

Progettazione delle strutture di calcestruzzo

UNI EN 206-1-2016

Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità

Norme tecniche, circolari e istruzioni Rete Ferroviaria Italiana

RFI DTC INC CS LG IFS 001 A

Linee guida per il collaudo statico delle opere in terra

RFI DTC INC CS SP IFS 001 A

Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie

RFI DTC INC PO SP IFS 001 A

Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario

RFI DTC INC PO SP IFS 002 A

Specifica per la progettazione e l'esecuzione di cavalcavia e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria

RFI DTC INC PO SP IFS 003 A

Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari

RFI DTC INC PO SP IFS 004 A

Specifica per la progettazione e l'esecuzione di impalcati ferroviari a travi in ferro a doppio T incorporate nel calcestruzzo

RFI DTC INC PO SP IFS 005 A

Specifica per il progetto, la produzione, il controllo della produzione e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti degli impalcati ferroviari e dei cavalcavia.

RFI DTC SI PS MA IFS 001 B

Manuale di progettazione delle opere civili.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
Relazione di calcolo muri di recinzione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B	4

3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Di seguito l'elenco dei documenti consultati:

- **GEOTECNICA Piano profilo geotecnico – Tav 9 di 16** (Codice Elaborato: LI0B02EZZF6GE0005009B)
- **Planimetria con classificazione sismica – Tav 5 di 9** (Codice Elaborato: LI0B02EZZN5GE0003005B)
- **GEOTECNICA Piano profilo geotecnico – Tav 4 di 16** (Codice Elaborato: LI0B02EZZF6GE0005004B)
- **Planimetria con classificazione sismica – Tav 2 di 9** (Codice Elaborato: LI0B02EZZN5GE0003002B)
- **Relazione geotecnica generale** (Codice Elaborato: LI0B02EZZRGGE0005001B)
- **Relazione geotecnica generale – Viabilità Campomarino** (Codice Elaborato: LI0B02EZZRGGE0005002B).

4. VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

Al fine di definire i parametri di progettazione della struttura bisogna individuare la vita nominale e la classe d'uso che definiscono il periodo di riferimento.

La vita nominale di progetto V_N di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali. La struttura oggetto di analisi rientra nelle "Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari" e quindi, a vantaggio di sicurezza si è considerato:

$$V_N \geq 50 \text{ anni} = 75 \text{ anni}$$

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso; nello specifico la struttura in oggetto può essere classificata come segue:

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso". Per questa è previsto un Coefficiente d'uso:

$$C_U = 1.5$$

In conclusione, è possibile considerare un periodo di riferimento:

$$V_r = V_N \cdot C_U = 112.5 \text{ anni}$$

La vita di riferimento sarà utilizzata per la definizione degli spettri di risposta riportati nei paragrafi successivi. Di seguito si riportano periodo di ritorno e probabilità di superamento impostato per l'analisi delle azioni sismiche ai seguenti stati limite: SLV, SLD, SLO. (p.to 2.4 delle NT):

Vita della struttura	
Tipo	Opere ordinarie (50-100)
Vita nominale V_N [anni]	75.0
Classe d'uso	III
Coefficiente d'uso C_U	1.500
Periodo di riferimento V_r [anni]	112.500
Probabilità di superamento PVR allo Stato limite di esercizio - SLD	63.0%
Probabilità di superamento PVR allo Stato limite ultimo - SLV	10.0%
Periodo di ritorno T_R SLD [anni]	75.4
Periodo di ritorno T_R SLV [anni]	1067.8

Per maggiori dettagli riguardo l'azione sismica si veda la definizione degli spettri di risposta.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
Relazione di calcolo muri di recinzione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B

5. MATERIALI

Per la realizzazione dell'opera in oggetto saranno impiegati i seguenti materiali, di cui si riportano nell'ordine le proprietà meccaniche adottate nel calcolo elastico e le resistenze di calcolo per le verifiche di sicurezza. Tutti i materiali impiegati dovranno essere comunque verificati con opportune prove di laboratorio secondo le prescrizioni della vigente Normativa.

5.1 CALCESTRUZZO STRUTTURE IN ELEVAZIONE C32/40

Ai fini della valutazione del comportamento e della resistenza delle strutture in calcestruzzo, questo viene identificato mediante la classe di resistenza contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cilindrica e cubica a compressione uniassiale, misurate rispettivamente su provini cilindrici e cubici, espressa in MPa. Alla tabella 4.1.1 delle NTC sono riportate le classi di resistenza. Per l'opera strutturale in esame si utilizza calcestruzzo **C32/40**. Con riferimento alla normativa vigente si riportano le caratteristiche del materiale utilizzato.

[NTC – 4.1.2.1.1] La resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo f_{cd} è calcolata:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck} \cdot \alpha_{cc}}{1.5} = 18.13 MPa$$

dove:

- α_{cc} è il coefficiente che tiene conto degli effetti di lunga durata sulla resistenza a compressione, pari a 0.85;
- γ_c è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo, pari a 1.5;
- f_{ck} è la resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo a 28 giorni.

[NTC – 11.2.10.3] Per modulo elastico del calcestruzzo, in sede di progettazione, si può assumere:

$$E_{cm} = 22.000 \cdot \left(\frac{f_{cm}}{10}\right)^{0.3} = 22.000 \cdot \left(\frac{40}{10}\right)^{0.3} = 33346 MPa$$

dove f_{cm} è il valore medio della resistenza cilindrica, calcolato come segue:

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 32 + 8 = 40 MPa$$

[NTC – 4.1.2.1.2] La resistenza di calcolo a trazione f_{ctd} è definita come:

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = \frac{0.7 \cdot f_{ctm}}{\gamma_c} = \frac{0.7 \cdot 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3}}{\gamma_c} = 1.41 MPa$$

dove [NTC – 11.2.10.2]:

- f_{ctk} è la resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo

$$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.17 MPa$$

- f_{ctm} è la resistenza media a trazione semplice (assiale) per classi inferiori o uguali a C50/60.

$$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 3.10 MPa$$

I diagrammi costitutivi del calcestruzzo e dell'acciaio per calcestruzzo sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al punto 4.1.2.1.2 delle NT; in particolare per le verifiche delle sezioni in calcestruzzo armato è stato adottato il modello di calcestruzzo riportato in (a) della figura seguente:

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo muri di recinzione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA OC 00 00			PROGR 004

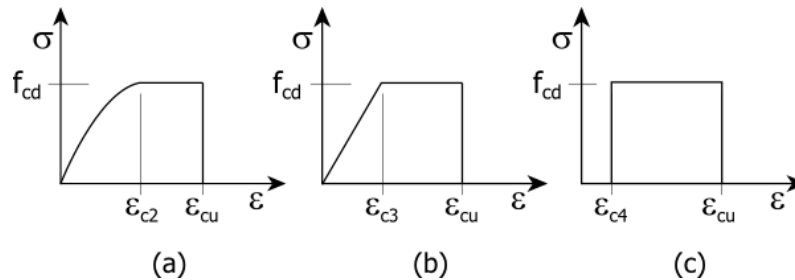


Figure 5-1 Diagrammi di calcolo tensione/deformazione del calcestruzzo - a) parabola-rettangolo; b) triangolo-rettangolo; c) rettangolo (stress-block)

5.2 ACCIAIO B450C PER CALCESTRUZZO ARMATO

Le norme prescrivono, per il calcestruzzo armato, l'utilizzo di armature di classe B450C. Tali armature hanno una resistenza f_{yd} , riferita alla tensione di snervamento [NTC – 4.1.6]:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{1.15} = 391.3 MPa$$

Dove

- γ_s è il coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio, pari ad 1,15 per tutti i tipi di acciaio;
- f_{yk} per armatura ordinaria è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio [NTC – 11.3.2].

[NTC – 11.3.4.1] In sede di progettazione si può assumere convenzionalmente il valore nominale del modulo elastico, pari a:

$$E_s = 210000 MPa$$

I diagrammi costitutivi dell'acciaio per calcestruzzo sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al punto 4.1.2.1.2 delle NT

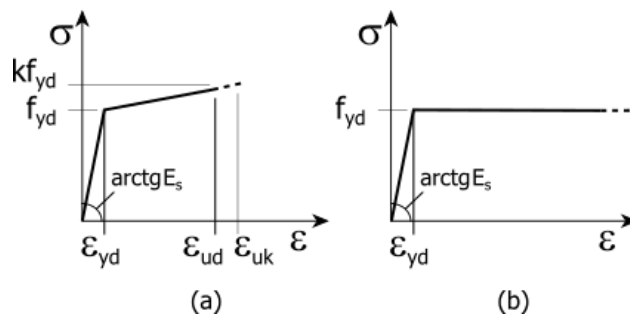


Figure 5-2 Diagrammi di calcolo tensione/deformazione dell'acciaio per calcestruzzo.

5.3 VERIFICHE AGLI SLE

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attesa, secondo quanto di seguito specificato.

▪ Verifiche delle Tensioni

Nelle La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
Relazione di calcolo muri di recinzione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B

in campo elastico e con calcestruzzo “non reagente” adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento “RFI DTC SI MA IFS 001 B”, ovvero:

$$\sigma_c < 0.55 \cdot f_{ck} = 0.55 \cdot 32 = 17.60 \text{MPa (Combinazione Rara) [RFI DTC SI MA IFS 001 B]}$$

$$\sigma_c < 0.40 \cdot f_{ck} = 0.40 \cdot 32 = 12.80 \text{MPa (Combinazione Quasi Permanente) [RFI DTC SI MA IFS 001 B]}$$

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (Rara) non deve superare 0.75 volte la tensione di snervamento caratteristica f_{yk} :

$$\sigma_s < 0.75 \cdot f_{yk} = 0.75 \cdot 450 = 337.50 \text{MPa (Combinazione Rara) [RFI DTC SI MA IFS 001 B]}$$

▪ Verifiche a Fessurazione

Le strutture di progetto risultano non rivestite; inoltre, la distanza dal mare risulta inferiore a 3km; pertanto, si considera una classe di esposizione del calcestruzzo **XS1** (Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l’acqua di mare). Detta classe di esposizione rientra tra le “condizioni ambientali aggressive” in accordo con la tabella 4.1.III delle NTC.

Table 5-1 Descrizione delle condizioni ambientali – Tabella 4.1.III del DM 14.1.2008

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

Le verifiche a fessurazione sono eseguite adottando i criteri definiti nel paragrafo 4.1.2.2.4.5 del DM 14.1.2008. Con riferimento alle classi di esposizione delle varie parti della struttura, alle corrispondenti condizioni ambientali ed alla sensibilità delle armature alla corrosione, si individua lo stato limite di fessurazione per assicurare la funzionalità e la durata delle strutture, in accordo con il DM 14.1.2008.

Table 5-2 Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione – Tabella 4.1.IV del DM 14.1.2008

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_d	Stato limite	w_d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Nella tabella sopra riportata, $w_1=0.2\text{mm}$, $w_2=0.3\text{mm}$; $w_3=0.4\text{mm}$.

In definitiva, nel caso in esame, con riferimento alle indicazioni della tabella di cui in precedenza e alle considerazioni effettuate (strutture in condizioni ambientali aggressive), si adotta il limite $w_1 = 0.20\text{mm}$ (Combinazione caratteristica Rara).

5.4 COPRIFERRO MINIMO PER OPERE IN C.A.

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario o precompresso, esposte all’azione dell’ambiente, si devono adottare i provvedimenti atti a limitare gli effetti di degrado indotti dall’attacco chimico, fisico e derivante dalla corrosione delle armature e dai cicli di gelo e disgelo.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
Relazione di calcolo muri di recinzione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B

A tal fine in fase di progetto la prescrizione, valutate opportunamente le condizioni ambientali del sito ove sorgerà la costruzione o quelle di impiego, deve fissare le caratteristiche del calcestruzzo da impiegare (composizione e resistenza meccanica), i valori del copriferro e le regole di maturazione.

Per copriferro delle armature si intende la distanza tra la superficie esterna dell'armatura, inclusi collegamenti e staffe, e la superficie di calcestruzzo più vicina. La protezione dell'armatura contro la corrosione si basa sulla presenza continua di un ambiente alcalino ottenuto con un adeguato spessore di calcestruzzo di buona qualità, correttamente maturato. Lo spessore di copriferro dipende sia dalle condizioni ambientali che dalla qualità del calcestruzzo.

Pertanto, il progetto dovrà contenere tutte le indicazioni costruttive per realizzare e controllare il copriferro.

Il copriferro nominale, in accordo all'EC2, si può calcolare come segue:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

dove:

- c_{nom} è il valore nominale di progetto;
- c_{min} è il valore minimo del copriferro;
- Δc_{dev} è la tolleranza di esecuzione relativa al copriferro.

Il valore della tolleranza di esecuzione Δc_{dev} , è assunto di norma pari a 10mm, ma se in cantiere si prevedono controlli di qualità che comportano la misura dei copriferri, può assumersi $\Delta c_{dev}=5\text{mm}$. Nel caso specifico si considera pari a 10mm.

Il valore minimo del copriferro è dato da:

$$c_{min} = \max(c_{min}; c_{min,dur}; 10\text{mm})$$

dove:

- $c_{min,b}$ è il copriferro minimo necessario per l'aderenza delle armature;
- $c_{min,dur}$ è il copriferro minimo correlato alle condizioni ambientali (durabilità).

Il valore di $c_{min,b}$ è da assumersi pari al diametro della barra. Se la dimensione dell'inerte è più grande di 32 mm, il valore di $c_{min,b}$ deve essere maggiorato di 5mm.

Le dimensioni minima da assumere per il copriferro in relazione alle condizioni ambientali ($c_{min,dur}$), sono funzione della classe strutturale e della classe ambientale e si ricavano dalla tabella 4.4N dell'Eurocodice 2 che qui si riporta.

Tab. 4.4 N - Copriferro minimo richiesto (mm)							
Classe Strutturale	Classi di esposizione ambientale in accordo con il prospetto 4.1						
	X0	XC1	XC2 /XC3	XC4	XD1 / XS1	XD2 / XS2	XD3 / XS3
S1	10	10	10	15	20	25	30
S2	10	10	15	20	25	30	35
S3	10	10	20	25	30	35	40
S4	10	15	25	30	35	40	45
S5	15	20	30	35	40	45	50
S6	20	25	35	40	45	50	55

La classe strutturale da prendere normalmente a riferimento per gli edifici è la S4 (vita media di progetto della struttura 50 anni).

A partire dalla classe strutturale di progetto della struttura, per il dimensionamento del copriferro minimo può farsi riferimento ad altre classi strutturali qualora sussistano le condizioni riportate nella tabella 4.3N a cui si rimanda.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
Relazione di calcolo muri di recinzione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B

Per le struttura in esame, per classe di esposizione XS1 si considera un copriferro minimo pari a 35mm. A questi è stata aggiunta la tolleranza di 10mm ed un ulteriore incremento di 5mm per elementi interrati. In conclusione, si considera un copriferro di **50mm**.

6. TERRENO DI FONDAZIONE

Si riportano di seguito le due stratigrafie considerate per i due muri in analisi.

6.1 TERRENO DI FONDAZIONE DEL MURO TIPO 1

Dalle risultanze delle prove MASW e come illustrato nell'elaborato "Planimetria con classificazione sismica – Tav. 2 di 9" (LI0B02EZZN5GE0003002A-plan 2-9) lo stesso rientra nella **Categoria C** (Tab. 3.2.11 della NT) in quanto presenta velocità di onde di taglio compresa tra 180 e 360m/s.

Si considera la stratigrafia S17v riportata nell'elaborato "Carta geologica, con elementi di morfologia e profilo geologico – Tav. 2 di 6 dal km 4+000.00 al km 8+000.00 – Finestra F1" (LI0B02EZZF6GE0005004B).

Sulla base degli elaborati consultati la stratigrafia e i parametri geotecnici utilizzati nel calcolo sono risultati i seguenti:

0,00÷2.00 Depositi Alluvionali Terrazzati - Unità bn3 (Argilla limosa e limi argillosi)

$\gamma = 19\div 20$ kN/m ³	peso di volume naturale
$\varphi' = 17\div 29$ °	angolo di resistenza al taglio
$c' = 6\div 12$ kPa	coesione drenata
$G_o = 60\div 120$ MPa	modulo di deformazione a taglio iniziale
$E_o = 150\div 500$ MPa	modulo di deformazione elastico iniziale (a piccole deformazioni)
$E' = 30\div 100$ MPa	modulo di deformazione operativo
$c_u = 75\div 270$ kPa	coesione non drenata

2.00÷14.30 Depositi Alluvionali Terrazzati - Unità bn2 (Sabbia, sabbia limosa, sabbia con limo)

$\gamma = 21\div 22$ kN/m ³	peso di volume naturale
$c' = 0$ kPa	coesione drenata
$\varphi' = 34\div 38$ °	angolo di resistenza al taglio
$G_o = 100\div 200$ MPa	modulo di deformazione a taglio iniziale
$E_o = 260\div 520$ MPa	modulo di deformazione elastico iniziale
$E' = 52\div 104$ MPa	modulo di deformazione operativo

Nel calcolo si considerano i valori medi del peso di volume naturale γ , dell'angolo di resistenza al taglio φ' e del modulo di deformazione operativo E' e della coesione drenata c' .

A tergo del muro si prevede un riempimento con terreno avente le seguenti caratteristiche: peso dell'unità di volume naturale 20 kN/m³; coesione drenata $c' = 0$ kPa; angolo di resistenza a taglio $\varphi' = 35$ °.

Nota. E' è il modulo di deformabilità operativo di primo carico adottato per il calcolo delle fondazioni assunto pari ad 1/5 di quello iniziale E_o .

La falda idrica è cautelativamente considerata sempre a circa 5.00m da p.c. Tale valore è esterno ai volumi significativi delle opere in oggetto.

**Relazione di calcolo muri di
recinzione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B	10

PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA "TAVOLA 4"								
Unità Geotecnica	Spessori (m)*	γ kN/m ³	c' kPa	ϕ' °	Go Mpa	Eo Mpa	Ed Kpa	EII σ Kpa
R	4-5	19+20	2+4	29	-	-	-	-
CGC1	1-18	20.5+21.6	0+6	29+40	50+390	130+1000	-	-
CGC2	10-26	18.6+20	7+30	20+31	60+200	160+520	29855	-
SSR	50	18.2+20	6+38	17+37	50+600	130+1560	-	-
ba2	2-6	19+20	0	29+35	20+120	50+320	-	-
ba3	5-10	20	3	18	30+120	70+320	-	-
bb2	6-10	17.7+21.7	0+5	34	20+120	50+320	-	-
bb1	1-7	18+19	0	37	80+200	200+500	-	-
bn3	2-3	19+20	6+12	17+29	60+120	150+500	-	-
bn2	14	21+22	0	34+38	100+200	260+520	-	-
bn1	7	20+21	0	36+38	150+320	400+830	-	-
ASP	30-50	19.6+21	4+52	19+26	70+230	180+600	-	366+509

Parametrizzazione geotecnica di riferimento, γ peso di volume, c' coesione, ϕ' angolo d'attrito, Go modulo di deformazione a taglio iniziale, Eo modulo di deformazione elastico iniziale, Ed modulo edometrico, σ modulo di resistenza a compressione ed espansione laterale libera.

