

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

IV02 – Relazione di calcolo pile

L'Appaltatore

Ing. Gianguido Babini

A.A. D'AGOSTINO COSTRUZIONI GENERALI S.r.l.

Il Direttore Tecnico
(Ing. Gianguido Babini)

I progettisti (il Direttore della progettazione)

Ing. Massimo Facchini

Data Dicembre 2022

firma

Data Dicembre 2022

firma

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA / DISCIPLINA	PROGR	REV	SCALA
L I O B	0 2	E	Z Z	C L	I V 0 2 0 5	0 0 1	B	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Prima emissione	G. Troiano	Dicembre 2022	F. Volonnino	Dicembre 2022	S. Canale	Dicembre 2022	
B	Aggiornamento per RdV	G. Troiano	09/08/23	F. Volonnino	10/08/23	S. Canale	11/08/23	

File: LI0B02EZZCLIV0205001B

n. Elab.

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV02 - Relazione di calcolo pile	<small>COMMESSA</small> LI0B	<small>LOTTO</small> 02	<small>FASE</small> E	<small>ENTE</small> ZZ	<small>TIPO DOC</small> CL	<small>OPERA 7 DISCIPLINA</small> IV 02 05			<small>PROGR</small> 001	<small>REV</small> B

INDICE

1.. PREMESSA	3
2.. DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
2.1 Descrizione delle pile in esame	5
3.. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	6
3.1 Normativa di riferimento	6
3.2 Normativa tecnica nazionale	6
3.3 Manuali ITF	7
3.4 Bibliografia e altri riferimenti	7
4.. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	8
4.1 Calcestruzzo	8
4.2 Acciaio	9
4.3 Durabilità.....	10
5.. APPROCCIO DI CALCOLO.....	14
5.1 Caratteristiche delle opere.....	14
5.2 Criteri generali di verifica	14
5.3 Software di calcolo	22
5.4 Validazione programmi di calcolo	24
6.. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	25
6.1 Categoria di sottosuolo.....	25
6.2 Stratigrafia di progetto	25
7.. ANALISI DEI CARICHI	26
7.1 Azioni permanenti strutturali (G_1).....	26
7.2 Azioni permanenti non strutturali (G_2).....	26
7.3 Distorsioni e deformazioni impresse (P) (ϵ)	26
7.4 Azioni variabili da traffico veicolare (Q).....	27
7.5 Azioni variabili da vento (Q).....	27
7.6 Azione sismica (e).....	28
7.7 Azioni variabili termiche (Q).....	40
7.8 Azioni variabili resistenze dei vincoli (Q).....	40
7.9 Scarichi agli appoggi	41
8.. COMBINAZIONI DI CARICO	45
8.1 Combinazioni di carico adottate.....	45

MANDATARIA  HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small>	MANDANTI  HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV02 - Relazione di calcolo pile									
	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	2

9.. VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	49
9.1 Elementi in cemento armato.....	49
10. MODELLO DI CALCOLO	55
10.1 Analisi statica	55
10.2 Analisi sismica.....	55
11. ANALISI PILA 1.....	56
11.1 Sollecitazioni elevazione	56
11.2 Sollecitazioni in fondazione	63
11.3 Verifiche elevazione	71
11.4 Verifiche plinto fondazione	82
11.5 Verifiche pulvino a sbalzo.....	93
12. VERIFICHE LOCALI.....	104
12.1 Baggioli	104
13. APPOGGI E GIUNTI.....	106
13.1 Appoggi.....	106
14. RIEPILOGO INCIDENZE C.A.	107

		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
IV02 - Relazione di calcolo pile	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	3

1. PREMESSA

Il presente elaborato attiene la progettazione esecutiva per la realizzazione dei Lotti 2 e 3 Termoli - Ripalta del raddoppio della tratta ferroviaria Termoli – Lesina sulla Linea Pescara – Bari, dal km 0+000 al km 24+900, per uno sviluppo di circa 24,9 km.