Figure 6-1 Stralcio elaborato "GEOTECNICA – Piano profilo geotecnico – Tav. 4 di 16" (LI0B02EZZF6GE0005004B)

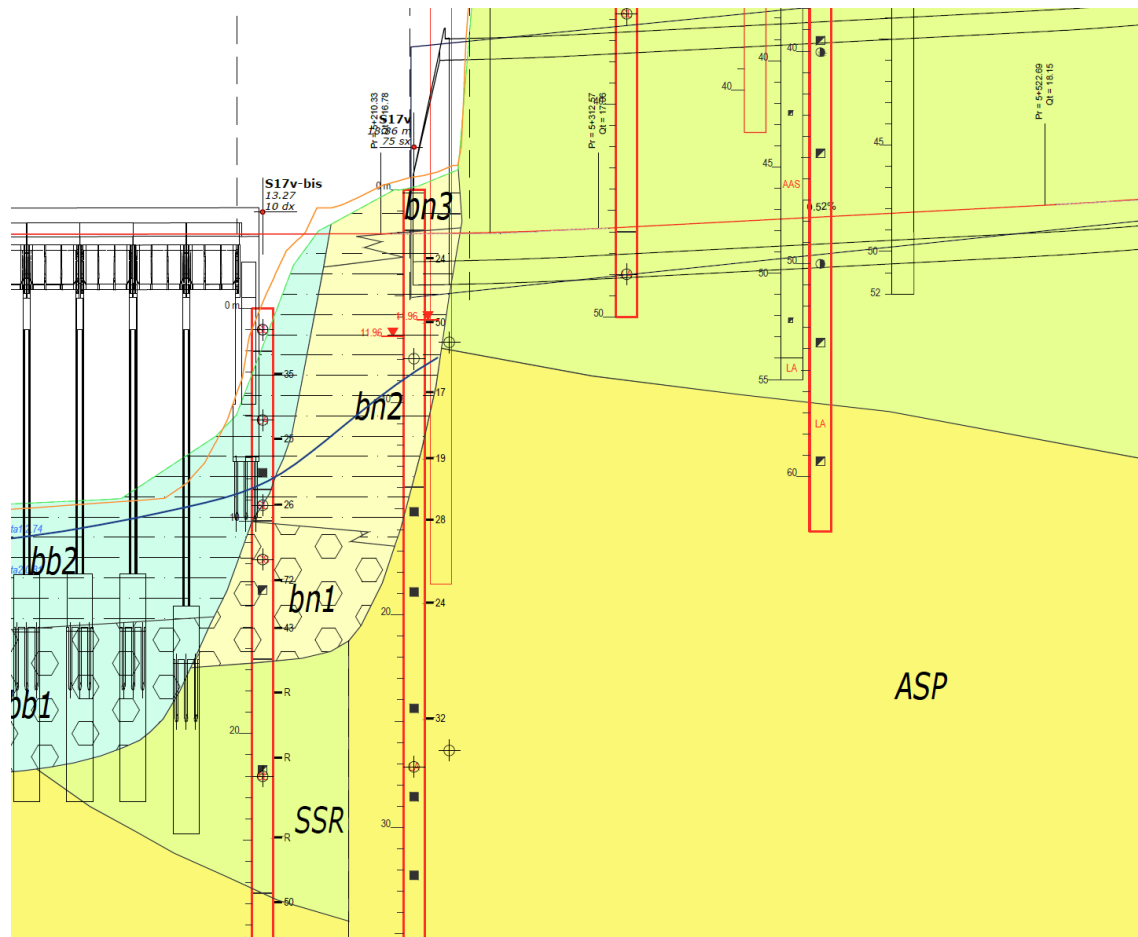


Figure 6-2 Stralcio elaborato "GEOTECNICA – Piano profilo geotecnico – Tav. 4 di 16" (LI0B02EZZF6GE0005004B)

MANDATARIA  	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione di calcolo muri di recinzione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B	11

6.2 TERRENO DI FONDAZIONE DEL MURO TIPO 2

Dalle risultanze delle prove MASW e come illustrato nell'elaborato "Planimetria con classificazione sismica – Tav. 2 di 9" (LI0B02EZZN5GE0003005A-plan 5-9) lo stesso rientra nella **categoria C** (Tab. 3.2.II della NT) in quanto presenta velocità di onde di taglio compresa tra 180 e 360m/s.

Si considera la stratigrafia relativa al sondaggio s13, riportata nell'elaborato "GEOTECNICA – Piano profilo geotecnico – Tav. 9 di 16" (LI0B02EZZF6GE0005009B), i parametri geotecnici adottati, in maniera cautelativa nell'analisi sono i seguenti:

0,00÷3.50 Depositi costieri attuali e recenti - Unità gb2 – Sabbia, sabbia limosa

$\gamma = 20.0\div 21.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\phi' = 30^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 20 \text{ kPa}$	coesione drenata
$G_o = 70\div 500 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale
$E_o = 180\div 1300 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale
$E' = 36\div 260 \text{ MPa}$	modulo di deformazione operativo
$E_d = 9305 \text{ Mpa}$	modulo di deformazione edometrico

3.50÷7.00 Depositi costieri attuali e recenti - Unità gb3 – Argille, Argille limose e Argille sabbiose

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 20\div 26 \text{ kPa}$	coesione drenata
$c_u = 176\div 206 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$\phi' = 22\div 29^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$G_o = 70\div 250 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale
$E_o = 180\div 650 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale
$E' = 36\div 130 \text{ MPa}$	modulo di deformazione operativo
$E_d = 12377 \text{ MPa}$	modulo di deformazione edometrico

Nel calcolo si considerano i valori medi del peso di volume naturale γ , dell'angolo di resistenza al taglio ϕ' , del modulo di deformazione operativo E' e della coesione drenata.

A tergo del muro si prevede un riempimento con terreno con le seguenti caratteristiche: peso dell'unità di volume naturale 20 kN/m^3 ; coesione drenata $c' = 0 \text{ kPa}$; angolo di resistenza a taglio $\phi' = 35^\circ$.

Nota. E' è il modulo di deformabilità operativo di primo carico adottato per il calcolo delle fondazioni assunto pari ad $1/5$ di quello iniziale E_o .

La falda idrica è cautelativamente considerata sempre a circa 0.70m da p.c.

Relazione di calcolo muri di
recinzione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B	12

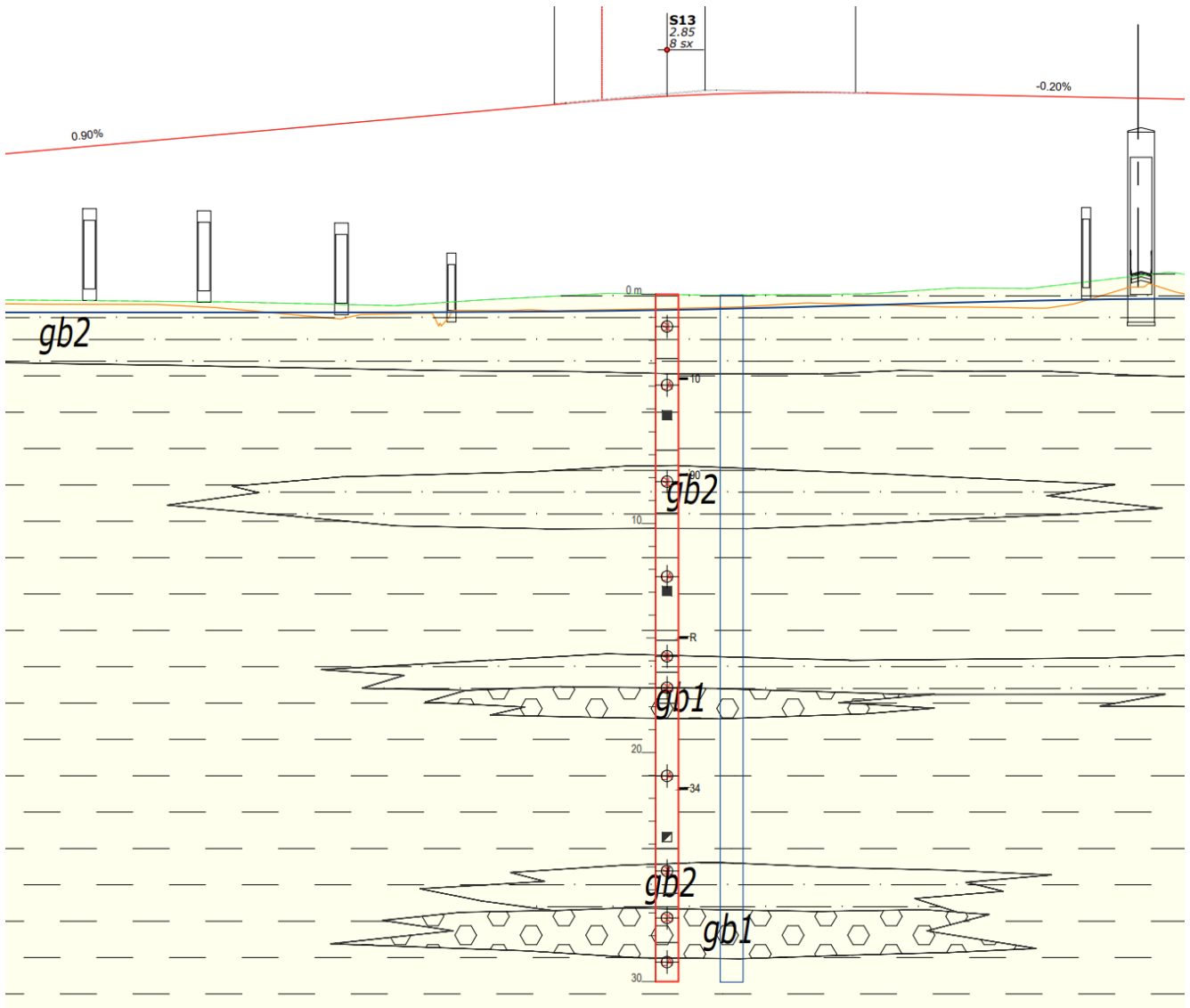


Figure 6-3 Stralcio elaborato "GEOTECNICA – Piano profilo geotecnico – Tav. 9 di 16" (LI0B02EZZF6GE0005005B)

PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA "TAVOLA 9"								
Unità Geotecnica	Spessori (m)*	γ (kN/m ³)	c' (kPa)	C_u (kPa)	ϕ' (°)	G_o (Mpa)	E_o (KPa)	E_d (KPa)
b2	1	19+ 20	5+7	-	24 + 26	35 + 115	90 + 300	-
gb2	2-10	20+ 21	20	-	30	70 + 500	180 + 1300	9305
gb3	10-30	20	20+26	167+206	22+29	70 + 250	180 + 650	12377
gb1	1-1,5	18+ 19	0		37 + 41	80 + 600	210 + 1560	-

Parametrizzazione geotecnica di riferimento, γ peso di volume, c' coesione, C_u coesione non drenata, ϕ' angolo d'attrito, G_o modulo di deformazione a taglio iniziale, E_o modulo di deformazione elastico iniziale, E_d modulo edometrico.

Figure 6-4 Stralcio elaborato "GEOTECNICA – Piano profilo geotecnico – Tav. 9 di 16" (LI0B02EZZF6GE0005005B)

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
Relazione di calcolo muri di recinzione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B

7. ANALISI DEI CARICHI

La valutazione dei carichi e dei sovraccarichi è stata effettuata in accordo con le disposizioni contenute nel D.M. 14.01.2008 ("Nuove norme tecniche per le costruzioni").

Il peso proprio degli elementi strutturali viene determinato automaticamente dal software in uso dopo aver impostato il peso specifico del materiale da costruzione utilizzato. Di seguito si riportano tutti i valori utilizzati.

7.1 PESI PROPRI STRUTTURALI

La struttura è composta da tutti elementi in calcestruzzo armato il cui peso per unità di volume è impostato pari a:

$$\gamma_{cls} = 2500 \text{ kg/m}^3$$

7.2 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

I carichi permanenti non strutturali sono rappresentati dal pacchetto stradale e dal terreno a monte e valle.

7.2.1 Carichi stradali

A valle del muro è presente una strada il cui pacchetto stradale che rappresenta carico considerato mediamente pari a:

$$g_{2\text{-stradale}} = 7.70 \text{ KN/m}^2$$

7.3 SOVRACCARICHI ACCIDENTALI

I sovraccarichi accidentali (o carichi variabili) sono rappresentati dal traffico stradale e dal vento incidente sulla recinzione.

7.3.1 Azione del vento

Per il carico da vento si è fatto riferimento a quanto riportato dalla circolare 02 febbraio 2009, n.617 (Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008). L'azione del vento viene calcolata come segue [3.3.4 NT]:

$$p = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

dove

- q_r è la pressione cinetica di riferimento di cui al § 3.3.6 NT;
- c_e è il coefficiente di esposizione di cui al § 3.3.7 NT;
- c_p è il coefficiente di pressione di cui al § 3.3.8 NT;
- c_d è il coefficiente dinamico di cui al § 3.3.9 NT.

La pressione cinetica di riferimento q_r è data dall'espressione [3.3.6 NT]:

$$q_r = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_r^2$$

dove

- v_r è la velocità di riferimento del vento di cui al § 3.3.2 NT;
- ρ è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1,25 kg/m³.

La struttura ricade in zona 3: "Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria) per cui si ha:

**Relazione di calcolo muri di
recinzione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B	14

Zona	$V_{b,0}$ (m/s)	a_0 (m)	K_a
3	27	500	0.02

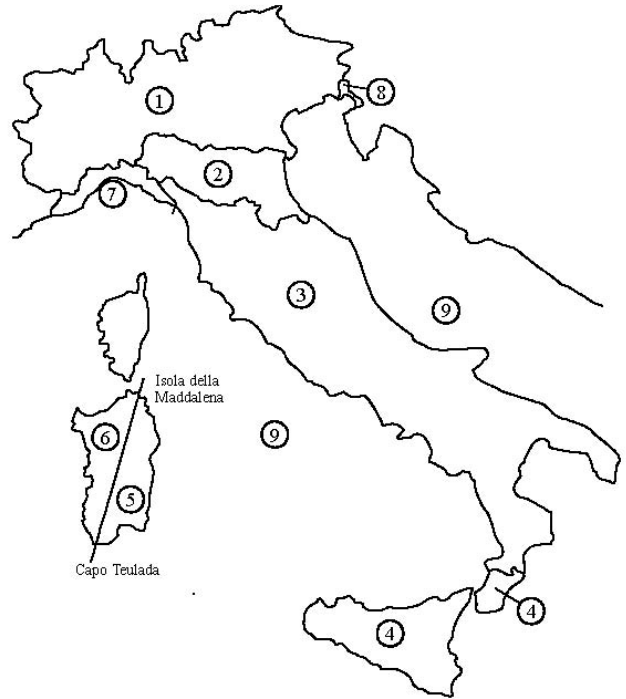
Inoltre si può considerare una classe di rugosità del terreno tipo D non essendoci ostacoli diffusi ed una classe di esposizione II. Quindi si ha:

Categoria di esposizione	K_r	z_0 (m)	z_{min} (m)
I	0.17	0.01	2

ZONE 1,2,3,4,5						
	costa	mare		750 m		
	2 km	10 km	30 km	500 m	750 m	750 m
A	–	IV	IV	V	V	V
B	–	III	III	IV	IV	IV
C	–	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**

* Categoria II in zona 1,2,3,4
Categoria III in zona 5

** Categoria III in zona 2,3,4,5
Categoria IV in zona 1



Per cui si ha:

Velocità di riferimento del vento

$$v_b = v_{b,0} = 27 \cdot 1 = 27 \text{ m/s per } a_s \leq a_0$$

Coefficiente dinamico

$$c_d = 1$$

Coefficiente di esposizione

$$c_e(z) = c_e(z_{min}) = 1.88 \quad \text{per } z < z_{min}$$

Coefficiente di forma

$$c_p = 1$$

Pertanto, si considera una pressione del vento:

$$p = q_b \cdot c_p \cdot c_e \cdot c_d = 860 \text{ N/m}^2$$

7.3.2 Carichi stradali

Il muro risulta caricato a valle dal traffico stradale. Si considera un carico medio pari a:

$$q_{traffico} = 20 \text{ KN/m}^2$$

Tale azione rappresenta un sovraccarico a tergo del muro che si può valutare secondo:

$$\sigma_h = q \cdot K$$

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
Relazione di calcolo muri di recinzione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B

7.3.3 Azione eccezionale dovuto agli urti da traffico veicolare

L'urto da traffico veicolare è stato calcolato secondo quanto previsto al par. 3.6.3.3.1 delle NTC2008. Il muro di recinzione è stato progettato in un piazzale che è equiparabile secondo la normativa vigente a "aree di parcheggio e autorimesse".

La forza d'urto è stata applicata a 0,5m dal piano di viabilità. La forza è pari a $F_{d,x} = 50$ kN. Le azioni da urto indicate nella tab. 3.6.III hanno direzione parallela a quella del moto del veicolo al momento dell'impatto e sono qui sotto riportate.

Tabella 3.6.III – Forze statiche equivalenti agli urti di veicoli

Tipo di strada	Tipo di veicolo	Forza $F_{d,x}$ [kN]
Autostrade, strade extraurbane	-	1000
Strade locali	-	750
Strade urbane	-	500
Aree di parcheggio e autorimesse	Automobili	50
	Veicoli destinati al trasporto di merci, aventi massa massima superiore a 3,5 t	150

Nelle verifiche è stata considerata l'azione ortogonale ($F_{d,y}$) alla direzione di marcia, con:

$$F_{d,y} = 0,5 \cdot F_{d,x}$$

$$F_{d,y} = 0,5 \cdot 50 = 25 \text{ kN}$$

7.4 AZIONE SISMICA

L'azione sismica è stata valutata secondo le specifiche delle NTC2008.

Le azioni sismiche di progetto sono calcolate partendo dalla pericolosità sismica di base definita da uno studio condotto dall'INGV (Istituto nazionale di Geofisica e Vulcanologia) i cui risultati sono disponibili e consultabili mediante mappe interattive. Dalla pericolosità sismica di base si ricava la risposta sismica locale tenendo conto delle condizioni morfologiche e stratigrafiche del sito di costruzione. In questa sede, per la valutazione dell'azione sismica sulla struttura si procede con la definizione di uno spettro di risposta elastico in accelerazione, calcolato sulla base della pericolosità sismica di base definita dall'INGV. Il calcolo degli spettri di risposta si basa su tre parametri fondamentali che definiscono la pericolosità sismica di base:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_C^* valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

L'espressione analitica dello spettro di risposta elastico in termini di accelerazione orizzontale è la seguente:

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \quad 0 \leq T < T_B$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \quad T_B \leq T < T_C$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \frac{T T_C}{T} \quad T_C \leq T < T_D$$

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
Relazione di calcolo muri di recinzione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \frac{T_B \cdot T_C}{T} \quad T_D \leq T$$

In cui

- $S = S_S \cdot S_T$
- S_S : coefficiente di amplificazione stratigrafica;
- S_T : coefficiente di amplificazione topografica.
- η : fattore che tiene conto di un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente ξ , espresso in punti percentuali diverso da 5 ($\eta=1$ per $\xi=5$):

$$\eta = \sqrt{\frac{10}{5 + \xi}} \geq 0.55$$

T_B , T_C , e T_D rappresentano i periodi che separano i diversi rami dello spettro e che sono pari a:

$$T_C = T_C \cdot T_C^* \quad T_B = \frac{T_C}{3} \quad T_D = 4.0 + \frac{a_g}{g} + 1.6$$

In cui:

- C_C : coefficiente che tiene conto della categoria del terreno;
- T_C^* : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nei capitoli di verifica dei muri definiti vengono riportati i dati sismici e le combinazioni di calcolo definite.

7.5 COMBINAZIONI DEI CARICHI E APPROCCIO PROGETTUALE

Ai fini delle verifiche agli Stati Limite si adottano le seguenti combinazioni delle azioni (NTC 14/01/2008 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 (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

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

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) 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 (v. § 3.2):

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

Tenendo conto dei coefficienti di combinazione delle azioni Ψ riportati in tabella 2.5.I e dei coefficienti di amplificazione delle azioni γ riportati in tabella 2.6.I del DM 14/01/2008.

La normativa prevede che i diversi set di coefficienti di sicurezza parziali (tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I del DM 14/01/2008) siano scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti ed alternativi definiti, rispettivamente, dalla normativa: "Approccio 1" ed "Approccio 2".

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
Relazione di calcolo muri di recinzione		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B

Nella presente progettazione si è adottato l'Approccio 1 che prevede due diverse combinazioni di set di coefficienti: la prima combinazione risulta più severa nei confronti del dimensionamento strutturale delle opere a contatto con il terreno; la seconda combinazione risulta più gravosa nei riguardi del dimensionamento geotecnico. Le combinazioni sono le seguenti:

- Combinazione 1: A1+M1+R1 (STR);
- Combinazione 2: A2+M2+R2 (GEO).

Le verifiche geotecniche nei confronti delle azioni sismiche sono effettuate impiegando i parametri geotecnici e le resistenze di progetto con i valori dei coefficienti parziali dell'Approccio 1, Combinazione 2 e ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni.

Secondo quanto riportato in Tab. 2.6.I del DM 14/01/2008 i coefficienti parziali di sicurezza delle azioni, adottati nelle combinazioni, assumono valori differenti a seconda che le azioni si debbano combinare per verifiche strutturali o geotecniche (rispettivamente A1, A2 e EQU).

Table 7-1 Coefficienti parziali delle azioni o per effetto delle azioni – Tab 2.6.I del DM 14.1.2008

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali ⁽¹⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Ai fini delle verifiche delle fondazioni, sono definiti dei coefficienti parziali per i parametri geotecnici (M1 ed M2) riassunte di seguito:

Table 7-2 Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno – Tab 6.2.II del DM 14.1.2008

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione 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	1,0	1,0

Le opere in oggetto presentano una fondazione diretta, per cui deve essere effettuata la verifica di equilibrio di corpo rigido (EQU).

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
Relazione di calcolo muri di recinzione		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B

8. INDICAZIONI SUL SOFTWARE UTILIZZATO

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	16.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - loc. Casole Bruzio (CS)
Utente	GROMA SOCIETA' DI INGEGNERIA S.R.L. SEMPLIFICATA
Licenza	AIU5916AL

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto progettista strutturale. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni. In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

**Relazione di calcolo muri di
recinzione**

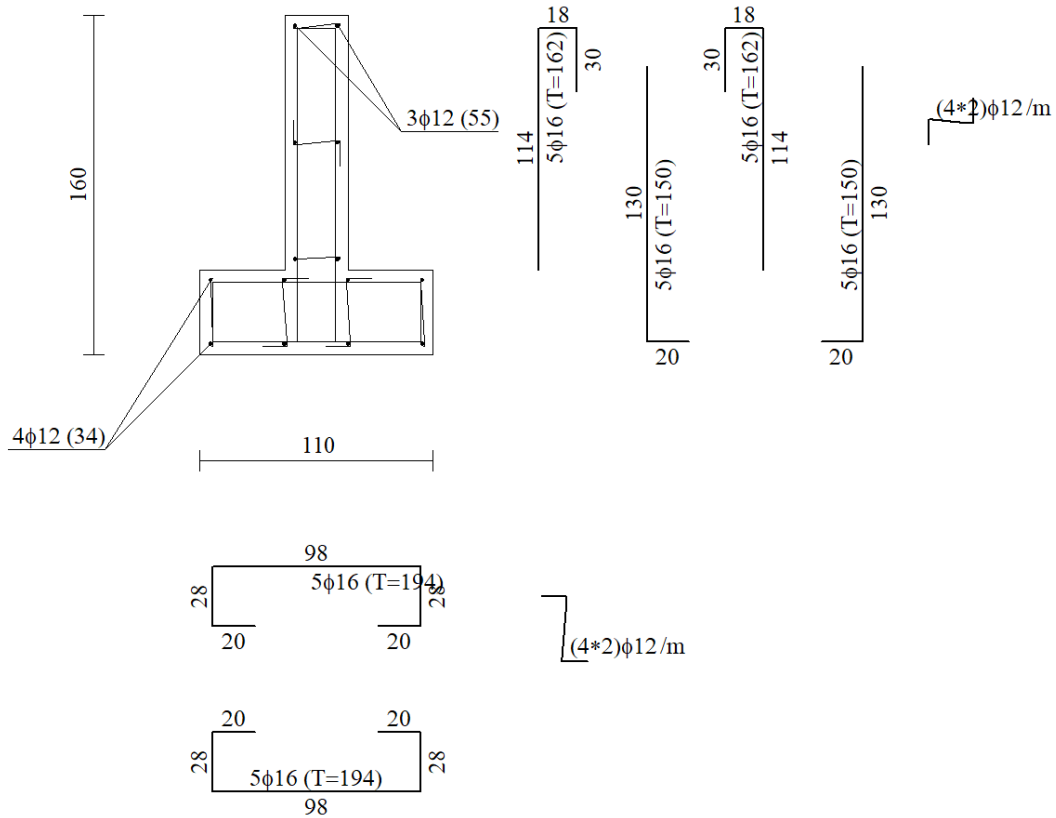
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B	19

9. INCIDENZE ARMATURA

Di seguito si riportano le incidenze delle armature e la loro distribuzione nella sezione tipo per i muri oggetto di analisi.

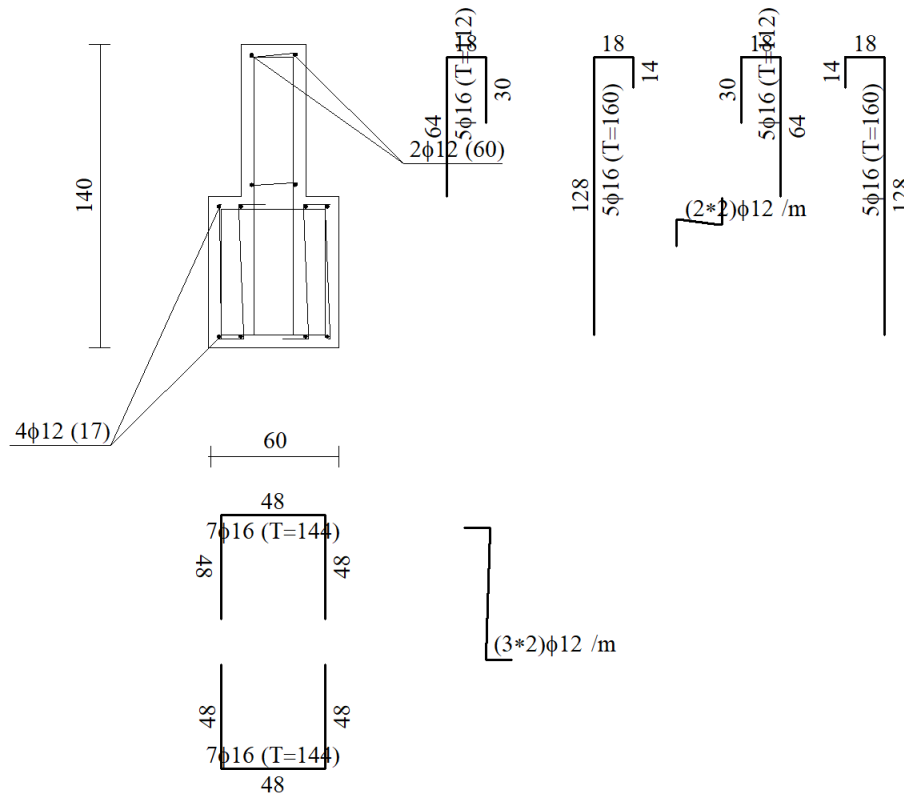
• Muro tipo 1

- Paramento in elevazione: 120kg/m³;
- Fondazione: 120kg/m³.



MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo muri di recinzione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA OC 00 00			PROGR 004

- Muro tipo 2
 - Paramento in elevazione: 120kg/m³;
 - Fondazione: 120kg/m³.



10. RICHIAMI TEORICI

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale

Per muri in calcestruzzo armato si esegue il calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione per poi eseguire il progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

10.1 CALCOLO DELLA SPINTA SUL MURO

Il calcolo della spinta sul muro viene effettuata tramite il metodo di Culmann, il quale adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che, mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
Relazione di calcolo muri di recinzione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B	21

mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

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

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

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

10.2 CALCOLO DELLA SPINTA IN PRESENZA DI SISMA

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe. Le NTC2008 suggeriscono di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente: detta ϵ l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e β l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta S' considerando un'inclinazione del terrapieno e della parete pari a:

$$\epsilon' = \epsilon + \theta$$

$$\beta' = \beta + \theta$$

dove, in assenza di falda:

$$\theta = \arctg\left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

In presenza di falda a monte, assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

$$\theta = \arctan\left(\frac{\gamma_{sat}}{\gamma_{sat} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctan\left(\frac{\gamma}{\gamma_{sat} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

essendo k_h il coefficiente sismico orizzontale e k_v il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di k_h . Detta S la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da:

$$\Delta S = A \cdot S' - S$$

dove il coefficiente A vale:

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2\beta \cdot \cos\theta}$$

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
Relazione di calcolo muri di recinzione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente A viene posto pari a 1. Tale incremento di spinta è applicato allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico. Nel software di calcolo si andrà ad inserire il carico per azione sismica del terreno. Questo valuta le forze di inerzia orizzontale e verticale secondo il metodo dell'analisi pseudostatica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k, così come prescritto dalle norme nel paragrafo relativo al calcolo delle forze sismiche per i muri di sostegno [NTC – 7.11.6.2]. Le forze sismiche sono quindi ottenute come:

$$F_{i,h} = k_h \cdot W$$

$$F_{i,v} = \pm k_v \cdot W$$

essendo W il peso del muro, del terreno soprastante la zattera di fondazione a monte del muro e degli eventuali sovraccarichi. Tali forze vengono applicate nel baricentro dei pesi.

Nelle verifiche allo SLU, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le seguenti espressioni:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove:

- a_{max} è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito, espressa in m/s^2 ;
- g è l'accelerazione di gravità;
- β_m è un coefficiente che, per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, assume valore unitario.

Secondo quanto indicato nel DM 14/01/2008, in assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione:

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_T \cdot S_S \cdot a_g$$

dove:

- S è il coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica e topografica, rispettivamente attraverso i coefficienti S_S e S_T ;
- H è l'altezza sulla quale agisce la spinta.

Per quanto riguarda la determinazione dei pesi sismici (ossia le masse della struttura che, soggette ad accelerazioni del terremoto, generano le forze di inerzia sismiche), la normativa prescrive di determinarli sommando ai carichi permanenti G_1 e G_2 le azioni variabili Q_k ridotte mediante il coefficiente di combinazione dell'azione variabile $\Psi_{2,i}$ che tiene conto della probabilità che tutti i carichi siano presenti sulla struttura in occasione del sisma. Il coefficiente Ψ_2 assume, nel caso di sovraccarichi ferroviari, valore pari a 0.2.

10.3 VERIFICA A RIBALTAMENTO

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante M_r) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante M_s) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto M_s/M_r sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_r .

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza:

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
Relazione di calcolo muri di recinzione		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B

$$\frac{M_s}{M_r} \geq \eta_r$$

Il momento ribaltante M_r è dato dalla componente orizzontale della spinta S , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro δ è positivo, ribaltante se δ è negativo. δ è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante.

Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

10.4 VERIFICA A SCORRIMENTO

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento F_r e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro F_s risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_s

$$\frac{F_r}{F_s} \geq \eta_s$$

Le forze che intervengono nella F_s sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta N la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con δ_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_r la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \tan \delta_f + c_a B_r$$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 per cento.

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione, δ_f , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di δ_f pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

10.5 VERIFICA AL CARICO LIMITE

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a η_q . Cioè, detto Q_u , il carico limite ed R la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF; l'espressione del carico ultimo è data dalla relazione seguente:

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
Relazione di calcolo muri di recinzione		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B

$$q_u = cN_c s_c d_c i_c + qN_q s_q d_q i_q + 0.5B\gamma N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

La simbologia adottata è la seguente:

- c coesione del terreno in fondazione;
- ϕ angolo di attrito del terreno in fondazione;
- γ peso di volume del terreno in fondazione;
- B larghezza della fondazione;
- D profondità del piano di posa;
- q pressione geostatica alla quota del piano di posa.
- N fattori di capacità portante
- D fattori di profondità del piano di posa
- I fattori di inclinazione del carico

I fattori di capacità portante sono espressi dalle seguenti relazioni:

<i>Fattori di capacità portante</i>		$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi$	$N_q = e^{\pi \tan \varphi} K_p$	$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4\varphi)$
<i>Fattori di forma</i>	$\varphi = 0$	$s_c = 1 + 0.2K_p \frac{B'}{L'}$	$s_q = 1$	$s_\gamma = 1$
	$\varphi > 0$	$s_c = 1 + 0.2K_p \frac{B'}{L'}$	$s_q = 1 + 0.1K_p \frac{B'}{L'}$	$s_\gamma = 1 + 0.1K_p \frac{B'}{L'}$
<i>Fattori di profondità</i>	$\varphi = 0$	$d_c = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$	$d_q = 1$	$d_\gamma = 1$
	$\varphi > 0$	$d_c = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$	$d_q = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$	$d_\gamma = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$
<i>Fattori di inclinazione del carico</i>	$\varphi = 0$	$i_c = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_q = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_\gamma = 0$
	$\varphi > 0$	$i_c = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_q = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_g = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$

Indicando con k_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$$

Riduzione per eccentricità del carico

Nel caso in cui il carico al piano di posa della fondazione risulta eccentrico, Meyerhof propone di moltiplicare la capacità portante ultima per un fattore correttivo R_e

$R_e = 1.0 - 2.0 \frac{e}{B}$	<i>per terreni coesivi</i>
$R_e = 1.0 - \sqrt{\frac{e}{B}}$	<i>per terreni incoerenti</i>

con e eccentricità del carico e B la dimensione minore della fondazione.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
Relazione di calcolo muri di recinzione		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B

Riduzione per effetto piastra

Per valori elevati di B (dimensione minore della fondazione), Bowles propone di utilizzare un fattore correttivo r_γ del solo termine sul peso di volume ($0.5 B \gamma N_\gamma$) quando B supera i 2 m.

$$r_\gamma = 1.0 + 0.25 \log \frac{B}{2.0}$$

Il termine sul peso di volume diventa:

$$0.5B\gamma N_\gamma r_\gamma$$

10.6 VERIFICA ALLA STABILITÀ GLOBALE

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

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro. Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_{i=0}^n \left[\frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \tan \varphi_i}{m} \right]}{\sum_{i=0}^n W_i \sin \alpha_i}$$

Dove il termine m è espresso da:

$$m = \left(1 + \frac{\tan \varphi_i \tan \alpha_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

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

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine m che è funzione di h . Quindi essa è risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per h da inserire nell'espressione di m ed iterare fin quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

10.7 CEDIMENTI DELLA FONDAZIONE

10.7.1 Metodo Edometrico

Il metodo edometrico è il classico procedimento per il calcolo dei cedimenti in terreni a grana fina, proposto da Terzaghi negli anni '20.

L'ipotesi edometrica è verificata con approssimazione tanto migliore quanto più ridotto è il valore del rapporto tra lo spessore dello strato compressibile e la dimensione in pianta della fondazione.

Tuttavia, il metodo risulta dotato di ottima approssimazione anche nei casi di strati deformabili di grande spessore.

L'implementazione del metodo è espressa secondo la seguente espressione:

$$\Delta H = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta \sigma_i}{E_{ed,i}} \Delta z_i$$

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
Relazione di calcolo muri di recinzione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B

dove:

$\Delta\sigma$ è la tensione indotta nel terreno, alla profondità z , dalla pressione di contatto della fondazione;

E_{ed} è il modulo elastico determinato attraverso la prova edometrica e relativa allo strato i -esimo;

Δz rappresenta lo spessore dello strato i -esimo in cui è stato suddiviso lo strato compressibile e per il quale si conosce il modulo elastico.

Lo spessore dello strato compressibile considerato nell'analisi dei cedimenti è stato determinato in funzione della percentuale della tensione di contatto.