Attualmente, la tratta a singolo binario Termoli – P.M. Lesina della Linea Pescara – Bari rappresenta un collo di bottiglia dell'intera Direttrice Adriatica, che impedisce incrementi di traffico e comporta limitazioni nell'impostazione dell'orario, dovendo considerare incroci e precedenza che incidono sugli effettivi tempi di percorrenza.

Il Progetto del raddoppio, inserito fra le infrastrutture strategiche di interesse nazionale ai sensi della L. n. 443/2001 (approvazione della Delibera CIPE 21/12/2001, n.121), mira ad uniformare gli standard di esercizio della tratta Termoli-Lesina a quelli dell'intera direttrice adriatica, riveste una notevole importanza e mira al raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- Aumento della velocità massima del tracciato e della capacità della linea;
- Elevazione degli indici di qualità del servizio, in termini di regolarità del traffico e di migliore adattabilità alla domanda di trasporto (risposta dinamica);
- Riduzione dei costi d'uso dell'infrastruttura, migliore coordinamento delle attività di circolazione dei treni e di manutenzione delle infrastrutture;
- Miglioramento dell'offerta di trasporto conseguente alla riduzione dei tempi di percorrenza della relazione.

L'intervento, inoltre, è volto a migliorare la sicurezza della circolazione in considerazione delle criticità del territorio dal punto di vista idraulico. Infatti, la tratta in esame si colloca all'interno di un articolato reticolo idrografico con numerosi corsi d'acqua aventi, per lo più, andamento semi-rettilineo ortogonale alla linea di costa. I corsi d'acqua più importanti attraversati sono il Fiume Biferno (nella Regione Molise,), il Torrente Saccione (a sud di Lido di Campomarino, segna il confine amministrativo fra la Regione Molise e la Regione Puglia) e il Fiume Fortore (nella Regione Puglia) che interessa il Lotto 1 dell'intervento.

Le aree di valle prossime agli apparati focivi di detti corsi d'acqua, soprattutto del Fiume Biferno e del Fiume Fortore, interessate dall'attraverso della linea in progetto, sono soggette ad elevato rischio idraulico. In tal senso, il progetto si pone quale obiettivo quello dell'ottimizzazione delle relazioni con detto contesto idrografico, finalizzata al superamento delle attuali condizioni di rischio che certamente possono interferire con alcuni tratti dell'attuale percorso in rilevato. La previsione di realizzazione di nuovi viadotti garantirà una maggiore trasparenza idraulica dell'opera, con diminuzione di eventuali fenomeni di allagamento e contenimento delle piene.

Il raddoppio della tratta Termoli-Lesina è stato suddiviso tre lotti funzionali:

- Lotto 1: Ripalta-Lesina, dal km 24+200 al km 31+044, sviluppo di circa 6,8 km;
- Lotto 2: Termoli-Campomarino, dal km 0+000 al km 5+940, sviluppo di circa 5,9 km;
- Lotto 3: Campomarino-Ripalta, dal km 5+940 al km 24+200, sviluppo di circa 18,3 km.

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	4

2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

La presente relazione di calcolo fa riferimento al dimensionamento e verifica delle pile del cavalcavia denominato IV02 "Viabilità accesso fermata Campomarino".