11. CALCOLO MURO TIPO 1

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 5,00 [m]

Paramento

Materiale	C32/40	
Altezza paramento	1,20	[m]
Altezza paramento libero	0,85	[m]
Spessore in sommità	0,30	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,30	[m]
Inclinazione paramento esterno	0,00	[°]
Inclinazione paramento interno	0,00	[°]

Fondazione

Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0,40	[m]
Lunghezza mensola di monte	0,40	[m]
Lunghezza totale	1,10	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	0,40	[m]
Spessore magrone	0,10	[m]

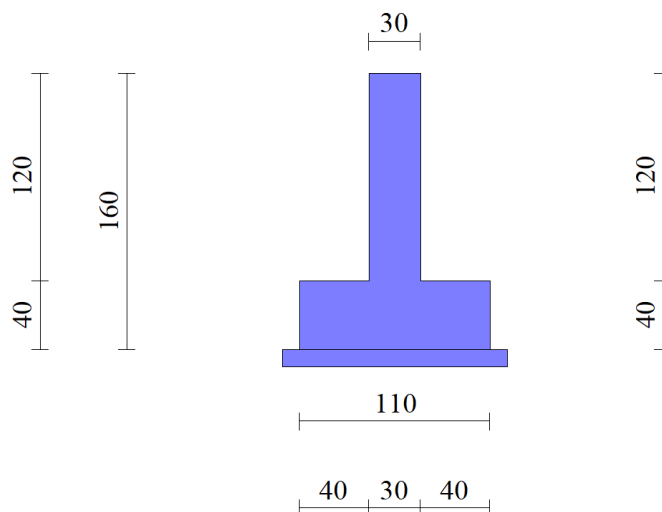


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
Relazione di calcolo muri di recinzione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n° Indice del terreno

Descr Descrizione terreno

γ Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]

γ_s Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]

ϕ Angolo d'attrito interno espresso in [°]

δ Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]

c Coesione espressa in [N/mm²]

c_a Adesione terra-muro espressa in [N/mm²]

Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix

Cesp Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)

τ_l Tensione tangenziale limite, espressa in [N/mm²]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [N/mm ²]	c_a [N/mm ²]	Cesp	τ_l [N/mm ²]
1	Unità bn3	19,5000	20,5000	23.000	23.000	0,009	0,004	---	---
2	Rinterro	20,0000	21,0000	35.000	23.333	0,000	0,000	---	---
3	Unità bn2	21,5000	22,5000	36.000	36.000	0,000	0,000	---	---

Stratigrafia

Simbologia adottata

n° Indice dello strato

H Spessore dello strato espresso in [m]

α Inclinazione espressa in [°]

Terreno Terreno dello strato

Per calcolo pali (solo se presenti)

Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm²/cm

Ks Coefficiente di spinta

Cesp Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

$K_{st_{sta}}$, $K_{st_{sis}}$ Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kw [Kg/cm ³]	Ks	Cesp	$K_{st_{sta}}$	$K_{st_{sis}}$
1	2,00	0.000	Unità bn3	---	---	---	---	---
2	2,00	0.000	Unità bn2	---	---	---	---	---

Terreno di riempimento: Rinterro

Inclinazione riempimento (rispetto alla verticale): 20.00 [°]

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo muri di recinzione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA OC 00 00			PROGR 004

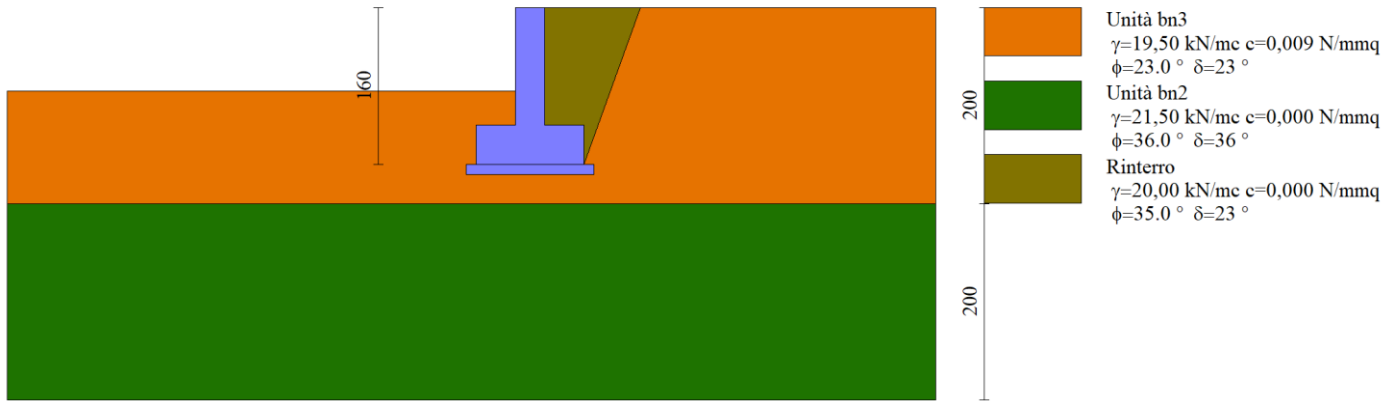


Fig. 2 - Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]

F_x Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]

F_y Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]

M Momento espresso in [kNm]

X_i Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]

X_f Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]

Q_i Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kN]

Q_f Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kN]

Condizione n° 1 (Traffico) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione $\Psi_0=0.75$ - $\Psi_1=0.75$ - $\Psi_2=0.00$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F_x [kN]	F_y [kN]	M [kNm]	X_i [m]	X_f [m]	Q_i [kN]	Q_f [kN]
1	Distribuito					-3,00	-0,30	20,0000	20,0000

Condizione n° 2 (Pacchetto stradale) - PERMANENTE NS

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F_x [kN]	F_y [kN]	M [kNm]	X_i [m]	X_f [m]	Q_i [kN]	Q_f [kN]
1	Distribuito					-3,00	-0,30	7,7000	7,7000

Condizione n° 3 (Eccezionale) - ECCEZIONALE

Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y [m]	F_x [kN]	F_y [kN]	M [kNm]	X_i [m]	X_f [m]	Q_i [kN]	Q_f [kN]
1	Concentrat o	Paramento	-0,30; 0,00	25,0000	0,0000	0,0000				

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
Relazione di calcolo muri di recinzione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2008 (D.M. 14.01.2008) - Approccio 1 + Circolare C.S.LL.PP. 02/02/2009 n.617**

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

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1,fav}$	0.90	0.90	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.30	1.10	1.10	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q,sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT,sfav}$	1.50	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. 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	1.25
Coazione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.40
Peso nell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00	1.00	1.00

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

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	1.00	1.00	1.40	1.00	1.00	1.20
Scorrimento	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00
Resistenza terreno a valle	1.00	1.00	1.40	1.00	1.00	1.20
Ribaltamento	--	--	1.00	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

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

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
Relazione di calcolo muri di recinzione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B	30

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali Ad:

$$G_1 + G_2 + A_d + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili.

I valori dei coeff. γ_G e γ_Q , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R1)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.50	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R1) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R1) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.00	--	Sfavorevole

MANDATARIA  MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione di calcolo muri di recinzione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B	31

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - EQU

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	0.90	--	Favorevole
Peso terrapieno	0.90	--	Favorevole
Spinta terreno	1.10	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.50	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - EQU H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - EQU H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - ECC

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.00	--	Sfavorevole
Eccezionale	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	0.75	Sfavorevole

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo muri di recinzione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA OC 00 00			PROGR 004

Combinazione n° 13 - SLEQ

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - SLEQ H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - SLEQ H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.00	--	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Campomarino
Provincia	Campobasso
Regione	Molise
Latitudine	41.957056
Longitudine	15.034704
Indice punti di interpolazione	28106 - 28105 - 28327 - 28328
Vita nominale	75 anni
Classe d'uso	III
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	113 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]	1.728	0.761
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.176	0.078
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.563	2.540
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.396	0.339
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.429
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh [%]	kv [%]
Ultimo	0.240	6.040	3.020
Esercizio	0.180	2.094	1.047

Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

<p>MANDATARIA</p>  <p>MANDANTI</p> 	<p>LINEA PESCARA – BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</p> <p>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</p>																		
Relazione di calcolo muri di recinzione	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">COMMESSA</td> <td style="width: 10%;">LOTTO</td> <td style="width: 10%;">FASE</td> <td style="width: 10%;">ENTE</td> <td style="width: 10%;">TIPO DOC</td> <td style="width: 10%;">OPERA 7 DISCIPLINA</td> <td style="width: 10%;">PROGR</td> <td style="width: 10%;">REV</td> <td style="width: 10%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">LI0B</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">OC 00 00</td> <td style="text-align: center;">004</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">33</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA	PROGR	REV	FOGLIO	LI0B	02	E	ZZ	CL	OC 00 00	004	B	33
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA	PROGR	REV	FOGLIO											
LI0B	02	E	ZZ	CL	OC 00 00	004	B	33											

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Meyerhof
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Meyerhof
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_\gamma$)	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione
Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra	

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	0.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	SI
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU)

	SLU	Eccezionale
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50	1.00
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15	1.00
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00	1.00

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite di Esercizio (SLE)

Paramento e fondazione muro

Verifiche strutturali nelle combinazioni SLD eseguite. Struttura in classe d'uso III o IV

Condizioni ambientali	Aggressive
Armatura ad aderenza migliorata	SI

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
Relazione di calcolo muri di recinzione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B

Verifica a fessurazione

Sensibilità armatura

Poco sensibile

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Eurocodice 2 (Ed. 2004) - NTC 2008 II Formulazione

Calcolo momento fessurazione

Apertura

Resistenza a trazione per

Flessione

Valori limite aperture delle fessure:

$w_1=0.20$

$w_2=0.30$

$w_3=0.40$

Verifica delle tensioni

Valori limite delle tensioni nei materiali:

Combinazione	Calcestruzzo	Acciaio
Rara	$0.55 f_{ck}$	$0.75 f_{yk}$
Frequente	$1.00 f_{ck}$	$1.00 f_{yk}$
Quasi permanente	$0.40 f_{ck}$	$1.00 f_{yk}$

Risultati per involuppo

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic Indice della combinazione

A Tipo azione

I Inclinazione della spinta, espressa in [°]

V Valore dell'azione, espressa in [kN]

C_x, C_y Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]

P_x, P_y Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V	I	C_x	C_y	P_x	P_y
		[kN]	[°]	[kN]	[kN]	[m]	[m]
5	Spinta statica	6,49	19,04	6,14	2,12	0,40	-1,01
	Incremento di spinta sismica		0,65	0,61	0,21	0,40	-1,07
	Peso/Inerzia muro			1,18	19,61/0,59	-0,15	-1,04
	Peso/Inerzia terrapieno			0,58	9,60/0,29	0,20	-0,60
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0,17	2,80	-0,50	-1,02

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo muri di recinzione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA OC 00 00			PROGR 004

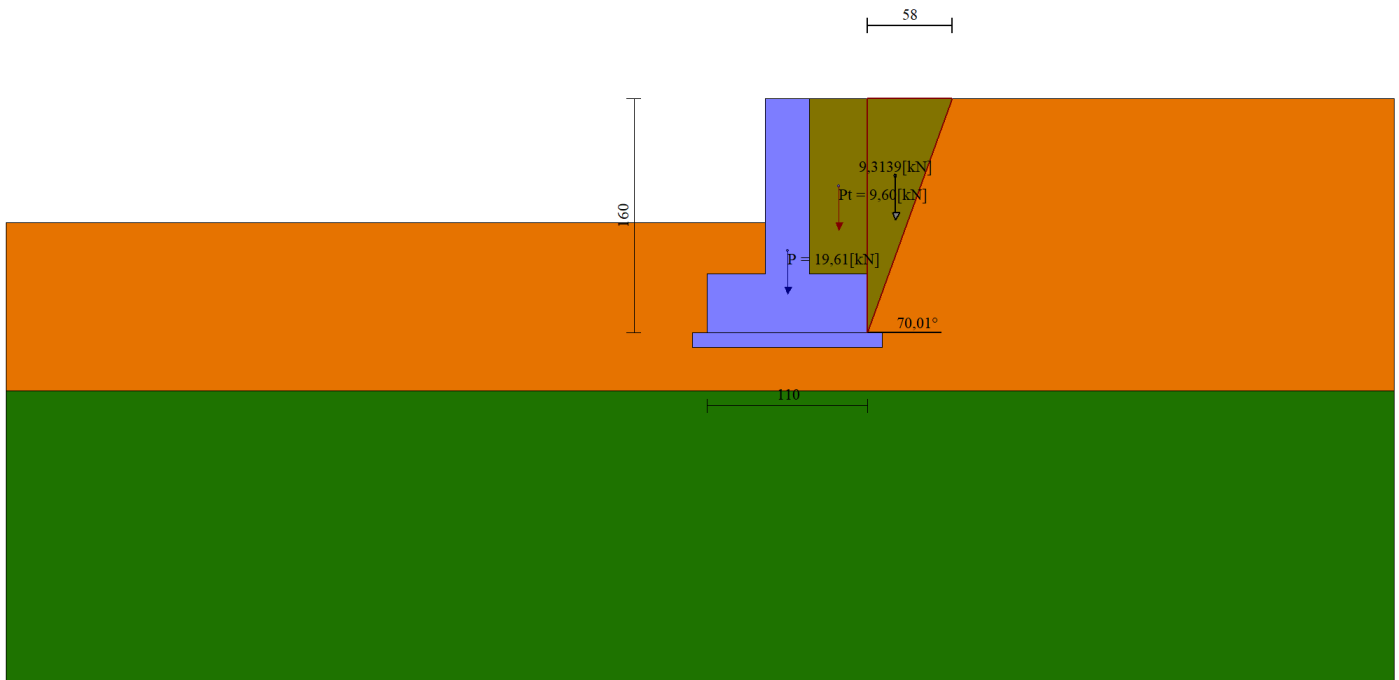


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 5)

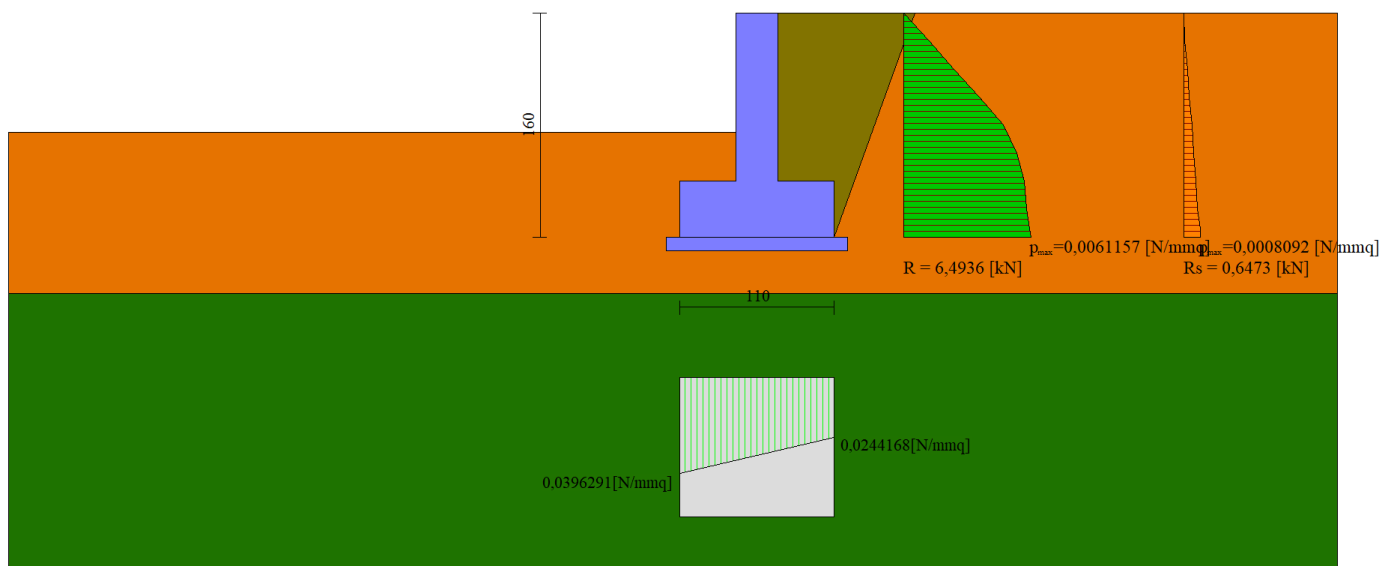


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 5)

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

<p>MANDATARIA</p>  <p>MANDANTI</p> 	<p>LINEA PESCARA – BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</p> <p>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</p>																						
<p>Relazione di calcolo muri di recinzione</p>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE</th> <th>ENTE</th> <th>TIPO DOC</th> <th colspan="3">OPERA 7 DISCIPLINA</th> <th>PROGR</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> <tr> <td>LI0B</td> <td>02</td> <td>E</td> <td>ZZ</td> <td>CL</td> <td>OC</td> <td>00</td> <td>00</td> <td>004</td> <td>B</td> <td>36</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO	LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B	36
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO													
LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B	36													

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-R1)		3.051		13.654			
2 - STR (A1-M1-R1)	H + V	2.664		11.675			
3 - STR (A1-M1-R1)	H - V	2.663		12.049			
4 - GEO (A2-M2-R2)		2.533		7.003	4.325		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V	1.834		4.946	3.529		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V	1.838		5.127	3.607		
7 - EQU			5.147				
8 - EQU	H + V		4.368				
9 - EQU	H - V		3.941				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n° Indice combinazione

Rsa Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]

Rpt Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]

Rps Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]

Rp Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]

Rt Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]

R Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]

T Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]

FS Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	15,92	0,00	0,00	--	--	15,92	8,68	1.834

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n° Indice combinazione

N Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]

Qu carico limite del terreno, espresso in [kN]

Qd Portanza di progetto, espresso in [kN]

FS Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	35,23	174,22	174,22	4.946

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n° Indice combinazione

Nc, Nq, N_γ Fattori di capacità portante

ic, iq, i_γ Fattori di inclinazione del carico

dc, dq, d_γ Fattori di profondità del piano di posa

gc, gq, g_γ Fattori di inclinazione del profilo topografico

bc, bq, b_γ Fattori di inclinazione del piano di posa

sc, sq, s_γ Fattori di forma della fondazione

pc, pq, p_γ Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic

Re Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
Relazione di calcolo muri di recinzione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B

I_r, I_{rc} Indici di rigidezza per punzonamento secondo Vesic
 r_γ Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B\gamma N_\gamma$ viene moltiplicato per questo fattore
 D Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
 B' Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
 H Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
 γ Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
 ϕ Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
 c Coesione del terreno medio, espresso in [N/mm²]
 Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	N _c N _q N _γ	i _c i _q i _γ	d _c d _q d _γ	g _c g _q g _γ	b _c b _q b _γ	s _c s _q s _γ	p _c p _q p _γ	I _r	I _{rc}	Re	r _γ
5	20.525 10.513 6.614	0.716 0.716 0.196	1.213 1.107 1.107	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	0.801	1.000