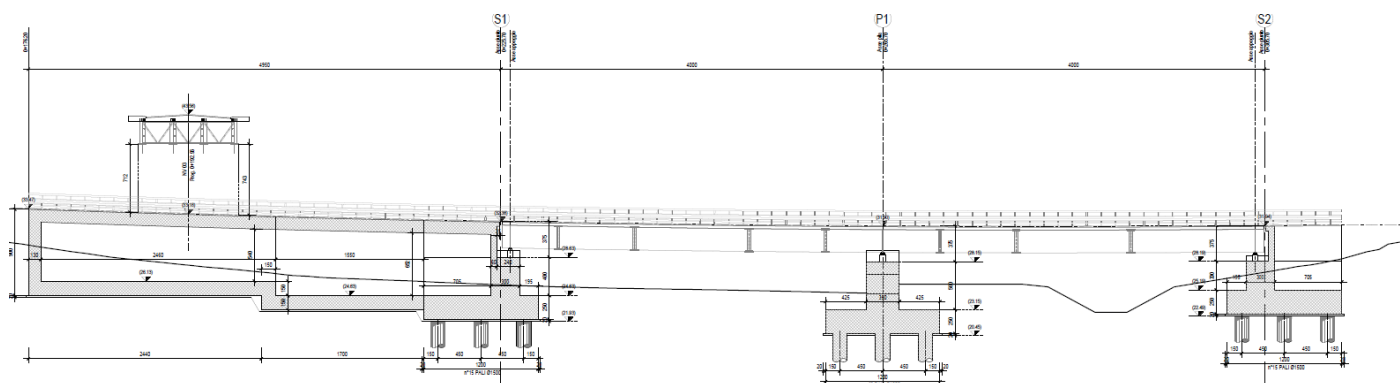


Figura 1 - Profilo longitudinale opera

Questo viadotto si trova lungo la viabilità NV04, tra le progressive 0+486,603 e 0+566,004, che costituisce la strada di accesso alla fermata di Campomarino e scavalca un canale esistente (fosso Giardino).

È composto da due campate di lunghezza 40.00 m ciascuna. in prossimità della spalla A la viabilità prosegue su di uno scatolare di approccio per 41.40 m passando al di sotto del viadotto IV01. L'impalcato presenta larghezza costante di 18.75 m ed ospita una pista ciclabile di larghezza 5.00 m. La soluzione progettuale prevede impalcato continui in acciaio calcestruzzo con travi di altezza 2.40 m.

Gli appoggi terminali dell'impalcato sono entrambi delle usuali spalle con muri in C.A. che poggiano su pali del tutto simili a quelli delle pile.

La soletta in c.a. di spessore costante con valore pari a 30 cm è gettata su predalles da 5 cm di spessore poggiate sulle piattabande superiori delle travi. Il collegamento strutturale tra soletta in CA e travi in acciaio è garantito da connettori tipo 'Nelson'.

Il presente documenti contiene le verifiche della pila P1.

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	5

2.1 DESCRIZIONE DELLE PILE IN ESAME

Le pile del viadotto hanno sezione piena a “saponetta” con larghezza pari a 3.50 m in direzione longitudinale e 7.80m in direzione trasversale. Le fondazioni sono del tipo indiretto, con plinti su pali di dimensione 12.00 x 12.00 e spessore pari a 2.5 m. I pali di fondazione sono Ø1500, disposti con interassi pari a 4.50 m sia in direzione longitudinale che in direzione trasversale, di lunghezza pari a 22m.