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	φ [kN/mc]	c [N/mm ² q]
5	0,75	1,10	0,86	20,57	24,87	0,003

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione

M_s Momento stabilizzante, espresso in [kNm]

M_r Momento ribaltante, espresso in [kNm]

FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	M _s [kNm]	M _r [kNm]	FS
9 - EQU H - V	22,41	5,69	3.941

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 [m]	R [m]	FS
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-0,50; 1,00	2,76	3.529

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

Q_y carico sulla striscia espresso in [kN]

**Relazione di calcolo muri di
recinzione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B	38

- Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]
 α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
 ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [N/mm²]
b larghezza della striscia espressa in [m]
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [N/mm²]
Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [N/mm²]

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [N/mm ²]	u [N/mm ²]	Tx; Ty [kN]
1	0,67	0,00	0,00	2,08 - 0,19	63.192	18.756	0,007	0,0000	
2	1,85	0,00	0,00	0,19	56.787	18.756	0,007	0,0000	
3	2,77	0,00	0,00	0,19	50.248	18.756	0,007	0,0000	
4	3,50	0,00	0,00	0,19	44.526	18.756	0,007	0,0000	
5	4,11	0,00	0,00	0,19	39.328	18.756	0,007	0,0000	
6	4,62	0,00	0,00	0,19	34.494	18.756	0,007	0,0000	
7	5,07	0,00	0,00	0,19	29.929	18.756	0,007	0,0000	
8	5,47	0,00	0,00	0,19	25.566	18.756	0,007	0,0000	
9	5,81	0,00	0,00	0,19	21.358	18.756	0,007	0,0000	
10	6,28	0,00	0,00	0,19	17.268	18.756	0,007	0,0000	
11	6,60	0,00	0,00	0,19	13.267	18.756	0,007	0,0000	
12	7,53	0,00	0,00	0,19	9.332	18.756	0,007	0,0000	
13	7,14	0,00	0,00	0,19	5.440	18.756	0,007	0,0000	
14	3,71	0,00	0,00	0,19	1.574	18.756	0,007	0,0000	
15	4,14	0,00	0,00	0,19	-2.285	18.756	0,007	0,0000	
16	3,32	0,00	0,00	0,19	-6.155	18.756	0,007	0,0000	
17	3,22	0,00	0,00	0,19	-10.053	18.756	0,007	0,0000	
18	3,08	0,00	0,00	0,19	-13.998	18.756	0,007	0,0000	
19	2,88	0,00	0,00	0,19	-18.014	18.756	0,007	0,0000	
20	2,63	0,00	0,00	0,19	-22.123	18.756	0,007	0,0000	
21	2,31	0,00	0,00	0,19	-26.357	18.756	0,007	0,0000	
22	1,94	0,00	0,00	0,19	-30.753	18.756	0,007	0,0000	
23	1,49	0,00	0,00	0,19	-35.362	18.756	0,007	0,0000	
24	0,95	0,00	0,00	0,19	-40.254	18.756	0,007	0,0000	
25	0,30	0,00	0,00	-2,56 - 0,19	-43.557	18.756	0,007	0,0000	

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
Relazione di calcolo muri di recinzione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B	39

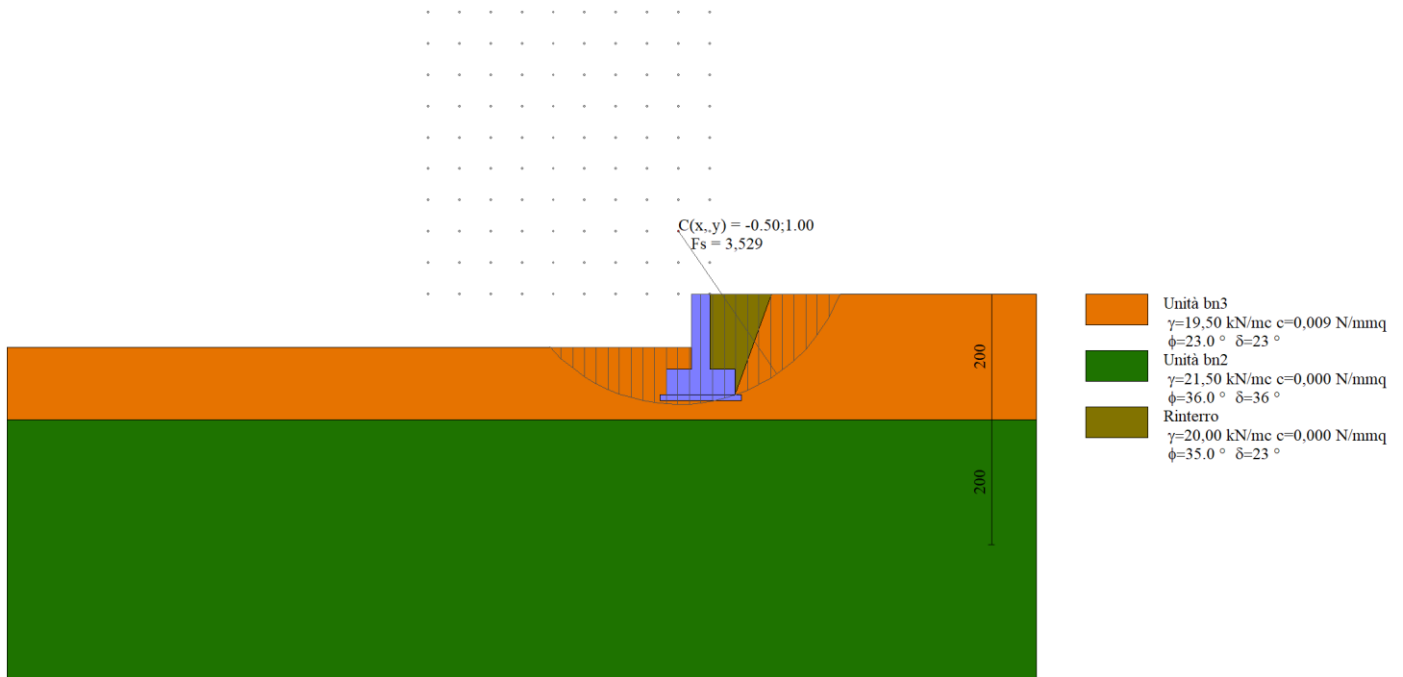


Fig. 5 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 5)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n° Indice della sezione

X Posizione della sezione, espresso in [m]

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.

T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle

M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

La posizione delle sezioni di verifica fanno riferimento al sistema di riferimento globale la cui origine è nello spigolo in alto a destra del paramento.

Paramento

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00	0,00
2	-0,09	0,66	0,70	0,02	25,02	0,00	2,31
3	-0,18	1,32	1,40	0,08	25,08	0,00	4,62
4	-0,28	1,98	2,10	0,17	25,17	0,02	6,94
5	-0,37	2,63	2,80	0,31	25,31	0,04	9,27
6	-0,46	3,29	3,50	0,48	25,48	0,07	11,61
7	-0,55	3,95	4,20	0,69	25,69	0,13	13,97
8	-0,65	4,61	4,90	0,94	25,94	0,20	16,36
9	-0,74	5,27	5,60	1,23	26,23	0,30	18,76
10	-0,83	5,93	6,29	1,55	26,55	0,43	21,20
11	-0,92	6,58	6,99	1,91	26,91	0,59	23,67
12	-1,02	7,24	7,69	2,32	27,32	0,78	26,17
13	-1,11	7,90	8,39	2,76	27,76	1,02	28,71
14	-1,20	8,56	9,09	3,23	28,23	1,29	31,29

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo muri di recinzione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA OC 00 00			PROGR 004

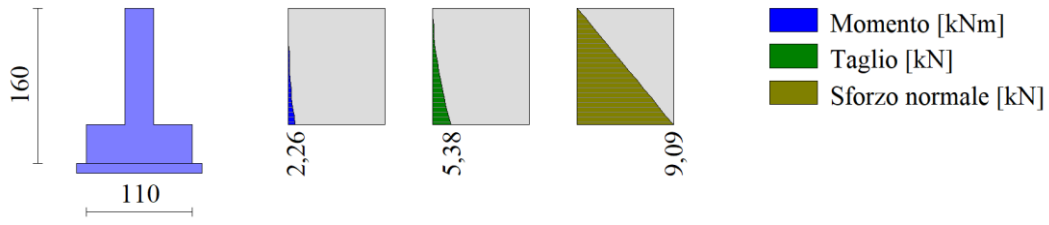


Fig. 6 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,60	0,00	0,00	-1,66	3,90	-0,08	0,20
3	-0,50	0,00	0,00	-3,33	7,50	-0,33	0,77
4	-0,40	0,00	0,00	-4,99	10,82	-0,75	1,69
5	-0,30	0,00	0,00	-6,65	13,85	-1,33	2,92
6	0,00	0,00	0,00	-13,52	-0,50	-2,70	-0,12
7	0,08	0,00	0,00	-10,82	-0,45	-1,73	-0,08
8	0,16	0,00	0,00	-8,11	-0,37	-0,97	-0,05
9	0,24	0,00	0,00	-5,41	-0,27	-0,43	-0,02
10	0,32	0,00	0,00	-2,70	-0,15	-0,11	-0,01
11	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

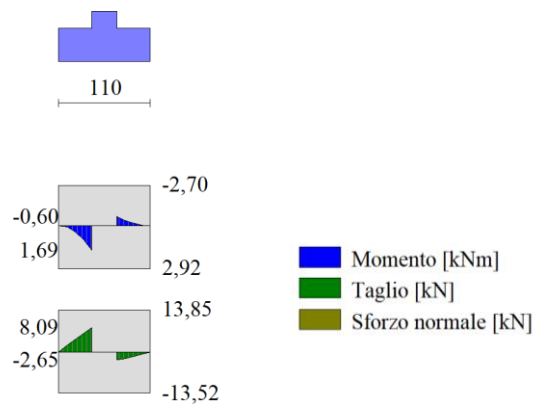


Fig. 7 - Fondazione

Verifiche strutturali

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- n° indice sezione
- B larghezza sezione espresso in [cm]
- H altezza sezione espressa in [cm]
- Afi area ferri inferiori espresso in [cmq]
- Afs area ferri superiori espressa in [cmq]
- M momento agente espressa in [kNm]
- N sforzo normale agente espressa in [kN]
- Mu momento ultimi espresso in [kNm]
- Nu sforzo normale ultimo espressa in [kN]
- FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
Relazione di calcolo muri di recinzione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B

Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mrd [kNm]	Nrd [kN]	FS
1	100	30	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	100	30	10,05	10,05	2,31	0,68	116,81	34,36	50.606
3	100	30	10,05	10,05	4,62	1,36	116,81	34,33	25.283
4	100	30	10,05	10,05	6,94	2,04	116,81	34,28	16.833
5	100	30	10,05	10,05	9,27	2,72	116,80	34,22	12.601
6	100	30	10,05	10,05	11,61	3,39	116,79	34,14	10.057
7	100	30	10,05	10,05	13,97	4,07	116,78	34,04	8.357
8	100	30	10,05	10,05	16,36	4,75	116,76	33,93	7.139
9	100	30	10,05	10,05	18,76	5,43	116,75	33,79	6.222
10	100	30	10,05	10,05	21,20	6,11	116,73	33,65	5.506
11	100	30	10,05	10,05	23,67	6,79	116,71	33,48	4.931
12	100	30	10,05	10,05	26,17	7,47	116,69	33,30	4.459
13	100	30	10,05	10,05	28,71	8,15	116,67	33,11	4.064
14	100	30	10,05	10,05	31,29	8,83	116,64	32,90	3.727

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mrd [kNm]	Nrd [kN]	FS
1	100	40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	100	40	10,05	10,05	0,11	0,00	131,62	0,00	1168.063
3	100	40	10,05	10,05	0,44	0,00	131,62	0,00	298.114
4	100	40	10,05	10,05	0,97	0,00	131,62	0,00	135.321
5	100	40	10,05	10,05	1,69	0,00	131,62	0,00	77.777
6	100	40	10,05	10,05	-2,70	0,00	-153,58	0,00	56.785
7	100	40	10,05	10,05	-1,73	0,00	-153,58	0,00	88.727
8	100	40	10,05	10,05	-0,97	0,00	-153,58	0,00	157.736
9	100	40	10,05	10,05	-0,43	0,00	-153,58	0,00	354.907
10	100	40	10,05	10,05	-0,11	0,00	-153,58	0,00	1419.628
11	100	40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000

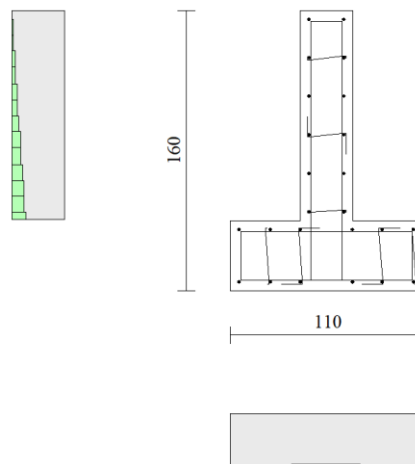


Fig. 8 - Paramento (Inviluppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

n° (o Is) indice sezione

Y ordinata sezione espressa in [m]

B larghezza sezione espresso in [cm]

H altezza sezione espressa in [cm]

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
Relazione di calcolo muri di recinzione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B

A_{sw} area ferri a taglio espresso in [cmq]
 $\cot\theta$ inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
 V_{Rcd} resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
 V_{Rsd} resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
 V_{Rd} resistenza di progetto a taglio espresso in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio ($A_{sw}>0.0$) $V_{Rd}=\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$.
 T taglio agente espressa in [kN]
 FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	A_{sw} [cmq]	$\cot\theta$	V_{Rcd} [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	100	30	0,00	--	0,00	0,00	170,50	25,00	6.820
2	100	30	0,00	--	0,00	0,00	170,59	25,02	6.818
3	100	30	0,00	--	0,00	0,00	170,67	25,08	6.806
4	100	30	0,00	--	0,00	0,00	170,76	25,17	6.783
5	100	30	0,00	--	0,00	0,00	170,84	25,31	6.750
6	100	30	0,00	--	0,00	0,00	170,92	25,48	6.708
7	100	30	0,00	--	0,00	0,00	171,01	25,69	6.656
8	100	30	0,00	--	0,00	0,00	171,09	25,94	6.596
9	100	30	0,00	--	0,00	0,00	171,18	26,23	6.527
10	100	30	0,00	--	0,00	0,00	171,26	26,55	6.450
11	100	30	0,00	--	0,00	0,00	171,35	26,91	6.366
12	100	30	0,00	--	0,00	0,00	171,43	27,32	6.276
13	100	30	0,00	--	0,00	0,00	171,51	27,76	6.179
14	100	30	0,00	--	0,00	0,00	171,60	28,23	6.078

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	A_{sw} [cmq]	$\cot\theta$	V_{Rcd} [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	100	40	0,00	--	0,00	0,00	197,95	0,00	100.000
2	100	40	0,00	--	0,00	0,00	197,95	-2,23	88.744
3	100	40	0,00	--	0,00	0,00	197,95	-4,32	45.792
4	100	40	0,00	--	0,00	0,00	197,95	-6,28	31.537
5	100	40	0,00	--	0,00	0,00	197,95	-8,09	24.461
6	100	40	0,00	--	0,00	0,00	197,95	-13,52	14.638
7	100	40	0,00	--	0,00	0,00	197,95	-10,82	18.298
8	100	40	0,00	--	0,00	0,00	197,95	-8,11	24.397
9	100	40	0,00	--	0,00	0,00	197,95	-5,41	36.596
10	100	40	0,00	--	0,00	0,00	197,95	-2,70	73.192
11	100	40	0,00	--	0,00	0,00	197,95	0,00	100.000

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
Relazione di calcolo muri di recinzione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B	43

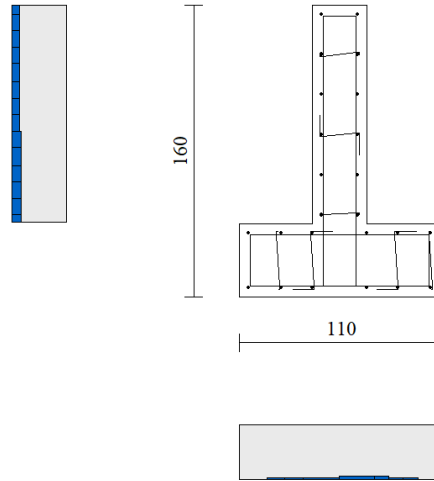


Fig. 9 - Paramento (Inviluppo)

Verifica delle tensioni

Simbologia adottata

- n° indice sezione
- Y ordinata sezione, espressa in [m]
- B larghezza sezione, espresso in [cm]
- H altezza sezione, espressa in [cm]
- Afi area ferri inferiori, espresso in [cmq]
- Afs area ferri superiori, espressa in [cmq]
- M momento agente, espressa in [kNm]
- N sforzo normale agente, espressa in [kN]
- σ_c tensione di compressione nel cls, espressa in [N/mmq]
- σ_{fi} tensione nei ferri inferiori, espressa in [N/mmq]
- σ_{fs} tensione nei ferri superiori, espressa in [N/mmq]

Combinazioni SLER

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 18,260 [N/mmq]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 337,500 [N/mmq]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σ_c [N/mmq]	σ_{fi} [N/mmq]	σ_{fs} [N/mmq]
1	100	30	10,05	10,05	0,00	0,00	0,000 (11)	0,000 (11)	0,000 (11)
2	100	30	10,05	10,05	0,00	0,68	0,002 (11)	0,031 (11)	0,031 (11)
3	100	30	10,05	10,05	0,00	1,36	0,004 (11)	0,059 (11)	0,064 (11)
4	100	30	10,05	10,05	0,02	2,04	0,007 (11)	0,084 (11)	0,101 (11)
5	100	30	10,05	10,05	0,04	2,72	0,011 (11)	0,103 (11)	0,144 (11)
6	100	30	10,05	10,05	0,07	3,39	0,015 (11)	0,114 (11)	0,194 (11)
7	100	30	10,05	10,05	0,13	4,07	0,020 (11)	0,116 (11)	0,254 (11)
8	100	30	10,05	10,05	0,20	4,75	0,027 (11)	0,106 (11)	0,326 (11)
9	100	30	10,05	10,05	0,30	5,43	0,035 (11)	0,081 (11)	0,411 (11)
10	100	30	10,05	10,05	0,43	6,11	0,046 (11)	0,010 (11)	0,518 (11)
11	100	30	10,05	10,05	0,59	6,79	0,062 (11)	0,163 (11)	0,653 (11)
12	100	30	10,05	10,05	0,78	7,47	0,084 (11)	0,506 (11)	0,815 (11)
13	100	30	10,05	10,05	1,02	8,15	0,112 (11)	1,072 (11)	0,994 (11)
14	100	30	10,05	10,05	1,29	8,83	0,147 (11)	1,881 (11)	1,184 (11)