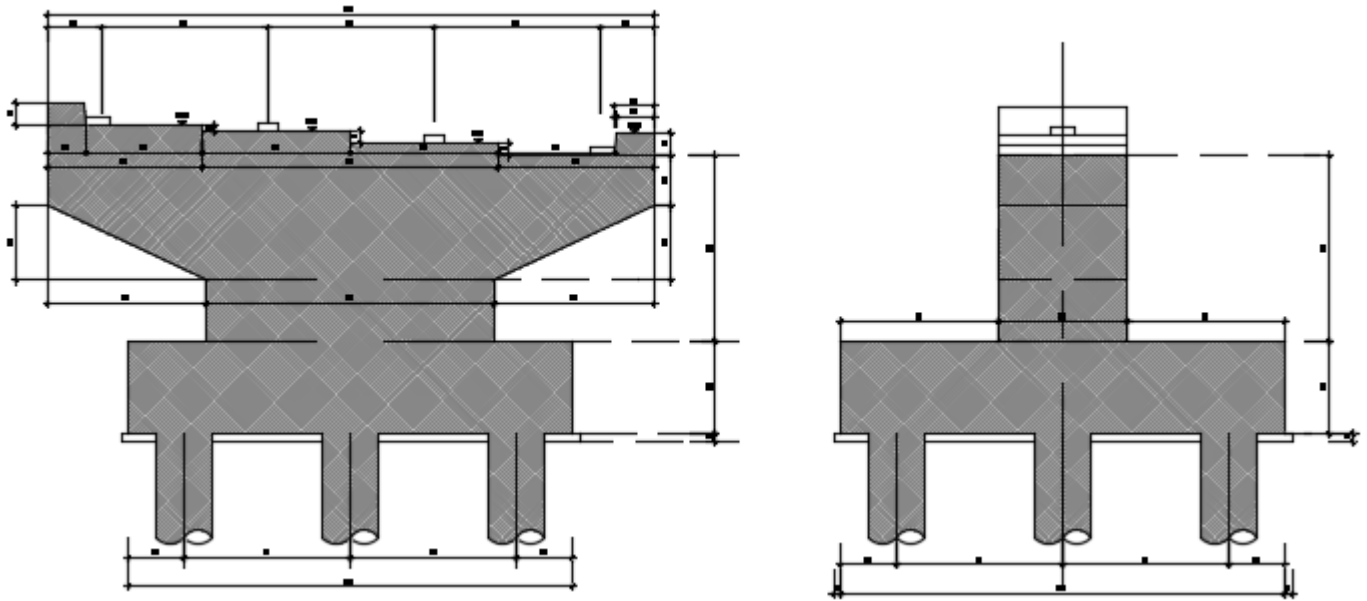


Figura 2 - Carpenteria pila tipo

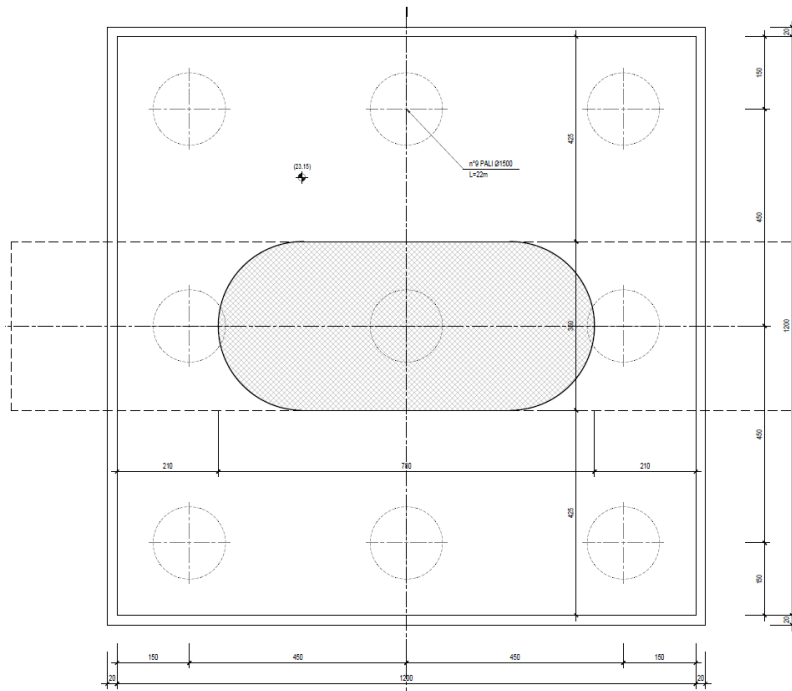


Figura 3 - Pianta plinto

	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV02 - Relazione di calcolo pile	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	6

3. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

3.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

3.1.1 Specifiche tecniche interoperabilità ferroviarie

[1] Regolamento (UE) N.1299/2014 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea. Relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione Europea.

3.1.2 Materiali

[2] UNI 11104: 2016 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l’applicazione delle EN 206”;

[3] UNI EN 206: 2014 – “Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità”;

3.1.3 Costruzioni in c.a. e acciaio

Eurocodice 1 - “Azioni sulle strutture”

[4] UNI EN 1991-1-4:2010 – “Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento”;

[5] UNI EN 1991-1-5:2004 – “Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche”;

[6] UNI EN 1991-1-7:2014 – “Parte 1-7: Azioni in generale - Azioni eccezionali”;

[7] UNI EN 1991-2:2005 – “Parte 2: Carichi da traffico sui ponti”;

Eurocodice 2 - “Progettazione delle strutture in calcestruzzo”

[8] UNI EN 1992-1-1:2015 – “Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”;

[9] UNI EN 1992-2:2006 – “Parte 2: Ponti di calcestruzzo - Progettazione e dettagli costruttivi”;