MANDATARIA  	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione di calcolo muri di recinzione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B	44

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 18,260 [N/mm²]
Tensione massima di trazione dell'acciaio 337,500 [N/mm²]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σ _c [N/mm ²]	σ _{fi} [N/mm ²]	σ _{fs} [N/mm ²]
1	100	40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,000 (11)	0,000 (11)	0,000 (11)
2	100	40	10,05	10,05	0,20	0,00	0,014 (11)	0,635 (11)	0,059 (11)
3	100	40	10,05	10,05	0,77	0,00	0,054 (11)	2,477 (11)	0,229 (11)
4	100	40	10,05	10,05	1,69	0,00	0,118 (11)	5,433 (11)	0,503 (11)
5	100	40	10,05	10,05	2,92	0,00	0,205 (11)	9,411 (11)	0,872 (11)
6	100	40	10,05	10,05	-0,38	0,00	0,027 (11)	0,113 (11)	1,221 (11)
7	100	40	10,05	10,05	-0,28	0,00	0,020 (11)	0,084 (11)	0,909 (11)
8	100	40	10,05	10,05	-0,18	0,00	0,013 (11)	0,054 (11)	0,583 (11)
9	100	40	10,05	10,05	-0,09	0,00	0,006 (11)	0,027 (11)	0,291 (11)
10	100	40	10,05	10,05	-0,03	0,00	0,002 (11)	0,007 (11)	0,081 (11)
11	100	40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,000 (11)	0,000 (11)	0,000 (11)

Combinazioni SLEF

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 33,200 [N/mm²]
Tensione massima di trazione dell'acciaio 450,000 [N/mm²]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σ _c [N/mm ²]	σ _{fi} [N/mm ²]	σ _{fs} [N/mm ²]
1	100	30	10,05	10,05	0,00	0,00	0,000 (12)	0,000 (12)	0,000 (12)
2	100	30	10,05	10,05	0,00	0,68	0,002 (12)	0,031 (12)	0,031 (12)
3	100	30	10,05	10,05	0,00	1,36	0,004 (12)	0,059 (12)	0,064 (12)
4	100	30	10,05	10,05	0,02	2,04	0,007 (12)	0,084 (12)	0,101 (12)
5	100	30	10,05	10,05	0,04	2,72	0,011 (12)	0,103 (12)	0,144 (12)
6	100	30	10,05	10,05	0,07	3,39	0,015 (12)	0,114 (12)	0,194 (12)
7	100	30	10,05	10,05	0,13	4,07	0,020 (12)	0,116 (12)	0,254 (12)
8	100	30	10,05	10,05	0,20	4,75	0,027 (12)	0,106 (12)	0,326 (12)
9	100	30	10,05	10,05	0,30	5,43	0,035 (12)	0,081 (12)	0,411 (12)
10	100	30	10,05	10,05	0,43	6,11	0,046 (12)	0,010 (12)	0,518 (12)
11	100	30	10,05	10,05	0,59	6,79	0,062 (12)	0,163 (12)	0,653 (12)
12	100	30	10,05	10,05	0,78	7,47	0,084 (12)	0,506 (12)	0,815 (12)
13	100	30	10,05	10,05	1,02	8,15	0,112 (12)	1,072 (12)	0,994 (12)
14	100	30	10,05	10,05	1,29	8,83	0,147 (12)	1,881 (12)	1,184 (12)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 33,200 [N/mm²]
Tensione massima di trazione dell'acciaio 450,000 [N/mm²]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σ _c [N/mm ²]	σ _{fi} [N/mm ²]	σ _{fs} [N/mm ²]
1	100	40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,000 (12)	0,000 (12)	0,000 (12)
2	100	40	10,05	10,05	0,17	0,00	0,012 (12)	0,553 (12)	0,051 (12)
3	100	40	10,05	10,05	0,67	0,00	0,047 (12)	2,164 (12)	0,200 (12)
4	100	40	10,05	10,05	1,48	0,00	0,104 (12)	4,759 (12)	0,441 (12)
5	100	40	10,05	10,05	2,57	0,00	0,180 (12)	8,266 (12)	0,766 (12)
6	100	40	10,05	10,05	-0,31	0,00	0,022 (12)	0,094 (12)	1,012 (12)
7	100	40	10,05	10,05	-0,23	0,00	0,016 (12)	0,069 (12)	0,747 (12)
8	100	40	10,05	10,05	-0,15	0,00	0,010 (12)	0,044 (12)	0,476 (12)
9	100	40	10,05	10,05	-0,07	0,00	0,005 (12)	0,022 (12)	0,237 (12)
10	100	40	10,05	10,05	-0,02	0,00	0,001 (12)	0,006 (12)	0,065 (12)
11	100	40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,000 (12)	0,000 (12)	0,000 (12)

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
Relazione di calcolo muri di recinzione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B

Combinazioni SLEQ

Parametro

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 13,280 [N/mmq]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 450,000 [N/mmq]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
1	100	30	10,05	10,05	0,00	0,00	0,000 (13)	0,000 (13)	0,000 (13)
2	100	30	10,05	10,05	0,00	0,69	0,002 (14)	0,031 (13)	0,032 (14)
3	100	30	10,05	10,05	0,01	1,37	0,005 (14)	0,059 (13)	0,066 (14)
4	100	30	10,05	10,05	0,02	2,06	0,008 (14)	0,084 (13)	0,106 (14)
5	100	30	10,05	10,05	0,05	2,74	0,011 (14)	0,103 (13)	0,152 (14)
6	100	30	10,05	10,05	0,09	3,43	0,016 (14)	0,114 (13)	0,207 (14)
7	100	30	10,05	10,05	0,16	4,12	0,022 (14)	0,116 (13)	0,273 (14)
8	100	30	10,05	10,05	0,25	4,80	0,029 (14)	0,106 (13)	0,352 (14)
9	100	30	10,05	10,05	0,36	5,49	0,039 (14)	0,081 (13)	0,450 (14)
10	100	30	10,05	10,05	0,50	6,05	0,053 (14)	0,098 (15)	0,574 (14)
11	100	30	10,05	10,05	0,69	6,86	0,073 (14)	0,380 (14)	0,727 (14)
12	100	30	10,05	10,05	0,91	7,55	0,100 (14)	0,878 (14)	0,901 (14)
13	100	30	10,05	10,05	1,17	8,23	0,133 (14)	1,618 (14)	1,086 (14)
14	100	30	10,05	10,05	1,48	8,92	0,172 (14)	2,607 (14)	1,281 (14)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 13,280 [N/mmq]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 450,000 [N/mmq]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
1	100	40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,000 (13)	0,000 (13)	0,000 (13)
2	100	40	10,05	10,05	0,11	0,00	0,008 (14)	0,353 (14)	0,033 (14)
3	100	40	10,05	10,05	0,43	0,00	0,030 (14)	1,394 (14)	0,129 (14)
4	100	40	10,05	10,05	0,96	0,00	0,067 (14)	3,096 (14)	0,287 (14)
5	100	40	10,05	10,05	1,69	0,00	0,118 (14)	5,431 (14)	0,503 (14)
6	100	40	10,05	10,05	-0,31	0,00	0,022 (15)	0,092 (15)	0,994 (15)
7	100	40	10,05	10,05	-0,21	0,00	0,015 (15)	0,063 (15)	0,675 (15)
8	100	40	10,05	10,05	-0,12	0,00	0,009 (15)	0,037 (15)	0,401 (15)
9	100	40	10,05	10,05	-0,06	0,00	0,004 (15)	0,017 (15)	0,188 (15)
10	100	40	10,05	10,05	-0,02	0,00	0,001 (15)	0,005 (15)	0,049 (15)
11	100	40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,000 (13)	0,000 (13)	0,000 (13)

Verifica a fessurazione

Simbologia adottata

n° indice sezione

Y ordinata sezione espressa in [m]

B larghezza sezione espressa in [cm]

H altezza sezione espressa in [cm]

Af area ferri zona tesa espresso in [cmq]

Aeff area efficace espressa in [cmq]

M momento agente espressa in [kNm]

Mpf momento di formazione/apertura fessure espressa in [kNm]

ϵ deformazione espresso in %

Sm spaziatura tra le fessure espressa in [mm]

w apertura delle fessure espressa in [mm]

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
		Relazione di calcolo muri di recinzione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA OC 00 00		PROGR 004

Combinazioni SLER

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ϵ [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	30	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (11)
2	100	30	10,05	767,71	0,00	61,87	0,000000	0,00	0,000 (11)
3	100	30	10,05	767,50	0,00	61,91	0,000000	0,00	0,000 (11)
4	100	30	10,05	767,30	0,02	61,94	0,000000	0,00	0,000 (11)
5	100	30	10,05	767,10	0,04	61,97	0,000000	0,00	0,000 (11)
6	100	30	10,05	766,90	0,07	62,01	0,000000	0,00	0,000 (11)
7	100	30	10,05	766,69	0,13	62,04	0,000000	0,00	0,000 (11)
8	100	30	10,05	766,49	0,20	62,07	0,000000	0,00	0,000 (11)
9	100	30	10,05	766,29	0,30	62,11	0,000000	0,00	0,000 (11)
10	100	30	10,05	766,09	0,43	62,14	0,000000	0,00	0,000 (11)
11	100	30	10,05	765,89	0,59	62,18	0,000000	0,00	0,000 (11)
12	100	30	10,05	765,68	0,78	62,21	0,000000	0,00	0,000 (11)
13	100	30	10,05	765,48	1,02	62,25	0,000000	0,00	0,000 (11)
14	100	30	10,05	765,28	1,29	62,28	0,000000	0,00	0,000 (11)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ϵ [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (11)
2	100	40	10,05	1054,20	0,20	110,16	0,000000	0,00	0,000 (11)
3	100	40	10,05	1054,20	0,77	110,16	0,000000	0,00	0,000 (11)
4	100	40	10,05	1054,20	1,69	110,16	0,000000	0,00	0,000 (11)
5	100	40	10,05	1054,20	2,92	110,16	0,000000	0,00	0,000 (11)
6	100	40	10,05	1054,20	-0,38	-110,16	0,000000	0,00	0,000 (11)
7	100	40	10,05	1054,20	-0,28	-110,16	0,000000	0,00	0,000 (11)
8	100	40	10,05	1054,20	-0,18	-110,16	0,000000	0,00	0,000 (11)
9	100	40	10,05	1054,20	-0,09	-110,16	0,000000	0,00	0,000 (11)
10	100	40	10,05	1054,20	-0,03	-110,16	0,000000	0,00	0,000 (11)
11	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (11)

Combinazioni SLEF

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ϵ [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	30	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (12)
2	100	30	10,05	767,71	0,00	61,87	0,000000	0,00	0,000 (12)
3	100	30	10,05	767,50	0,00	61,91	0,000000	0,00	0,000 (12)
4	100	30	10,05	767,30	0,02	61,94	0,000000	0,00	0,000 (12)
5	100	30	10,05	767,10	0,04	61,97	0,000000	0,00	0,000 (12)
6	100	30	10,05	766,90	0,07	62,01	0,000000	0,00	0,000 (12)
7	100	30	10,05	766,69	0,13	62,04	0,000000	0,00	0,000 (12)
8	100	30	10,05	766,49	0,20	62,07	0,000000	0,00	0,000 (12)
9	100	30	10,05	766,29	0,30	62,11	0,000000	0,00	0,000 (12)
10	100	30	10,05	766,09	0,43	62,14	0,000000	0,00	0,000 (12)
11	100	30	10,05	765,89	0,59	62,18	0,000000	0,00	0,000 (12)
12	100	30	10,05	765,68	0,78	62,21	0,000000	0,00	0,000 (12)
13	100	30	10,05	765,48	1,02	62,25	0,000000	0,00	0,000 (12)
14	100	30	10,05	765,28	1,29	62,28	0,000000	0,00	0,000 (12)

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONDIZIONE STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
		Relazione di calcolo muri di recinzione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA OC 00 00		PROGR 004

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (12)
2	100	40	10,05	1054,20	0,17	110,16	0,000000	0,00	0,000 (12)
3	100	40	10,05	1054,20	0,67	110,16	0,000000	0,00	0,000 (12)
4	100	40	10,05	1054,20	1,48	110,16	0,000000	0,00	0,000 (12)
5	100	40	10,05	1054,20	2,57	110,16	0,000000	0,00	0,000 (12)
6	100	40	10,05	1054,20	-0,31	-110,16	0,000000	0,00	0,000 (12)
7	100	40	10,05	1054,20	-0,23	-110,16	0,000000	0,00	0,000 (12)
8	100	40	10,05	1054,20	-0,15	-110,16	0,000000	0,00	0,000 (12)
9	100	40	10,05	1054,20	-0,07	-110,16	0,000000	0,00	0,000 (12)
10	100	40	10,05	1054,20	-0,02	-110,16	0,000000	0,00	0,000 (12)
11	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (12)

Combinazioni SLEQ

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	30	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (13)
2	100	30	10,05	767,71	0,00	61,87	0,000000	0,00	0,000 (13)
3	100	30	10,05	767,50	0,00	61,91	0,000000	0,00	0,000 (13)
4	100	30	10,05	767,30	0,02	61,94	0,000000	0,00	0,000 (13)
5	100	30	10,05	767,10	0,04	61,97	0,000000	0,00	0,000 (13)
6	100	30	10,05	766,90	0,07	62,01	0,000000	0,00	0,000 (13)
7	100	30	10,05	766,69	0,13	62,04	0,000000	0,00	0,000 (13)
8	100	30	10,05	766,49	0,20	62,07	0,000000	0,00	0,000 (13)
9	100	30	10,05	766,29	0,30	62,11	0,000000	0,00	0,000 (13)
10	100	30	10,05	766,09	0,43	62,14	0,000000	0,00	0,000 (13)
11	100	30	10,05	765,89	0,59	62,18	0,000000	0,00	0,000 (13)
12	100	30	10,05	765,68	0,78	62,21	0,000000	0,00	0,000 (13)
13	100	30	10,05	765,48	1,02	62,25	0,000000	0,00	0,000 (13)
14	100	30	10,05	765,28	1,29	62,28	0,000000	0,00	0,000 (13)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (13)
2	100	40	10,05	1054,20	0,10	110,16	0,000000	0,00	0,000 (13)
3	100	40	10,05	1054,20	0,38	110,16	0,000000	0,00	0,000 (13)
4	100	40	10,05	1054,20	0,85	110,16	0,000000	0,00	0,000 (13)
5	100	40	10,05	1054,20	1,50	110,16	0,000000	0,00	0,000 (13)
6	100	40	10,05	1054,20	-0,12	-110,16	0,000000	0,00	0,000 (13)
7	100	40	10,05	1054,20	-0,08	-110,16	0,000000	0,00	0,000 (13)
8	100	40	10,05	1054,20	-0,05	-110,16	0,000000	0,00	0,000 (13)
9	100	40	10,05	1054,20	-0,02	-110,16	0,000000	0,00	0,000 (13)
10	100	40	10,05	1054,20	-0,01	-110,16	0,000000	0,00	0,000 (13)
11	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (13)

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo muri di recinzione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA OC 00 00			PROGR 004

12. CALCOLO MURO TIPO 2

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 1,00 [m]

Paramento

Materiale	C32/40	
Altezza paramento	0,70	[m]
Altezza paramento libero	0,95	[m]
Spessore in sommità	0,30	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,30	[m]
Inclinazione paramento esterno	0,00	[°]
Inclinazione paramento interno	0,00	[°]

Fondazione

Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0,15	[m]
Lunghezza mensola di monte	0,15	[m]
Lunghezza totale	0,60	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	0,70	[m]
Spessore magrone	0,10	[m]

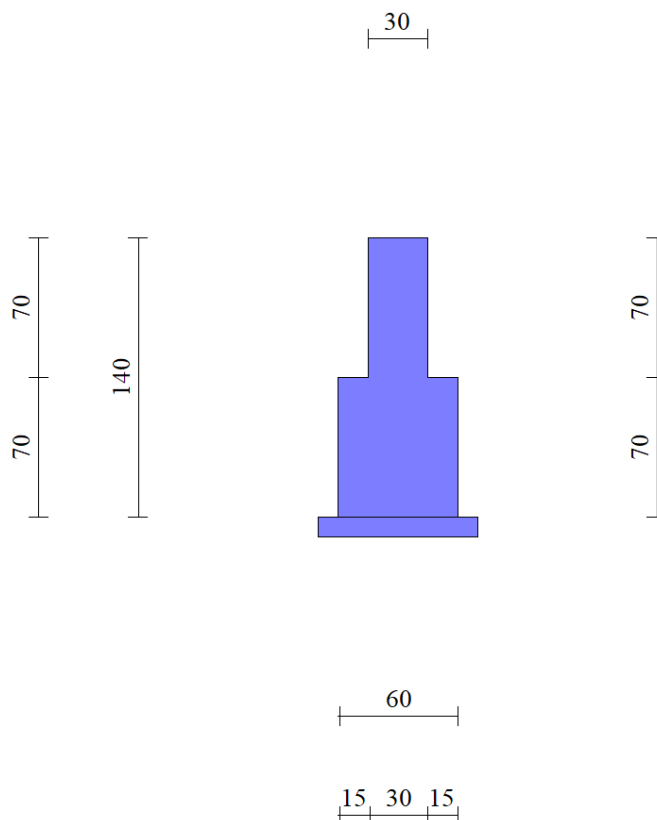


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
Relazione di calcolo muri di recinzione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n° Indice del terreno

Descr Descrizione terreno

γ Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]

γ_s Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]

ϕ Angolo d'attrito interno espresso in [°]

δ Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]

c Coesione espressa in [N/mm²]

c_a Adesione terra-muro espressa in [N/mm²]

Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix

Cesp Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)

τ_l Tensione tangenziale limite, espressa in [N/mm²]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [N/mm ²]	c_a [N/mm ²]	Cesp	τ_l [N/mm ²]
1	Unità gb2	20,5000	21,5000	30.000	30.000	0,020	0,010	---	---
2	Rinterro	20,0000	21,0000	35.000	23.333	0,000	0,000	---	---

Stratigrafia

Simbologia adottata

n° Indice dello strato

H Spessore dello strato espresso in [m]