Eurocodice 3 - “Progettazione delle strutture in acciaio”


[10] UNI EN 1993-1-1:2014 – “Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”;

[11] UNI EN 1993-1-3:2007 – “Parte 1-3: Regole generali - Regole supplementari per l’impiego dei profilati e delle lamiere sottili piegati a freddo”;

3.2 NORMATIVA TECNICA NAZIONALE

[12] Legge 5 Novembre 1971 n°1086 – “Norme per la disciplina delle opere in calcestruzzo cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica”;

[13] Legge 2 Febbraio 1974 n°64 - “Provvedimenti per le costruzioni, con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;

 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
IV02 - Relazione di calcolo pile	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	7

[14] D.M. 14/01/2008 – “Norme tecniche per le costruzioni”;

[15] Circolare LL.PP. n°617 02/02/2009 - “Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008”.

3.3 MANUALI ITF

[16] RFI DTC SI PS MA IFS 001 E - Manuale di progettazione delle opere Civili;

[17] RFI DTC SI SP IFS 001 C – Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili;

[18] RFI DINIC MA PO 00 001 B - Manuale di progettazione Ponti

[19] RFI DTC ICI PO SP INF 001 A - Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari del 12/10/2009

[20] RFI DINIC MA PO 00 001 C - Prescrizioni tecniche per la progettazione esecutiva ponti Vol.1 e vol.2

[21] RFI DTC INC PO SP IFS 003 A - Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari

[22] RFI DTC INC PO SP IFS 005 A - Specifica per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti negli impalcati ferroviari e cavalcavia.

3.4 BIBLIOGRAFIA E ALTRI RIFERIMENTI

[23] Lancellotta R. [1991] " Geotecnica" – Edizioni Zanichelli.

[24] Migliacci – F. Mola – “Progetto agli stati limite delle strutture in c.a.” - Masson Italia Editori 1985

[25] C. Cestelli Guidi - “Geotecnica e tecnica delle fondazioni” - Ulrico Hoepli Editore 1987

[26] R. Lancellotta – “Geotecnica” - Edizioni Zanichelli 1987

[27] Bowles J.E.: “Foundations Analysis and Design” 4th edition - McGraw-Hill – New York, 1988

[28] Bustamante M., Gianceselli L. [1982] - "Pile bearing capacity prediction by means of static penetrometer CPT" -.Pr. of the 2th European symposium on penetration testing, Amsterdam.

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV02 - Relazione di calcolo pile	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	8

4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

4.1 CALCESTRUZZO

4.1.1 Calcestruzzo per magrone sottofondi

Classe minima C12/15
 Classe di esposizione ambientale XC0

4.1.2 Calcestruzzo per pali e plinti di fondazione

Classe minima C25/30
 Classe di esposizione ambientale XC2
 Resistenza caratteristica a compressione cubica a 28 gg $R_{ck} \geq 30$ MPa
 Resistenza caratteristica a compressione cilindrica $f_{ck} = R_{ck} \cdot 0.83 = 24.90$ MPa
 Resistenza media a compressione cilindrica $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 32.90$ MPa
 Modulo elastico $E_c = 22000 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3} = 31447$ MPa
 Valore medio di resistenza a trazione semplice $f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3} = 2.56$ MPa
 Resistenza di calcolo a trazione semplice $f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 1.79$ MPa
Stato limite ultimo
 Coefficiente parziale di sicurezza $\gamma_c = 1.5$
 Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata $\alpha_{CC} = 0.85$
 Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd} = \alpha_{CC} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 14.11$ MPa
 Resistenza di calcolo a trazione semplice $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.19$ MPa
 Valore ultimo della deformazione a compressione $\epsilon_{cu} = 3.5 \%$
Stato limite di esercizio
 Tensione max di compressione – Comb. Rara $\sigma_c = 0.55 \cdot f_{ck} = 13.70$ MPa
 Tensione max di compressione – Comb. Quasi perm. $\sigma_c = 0.40 \cdot f_{ck} = 9.96$ MPa