α Inclinazione espressa in [°]

Terreno Terreno dello strato

Per calcolo pali (solo se presenti)

Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm²/cm

Ks Coefficiente di spinta

Cesp Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kst_{sta}, Kst_{sis} Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kw [Kg/cm ³]	Ks	Cesp	Kst _{sta}	Kst _{sis}
1	4,00	0.000	Unità gb2	---	---	---	---	---

Terreno di riempimento: Rinterro

Inclinazione riempimento (rispetto alla verticale): 20.00 [°]

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo muri di recinzione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B	50

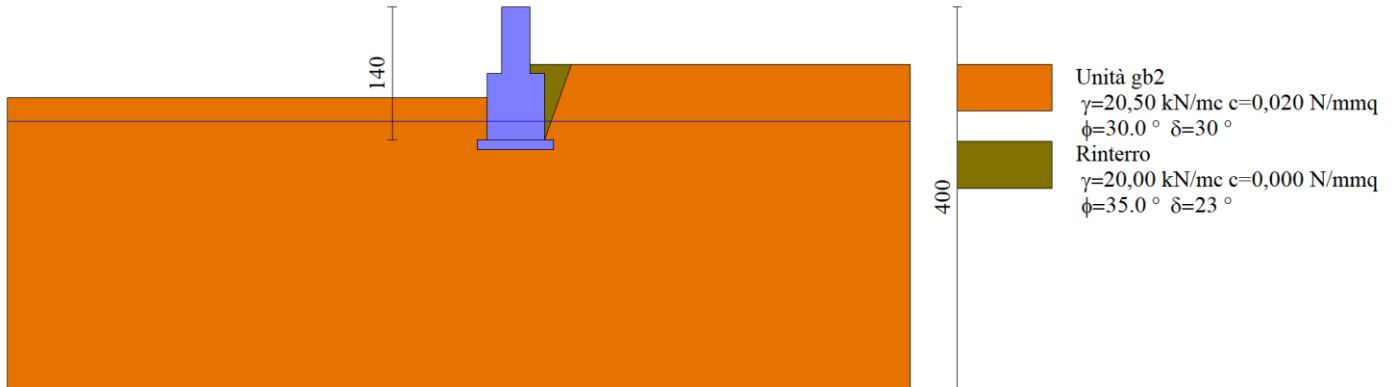


Fig. 2 - Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]

F_x Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]

F_y Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]

M Momento espresso in [kNm]

X_i Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]

X_f Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]

Q_i Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kN]

Q_f Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kN]

Condizione n° 1 (Traffico) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione $\Psi_0=0.75$ - $\Psi_1=0.75$ - $\Psi_2=0.00$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F_x [kN]	F_y [kN]	M [kNm]	X_i [m]	X_f [m]	Q_i [kN]	Q_f [kN]
1	Distribuito					-3,00	-0,45	20,0000	20,0000

Condizione n° 2 (Pacchetto stradale) - PERMANENTE NS

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F_x [kN]	F_y [kN]	M [kNm]	X_i [m]	X_f [m]	Q_i [kN]	Q_f [kN]
1	Distribuito					-3,00	-0,45	7,7000	7,7000

Condizione n° 3 (Vento) - VARIABILE

Coeff. di combinazione $\Psi_0=0.60$ - $\Psi_1=0.20$ - $\Psi_2=0.00$

Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y [m]	F_x [kN]	F_y [kN]	M [kNm]	X_i [m]	X_f [m]	Q_i [kN]	Q_f [kN]
1	Distribuito	Paramento					-0,60	0,00	0,8600	0,8600

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
Relazione di calcolo muri di recinzione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2008 (D.M. 14.01.2008) - Approccio 1 + Circolare C.S.LL.PP. 02/02/2009 n.617**

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

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1,fav}$	0.90	0.90	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.30	1.10	1.10	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q,sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT,sfav}$	1.50	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. 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	1.25
Coazione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.40
Peso nell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00	1.00	1.00

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

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	1.00	1.00	1.40	1.00	1.00	1.20
Scorrimento	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00
Resistenza terreno a valle	1.00	1.00	1.40	1.00	1.00	1.20
Ribaltamento	--	--	1.00	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

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

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
Relazione di calcolo muri di recinzione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B	52

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili.

I valori dei coeff. γ_G e γ_Q , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R1)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.50	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	1.00	Sfavorevole
Vento	1.50	0.60	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R1)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.50	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	0.75	Sfavorevole
Vento	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R1) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R1) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.15	1.00	Sfavorevole
Vento	1.30	0.60	Sfavorevole

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
Relazione di calcolo muri di recinzione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.15	0.75	Sfavorevole
Vento	1.30	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - EQU

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	0.90	--	Favorevole
Peso terrapieno	0.90	--	Favorevole
Spinta terreno	1.10	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.50	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	1.00	Sfavorevole
Vento	1.50	0.60	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - EQU

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	0.90	--	Favorevole
Peso terrapieno	0.90	--	Favorevole
Spinta terreno	1.10	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.50	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	0.75	Sfavorevole
Vento	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - EQU H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.00	--	Sfavorevole

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo muri di recinzione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA OC 00 00			PROGR 004

Combinazione n° 12 - EQU H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	1.00	Sfavorevole
Vento	1.00	0.60	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - SLEQ

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 16 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	0.75	Sfavorevole
Vento	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 17 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.00	--	Sfavorevole
Vento	1.00	0.20	Sfavorevole

MANDATARIA  MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione di calcolo muri di recinzione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B	55

Combinazione n° 18 - SLEQ

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 19 - SLEQ H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 20 - SLEQ H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 21 - HYD

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	0.90	--	Favorevole
Peso terrapieno	0.90	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.50	--	Sfavorevole
Traffico	1.50	1.00	Sfavorevole
Vento	1.50	0.60	Sfavorevole

Combinazione n° 22 - UPL

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	0.90	--	Favorevole
Peso terrapieno	0.90	--	Favorevole
Spinta terreno	1.10	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.50	--	Sfavorevole
Traffico	1.50	1.00	Sfavorevole
Vento	1.50	0.60	Sfavorevole

Combinazione n° 23 - HYD

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	0.90	--	Favorevole
Peso terrapieno	0.90	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.50	--	Sfavorevole
Traffico	1.50	0.75	Sfavorevole
Vento	1.50	1.00	Sfavorevole

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo muri di recinzione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA OC 00 00			PROGR 004

Combinazione n° 24 - UPL

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	0.90	--	Favorevole
Peso terrapieno	0.90	--	Favorevole
Spinta terreno	1.10	--	Sfavorevole
Pacchetto stradale	1.50	--	Sfavorevole
Traffico	1.50	0.75	Sfavorevole
Vento	1.50	1.00	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Campomarino
Provincia	Campobasso
Regione	Molise
Latitudine	41.952700
Longitudine	15.035900
Indice punti di interpolazione	28106 - 28105 - 28327 - 28328
Vita nominale	75 anni
Classe d'uso	III
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	113 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]	1.751	0.767
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.178	0.078
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.561	2.541
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.393	0.338
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.426
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh [%]	kv [%]
Ultimo	0.240	6.107	3.053
Esercizio	0.180	2.111	1.055

Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Meyerhof
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Meyerhof
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma_N$)	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione
Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra	

MANDATARIA  MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione di calcolo muri di recinzione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B	57

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale

Bishop

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante 0.00
 Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione 0.00
 Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni SI
 Considera terreno sulla fondazione di valle SI
 Considera spinta e peso acqua fondazione di valle SI

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU)

	SLU	Eccezionale
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50	1.00
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15	1.00
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00	1.00

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite di Esercizio (SLE)

Paramento e fondazione muro

Verifiche strutturali nelle combinazioni SLD eseguite. Struttura in classe d'uso III o IV

Condizioni ambientali Aggressive
 Armatura ad aderenza migliorata SI

Verifica a fessurazione

Sensibilità armatura Poco sensibile
 Metodo di calcolo aperture delle fessure Eurocodice 2 (Ed. 2004) - NTC 2008 II Formulazione
 Calcolo momento fessurazione Apertura
 Resistenza a trazione per Flessione
 Valori limite aperture delle fessure: $w_1=0.20$
 $w_2=0.30$
 $w_3=0.40$

Verifica delle tensioni

Valori limite delle tensioni nei materiali:

Combinazione	Calcestruzzo	Acciaio
Rara	0.55 f_{ck}	0.75 f_{yk}
Frequente	1.00 f_{ck}	1.00 f_{yk}
Quasi permanente	0.40 f_{ck}	1.00 f_{yk}

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
Relazione di calcolo muri di recinzione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B	58

Risultati per involucro

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic Indice della combinazione

A Tipo azione

I Inclinazione della spinta, espressa in [°]

V Valore dell'azione, espressa in [kN]

C_X, C_Y Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]

P_X, P_Y Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C _X [kN]	C _Y [kN]	P _X [m]	P _Y [m]
7	Spinta statica	1,55	19,04	1,46	0,50	0,15	-1,09
	Incremento di spinta sismica		0,16	0,15	0,05	0,15	-1,13
	Peso/inerzia muro			0,94	15,45/0,47	-0,15	-0,82
	Peso/inerzia terrapieno			0,02	0,30/0,01	0,08	-0,65
	Peso/inerzia terreno sulla fondazione di valle			0,15	2,47	-0,38	-0,42
	Spinta falda da monte			0,20		0,15	-1,33
	Spinta falda da valle			0,20		0,00	-1,33
	Sottostinta della falda				1,18	-0,15	-1,40
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0,00	0,00	-1,33

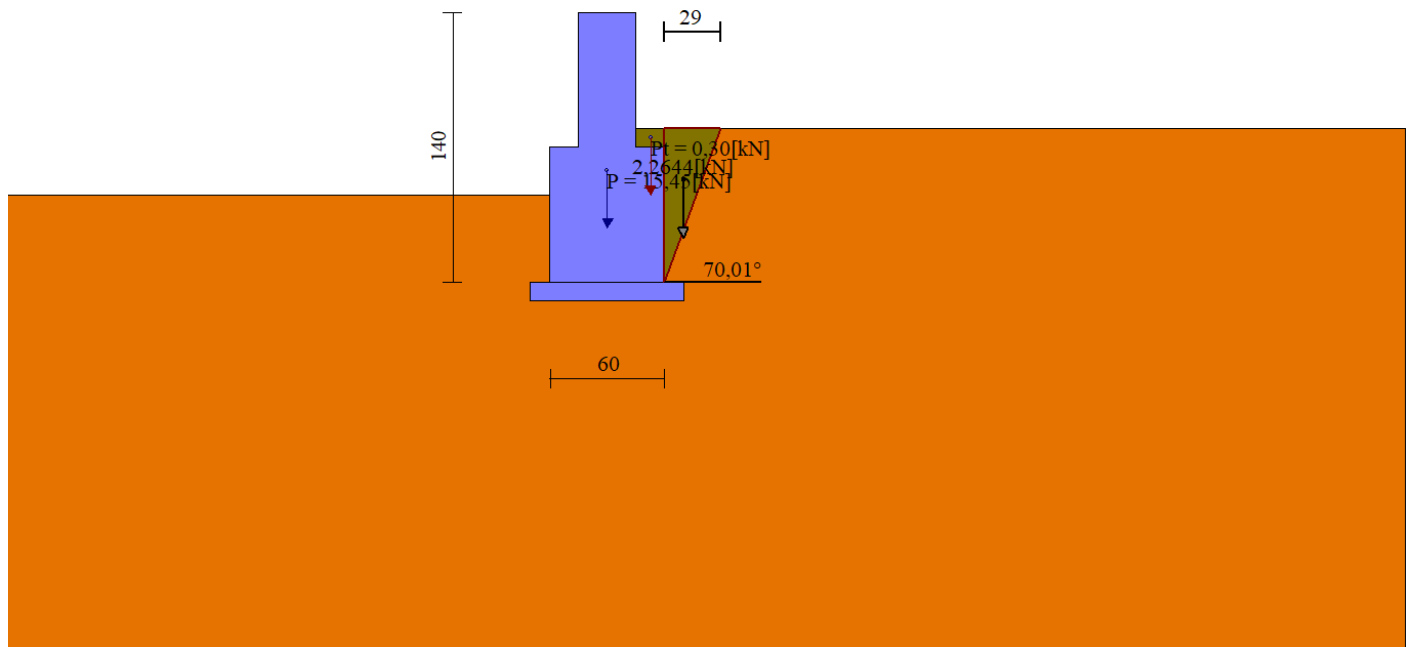


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 7)

<p>MANDATARIA</p>  <p>MANDANTI</p> 	<p>LINEA PESCARA – BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</p> <p>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</p>																						
<p>Relazione di calcolo muri di recinzione</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE</th> <th>ENTE</th> <th>TIPO DOC</th> <th colspan="3">OPERA 7 DISCIPLINA</th> <th>PROGR</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">LI0B</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">OC</td> <td style="text-align: center;">00</td> <td style="text-align: center;">00</td> <td style="text-align: center;">004</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">60</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO	LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B	60
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO													
LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B	60													

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

- n° Indice combinazione
- Rsa Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
- Rpt Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
- Rps Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
- Rp Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
- Rt Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
- R Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
- T Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
- FS Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
8 - GEO (A2-M2-R2) H - V	12,89	0,00	0,00	--	--	12,89	2,84	4.546

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

- n° Indice combinazione
- N Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
- Qu carico limite del terreno, espresso in [kN]
- Qd Portanza di progetto, espresso in [kN]
- FS Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
7 - GEO (A2-M2-R2) H + V	18,08	154,42	154,42	8.540

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

- n° Indice combinazione
- Nc, Nq, Ny Fattori di capacità portante
- ic, iq, iy Fattori di inclinazione del carico
- dc, dq, dγ Fattori di profondità del piano di posa
- gc, gq, gγ Fattori di inclinazione del profilo topografico
- bc, bq, bγ Fattori di inclinazione del piano di posa
- sc, sq, sγ Fattori di forma della fondazione
- pc, pq, pγ Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
- Re Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
- Ir, Irc Indici di rigidità per punzonamento secondo Vesic
- rγ Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B\gamma N_\gamma$ viene moltiplicato per questo fattore
- D Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
- B' Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
- H Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
- γ Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
- φ Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
- c Coesione del terreno medio, espresso in [N/mm²]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo muri di recinzione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B	61

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	lr	lrc	Re	ry
7	20.418 10.431 6.532	0.818 0.818 0.428	1.235 1.117 1.117	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	0.624	1.000

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	ϕ [kN/mc]	c [N/mm q]
7	0,45	0,60	0,47	11,69	24,79	0,016

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione

Ms Momento stabilizzante, espresso in [kNm]

Mr Momento ribaltante, espresso in [kNm]

FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
10 - EQU	4,82	1,75	2.758

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione

C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]

R Raggio, espresso in [m]

FS Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
7 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-1,00; 0,00	1,82	8.996

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

Qy carico sulla striscia espresso in [kN]

Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [N/mm²]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [N/mm²]

Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [N/mm²]

**Relazione di calcolo muri di
recinzione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B	62

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [N/mmq]	u [N/mmq]	Tx; Ty [kN]
1	0,37	0,00	0,00	0,73 - 0,13	64.240	24.791	0,016	0,0000	
2	1,02	0,00	0,00	0,13	57.511	24.791	0,016	0,0000	
3	1,50	0,00	0,00	0,13	50.401	24.791	0,016	0,0000	
4	1,88	0,00	0,00	0,13	44.258	24.791	0,016	0,0010	
5	2,44	0,00	0,00	0,13	38.710	24.791	0,016	0,0022	
6	3,75	0,00	0,00	0,13	33.568	24.791	0,016	0,0031	
7	5,06	0,00	0,00	0,13	28.720	24.791	0,016	0,0039	
8	4,85	0,00	0,00	0,13	24.089	24.791	0,016	0,0045	
9	3,09	0,00	0,00	0,13	19.620	24.791	0,016	0,0050	
10	2,20	0,00	0,00	0,13	15.274	24.791	0,016	0,0055	
11	2,28	0,00	0,00	0,13	11.016	24.791	0,016	0,0058	
12	2,34	0,00	0,00	0,13	6.819	24.791	0,016	0,0060	
13	2,37	0,00	0,00	0,13	2.659	24.791	0,016	0,0061	
14	2,37	0,00	0,00	0,13	-1.486	24.791	0,016	0,0061	
15	2,35	0,00	0,00	0,13	-5.640	24.791	0,016	0,0060	
16	2,30	0,00	0,00	0,13	-9.824	24.791	0,016	0,0058	
17	2,22	0,00	0,00	0,13	-14.062	24.791	0,016	0,0056	
18	2,12	0,00	0,00	0,13	-18.380	24.791	0,016	0,0052	
19	1,98	0,00	0,00	0,13	-22.810	24.791	0,016	0,0047	
20	1,81	0,00	0,00	0,13	-27.391	24.791	0,016	0,0041	
21	1,60	0,00	0,00	0,13	-32.171	24.791	0,016	0,0033	
22	1,35	0,00	0,00	0,13	-37.220	24.791	0,016	0,0024	
23	1,04	0,00	0,00	0,13	-42.638	24.791	0,016	0,0014	
24	0,67	0,00	0,00	0,13	-48.587	24.791	0,016	0,0000	
25	0,22	0,00	0,00	-2,56 - 0,13	-53.595	24.791	0,016	0,0000	

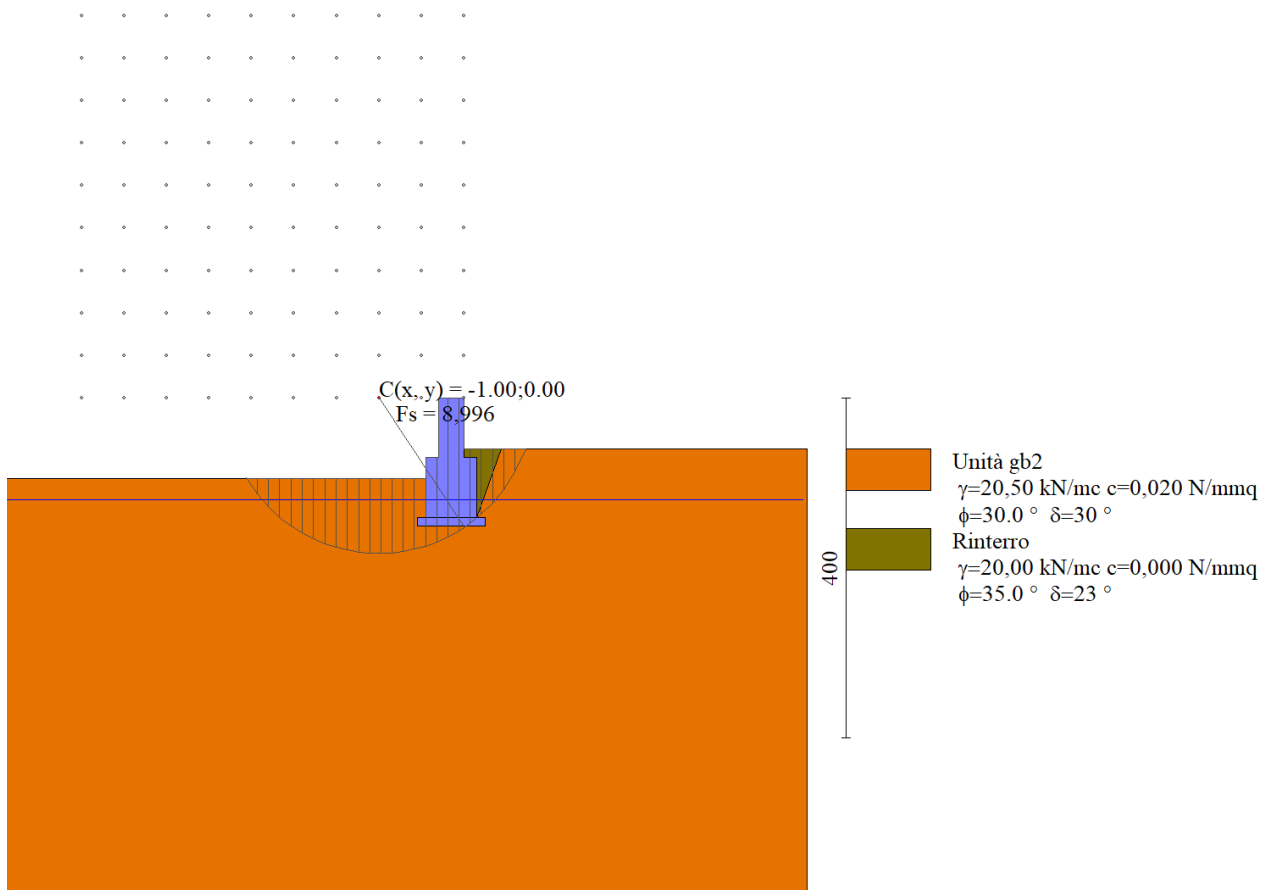


Fig. 5 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 7)

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
Relazione di calcolo muri di recinzione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B

Verifica a sifonamento

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
DH	perdita di carico, espressa in [m]
L	Lunghezza di filtrazione, espressa in [m]
gm	Peso galleggiamento medio, espressa in [kN/mc]
ic	gradiente idraulico critico
i _E	gradiente idraulico di efflusso
FS	Fattore di sicurezza a sifonamento (rapporto tra ic/ie)

Ic	ΔH [m]	L [m]	γ _m [kN/mc]	ic	i _E	FS
21	0,00	0,00	0,0000	0.000	0.000	100.000

Verifica a sollevamento

Simbologia adottata

As	Azione stabilizzante, espressa in [kN]
Ai	Azione instabilizzante, espressa in [kN]
Rp	Resistenza di progetto, espressa in [kN]
FS	Fattore di sicurezza a sollevamento (rapporto tra As/Ai)

Ic	As [kN]	Ai [kN]	FS
22	16,95	1,29	13.096

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n°	Indice della sezione
X	Posizione della sezione, espresso in [m]
N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

La posizione delle sezioni di verifica fanno riferimento al sistema di riferimento globale la cui origine è nello spigolo in alto a destra del paramento.

Paramento

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,10	0,71	0,76	0,00	0,13	0,00	0,01
3	-0,20	1,43	1,52	0,00	0,26	0,00	0,03
4	-0,30	2,14	2,27	0,00	0,39	0,00	0,06
5	-0,40	2,85	3,03	0,00	0,52	0,00	0,10
6	-0,50	3,57	3,79	0,00	0,64	0,00	0,16
7	-0,60	4,28	4,55	0,00	0,77	0,00	0,23
8	-0,70	5,00	5,32	0,02	0,80	0,00	0,31

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo muri di recinzione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B	64

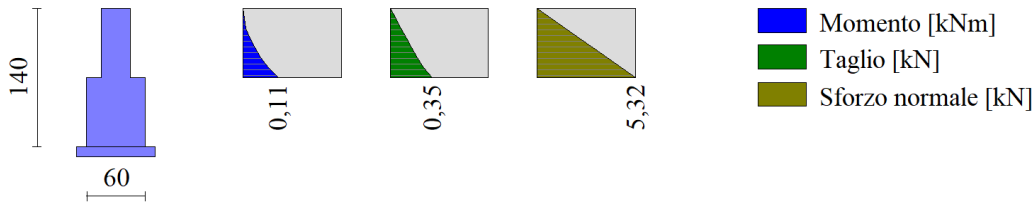


Fig. 6 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
1	-0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,38	0,00	0,00	0,45	1,43	0,02	0,06
3	-0,30	0,00	0,00	0,88	2,57	0,07	0,21
4	0,00	0,00	0,00	-1,27	0,50	-0,12	0,03
5	0,08	0,00	0,00	-0,89	0,14	-0,04	0,00
6	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

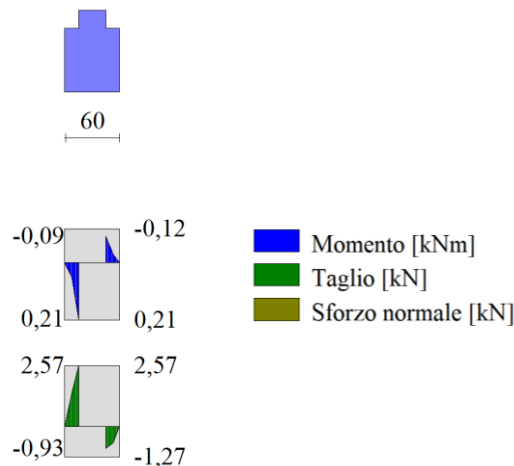


Fig. 7 - Fondazione

Verifiche strutturali

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n°	indice sezione
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A _{fi}	area ferri inferiori espresso in [cmq]
A _{fs}	area ferri superiori espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente espressa in [kN]
M _u	momento ultimi espresso in [kNm]
N _u	sforzo normale ultimo espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
Relazione di calcolo muri di recinzione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B

Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mrd [kNm]	Nrd [kN]	FS
1	100	30	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	100	30	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
3	100	30	10,05	10,05	0,02	1,47	55,79	5301,96	3604.275
4	100	30	10,05	10,05	0,06	2,21	135,02	5132,13	2325.880
5	100	30	10,05	10,05	0,10	2,94	167,57	4777,21	1623.775
6	100	30	10,05	10,05	0,16	3,68	194,35	4432,36	1205.248
7	100	30	10,05	10,05	0,23	4,41	215,74	4100,28	929.122
8	100	30	10,05	10,05	0,31	5,16	229,45	3836,40	743.299

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mrd [kNm]	Nrd [kN]	FS
1	100	70	14,07	14,07	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	100	70	14,07	14,07	0,06	0,00	339,57	0,00	6128.827
3	100	70	14,07	14,07	0,21	0,00	339,57	0,00	1637.939
4	100	70	14,07	14,07	-0,12	0,00	-339,57	0,00	2815.442
5	100	70	14,07	14,07	-0,04	0,00	-339,57	0,00	9313.371
6	100	70	14,07	14,07	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

n° (o ls) indice sezione

Y ordinata sezione espressa in [m]

B larghezza sezione espresso in [cm]

H altezza sezione espressa in [cm]

A_{sw} area ferri a taglio espresso in [cmq]

cotθ inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo

V_{Rcd} resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]

V_{Rsd} resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]

V_{Rd} resistenza di progetto a taglio espresso in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A_{sw}>0.0) V_{Rd}=min(V_{Rcd}, V_{Rsd}).

T taglio agente espressa in [kN]

FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	100	30	0,00	--	0,00	0,00	170,50	0,00	100.000
2	100	30	0,00	--	0,00	0,00	170,59	0,13	1322.438
3	100	30	0,00	--	0,00	0,00	170,69	0,26	661.573
4	100	30	0,00	--	0,00	0,00	170,78	0,39	441.284
5	100	30	0,00	--	0,00	0,00	170,87	0,52	331.140
6	100	30	0,00	--	0,00	0,00	170,96	0,64	265.053
7	100	30	0,00	--	0,00	0,00	171,05	0,77	220.996
8	100	30	0,00	--	0,00	0,00	171,14	0,80	212.987

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
Relazione di calcolo muri di recinzione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	100	70	0,00	--	0,00	0,00	296,56	0,00	100.000
2	100	70	0,00	--	0,00	0,00	296,56	-1,43	207.412
3	100	70	0,00	--	0,00	0,00	296,56	-2,57	115.236
4	100	70	0,00	--	0,00	0,00	296,56	-1,27	233.196
5	100	70	0,00	--	0,00	0,00	296,56	-0,89	333.894
6	100	70	0,00	--	0,00	0,00	296,56	0,00	100.000

Verifica delle tensioni

Simbologia adottata

- n° indice sezione
 Y ordinata sezione, espressa in [m]
 B larghezza sezione, espresso in [cm]
 H altezza sezione, espressa in [cm]
 A_{fi} area ferri inferiori, espresso in [cmq]
 A_{fs} area ferri superiori, espressa in [cmq]
 M momento agente, espressa in [kNm]
 N sforzo normale agente, espressa in [kN]
 σ_c tensione di compressione nel cls, espressa in [N/mmq]
 σ_{fi} tensione nei ferri inferiori, espressa in [N/mmq]
 σ_{fs} tensione nei ferri superiori, espressa in [N/mmq]

Combinazioni SLER

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 18,260 [N/mmq]
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 337,500 [N/mmq]

n°	B [cm]	H [cm]	A _{fi} [cmq]	A _{fs} [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σ _c [N/mmq]	σ _{fi} [N/mmq]	σ _{fs} [N/mmq]
1	100	30	10,05	10,05	0,00	0,00	0,000 (13)	0,000 (13)	0,000 (13)
2	100	30	10,05	10,05	0,00	0,74	0,002 (16)	0,032 (13)	0,036 (16)
3	100	30	10,05	10,05	0,02	1,47	0,005 (16)	0,061 (13)	0,076 (16)
4	100	30	10,05	10,05	0,04	2,21	0,009 (16)	0,088 (13)	0,121 (16)
5	100	30	10,05	10,05	0,07	2,94	0,013 (16)	0,111 (13)	0,171 (16)
6	100	30	10,05	10,05	0,11	3,68	0,018 (16)	0,132 (13)	0,225 (16)
7	100	30	10,05	10,05	0,15	4,41	0,023 (16)	0,150 (13)	0,284 (16)
8	100	30	10,05	10,05	0,21	5,16	0,028 (16)	0,168 (13)	0,346 (16)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 18,260 [N/mmq]
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 337,500 [N/mmq]

n°	B [cm]	H [cm]	A _{fi} [cmq]	A _{fs} [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σ _c [N/mmq]	σ _{fi} [N/mmq]	σ _{fs} [N/mmq]
1	100	70	14,07	14,07	0,00	0,00	0,000 (13)	0,000 (13)	0,000 (13)
2	100	70	14,07	14,07	0,04	0,00	0,001 (16)	0,050 (16)	0,007 (16)
3	100	70	14,07	14,07	0,16	0,00	0,003 (16)	0,187 (16)	0,028 (16)
4	100	70	14,07	14,07	-0,06	0,00	0,001 (16)	0,011 (16)	0,075 (16)
5	100	70	14,07	14,07	-0,02	0,00	0,000 (16)	0,004 (16)	0,025 (16)
6	100	70	14,07	14,07	0,00	0,00	0,000 (13)	0,000 (13)	0,000 (13)

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo muri di recinzione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B	67

Combinazioni SLEF

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 33,200 [N/mm²]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 450,000 [N/mm²]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
1	100	30	10,05	10,05	0,00	0,00	0,000 (14)	0,000 (14)	0,000 (14)
2	100	30	10,05	10,05	0,00	0,74	0,002 (17)	0,033 (14)	0,034 (17)
3	100	30	10,05	10,05	0,00	1,47	0,005 (17)	0,067 (14)	0,069 (17)
4	100	30	10,05	10,05	0,01	2,21	0,007 (17)	0,100 (14)	0,104 (17)
5	100	30	10,05	10,05	0,01	2,94	0,010 (17)	0,134 (14)	0,141 (17)
6	100	30	10,05	10,05	0,02	3,68	0,012 (17)	0,167 (14)	0,179 (17)
7	100	30	10,05	10,05	0,03	4,41	0,015 (17)	0,200 (14)	0,217 (17)
8	100	30	10,05	10,05	0,04	5,16	0,018 (17)	0,235 (14)	0,256 (17)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 33,200 [N/mm²]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 450,000 [N/mm²]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
1	100	70	14,07	14,07	0,00	0,00	0,000 (14)	0,000 (14)	0,000 (14)
2	100	70	14,07	14,07	0,02	0,00	0,000 (17)	0,026 (17)	0,000 (1)
3	100	70	14,07	14,07	0,09	0,00	0,002 (17)	0,102 (17)	0,015 (17)
4	100	70	14,07	14,07	0,03	0,00	0,001 (14)	0,032 (14)	0,005 (14)
5	100	70	14,07	14,07	0,00	0,00	0,000 (1)	0,005 (14)	0,000 (1)
6	100	70	14,07	14,07	0,00	0,00	0,000 (14)	0,000 (14)	0,000 (14)

Combinazioni SLEQ

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 13,280 [N/mm²]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 450,000 [N/mm²]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
1	100	30	10,05	10,05	0,00	0,00	0,000 (15)	0,000 (15)	0,000 (15)
2	100	30	10,05	10,05	0,00	0,74	0,002 (19)	0,033 (15)	0,034 (19)
3	100	30	10,05	10,05	0,00	1,49	0,005 (19)	0,067 (15)	0,069 (19)
4	100	30	10,05	10,05	0,01	2,23	0,007 (19)	0,100 (15)	0,105 (19)
5	100	30	10,05	10,05	0,01	2,97	0,010 (19)	0,134 (15)	0,142 (19)
6	100	30	10,05	10,05	0,02	3,72	0,012 (19)	0,167 (15)	0,179 (19)
7	100	30	10,05	10,05	0,03	4,46	0,015 (19)	0,200 (15)	0,218 (19)
8	100	30	10,05	10,05	0,04	5,21	0,018 (19)	0,235 (15)	0,257 (19)

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
Relazione di calcolo muri di recinzione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 13,280 [N/mm²]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 450,000 [N/mm²]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cm ²]	[cm ²]	[kNm]	[kN]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
1	100	70	14,07	14,07	0,00	0,00	0,000 (15)	0,000 (15)	0,000 (15)
2	100	70	14,07	14,07	0,03	0,00	0,001 (19)	0,035 (19)	0,005 (19)
3	100	70	14,07	14,07	0,11	0,00	0,002 (19)	0,132 (19)	0,020 (19)
4	100	70	14,07	14,07	-0,02	0,00	0,001 (15)	0,032 (15)	0,019 (20)
5	100	70	14,07	14,07	-0,01	0,00	0,000 (20)	0,005 (15)	0,009 (20)
6	100	70	14,07	14,07	0,00	0,00	0,000 (15)	0,000 (15)	0,000 (15)

Verifica a fessurazione

Simbologia adottata

n° indice sezione

Y ordinata sezione espressa in [m]

B larghezza sezione espresso in [cm]

H altezza sezione espressa in [cm]

Af area ferri zona tesa espresso in [cm²]

Aeff area efficace espressa in [cm²]

M momento agente espressa in [kNm]

Mpf momento di formazione/apertura fessure espressa in [kNm]

e deformazione espresso in %

Sm spaziatura tra le fessure espressa in [mm]

w apertura delle fessure espressa in [mm]

Combinazioni SLER

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cm ²]	[cm ²]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	30	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (13)
2	100	30	10,05	767,69	0,00	61,87	0,000000	0,00	0,000 (13)
3	100	30	10,05	767,47	0,01	61,91	0,000000	0,00	0,000 (13)
4	100	30	10,05	767,25	0,02	61,95	0,000000	0,00	0,000 (13)
5	100	30	10,05	767,03	0,04	61,99	0,000000	0,00	0,000 (13)
6	100	30	10,05	766,81	0,06	62,02	0,000000	0,00	0,000 (13)
7	100	30	10,05	766,59	0,09	62,06	0,000000	0,00	0,000 (13)
8	100	30	10,05	766,37	0,12	62,10	0,000000	0,00	0,000 (13)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cm ²]	[cm ²]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	70	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (13)
2	100	70	14,07	1500,00	0,03	341,42	0,000000	0,00	0,000 (13)
3	100	70	14,07	1500,00	0,12	341,42	0,000000	0,00	0,000 (13)
4	100	70	14,07	1500,00	-0,03	-341,42	0,000000	0,00	0,000 (13)
5	100	70	14,07	1500,00	-0,01	-341,42	0,000000	0,00	0,000 (13)
6	100	70	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (13)

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
Relazione di calcolo muri di recinzione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	OC	00	00	004	B

Combinazioni SLEF

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	30	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (14)
2	100	30	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (14)
3	100	30	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (14)
4	100	30	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (14)
5	100	30	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (14)
6	100	30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000000	0,00	0,000 (14)
7	100	30	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (14)
8	100	30	10,05	766,37	0,00	-62,10	0,000000	0,00	0,000 (14)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	70	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (14)
2	100	70	14,07	1500,00	0,02	341,42	0,000000	0,00	0,000 (14)
3	100	70	14,07	1500,00	0,07	341,42	0,000000	0,00	0,000 (14)
4	100	70	14,07	1500,00	0,03	341,42	0,000000	0,00	0,000 (14)
5	100	70	14,07	1500,00	0,00	341,42	0,000000	0,00	0,000 (14)
6	100	70	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (14)

Combinazioni SLEQ

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	30	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (15)
2	100	30	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (15)
3	100	30	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (15)
4	100	30	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (15)
5	100	30	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (15)
6	100	30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000000	0,00	0,000 (15)
7	100	30	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (15)
8	100	30	10,05	766,37	0,00	-62,10	0,000000	0,00	0,000 (15)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	70	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (15)
2	100	70	14,07	1500,00	0,02	341,42	0,000000	0,00	0,000 (15)
3	100	70	14,07	1500,00	0,07	341,42	0,000000	0,00	0,000 (15)
4	100	70	14,07	1500,00	0,03	341,42	0,000000	0,00	0,000 (15)
5	100	70	14,07	1500,00	0,00	341,42	0,000000	0,00	0,000 (15)
6	100	70	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (15)