4.1.3 Calcestruzzo per elevazione pile

Classe minima C32/40
 Classe di esposizione ambientale XC4 – XS1
 Resistenza caratteristica a compressione cubica a 28 gg $R_{ck} \geq 40$ MPa
 Resistenza caratteristica a compressione cilindrica $f_{ck} = R_{ck} \cdot 0.83 = 33.20$ MPa
 Resistenza media a compressione cilindrica $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 41.20$ MPa
 Modulo elastico $E_c = 22000 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3} = 33643$ MPa
 Valore medio di resistenza a trazione semplice $f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3} = 3.10$ MPa
 Resistenza di calcolo a trazione semplice $f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.17$ MPa
Stato limite ultimo
 Coefficiente parziale di sicurezza $\gamma_c = 1.5$
 Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata $\alpha_{CC} = 0.85$
 Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd} = \alpha_{CC} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 18.81$ MPa
 Resistenza di calcolo a trazione semplice $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.45$ MPa

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV02 - Relazione di calcolo pile	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	9

Valore ultimo della deformazione a compressione

$$\varepsilon_{cu} = 3.5 \text{ ‰}$$

Stato limite di esercizio

Tensione max di compressione – Comb. Rara

$$\sigma_c = 0.55 \cdot f_{ck} = 18.26 \text{ MPa}$$

Tensione max di compressione – Comb. Quasi perm.

$$\sigma_c = 0.40 \cdot f_{ck} = 13.28 \text{ MPa}$$

4.1.4 Calcestruzzo per baggioli

Classe minima

C32/40

Classe di esposizione ambientale

XC4 – XS1

Resistenza caratteristica a compressione cubica a 28 gg

$$R_{ck} \geq 40 \text{ MPa}$$

Resistenza caratteristica a compressione cilindrica

$$f_{ck} = R_{ck} \cdot 0.83 = 33.20 \text{ MPa}$$

Resistenza media a compressione cilindrica

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 41.20 \text{ MPa}$$

Modulo elastico

$$E_c = 22000 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3} = 33643 \text{ MPa}$$

Valore medio di resistenza a trazione semplice

$$f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3} = 3.10 \text{ MPa}$$

Resistenza di calcolo a trazione semplice

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

Stato limite ultimo

Coefficiente parziale di sicurezza

$$\gamma_c = 1.5$$

Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata

$$\alpha_{cc} = 0.85$$

Resistenza di calcolo a compressione

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 18.81 \text{ MPa}$$

Resistenza di calcolo a trazione semplice

$$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.45 \text{ MPa}$$

Valore ultimo della deformazione a compressione

$$\varepsilon_{cu} = 3.5 \text{ ‰}$$

Stato limite di esercizio

Tensione max di compressione – Comb. Rara

$$\sigma_c = 0.55 \cdot f_{ck} = 18.26 \text{ MPa}$$

Tensione max di compressione – Comb. Quasi perm.

$$\sigma_c = 0.40 \cdot f_{ck} = 13.28 \text{ MPa}$$

4.2 ACCIAIO

4.2.1 Acciaio d'armatura in barre per calcestruzzo armato

Tensione caratteristica di rottura a trazione

$$f_{tk} = \geq 540 \text{ MPa}$$

Tensione caratteristica di snervamento a trazione

$$f_{yk} = \geq 450 \text{ MPa}$$

Modulo elastico

$$E_s = 200000 \text{ MPa}$$

Stato limite ultimo

Coefficiente parziale di sicurezza

$$\gamma_s = 1.15$$

Resistenza di calcolo

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.30 \text{ MPa}$$

Valore ultimo della deformazione a trazione

$$\varepsilon_{cu} = 10 \text{ ‰}$$

Stato limite di esercizio

Tensione max di trazione

$$\sigma_s = 0.75 \cdot f_{yk} = 337.50 \text{ MPa}$$

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV02 - Relazione di calcolo pile	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	10

4.3 DURABILITÀ

4.3.1 Conglomerati cementizi

Le classi di esposizione e le conseguenti limitazioni sulla composizione del calcestruzzo sono state ricavate ai sensi della normativa UNI EN 206: 2016 e UNI 11104: 2016, delle istruzioni contenute nella C.M. n°7 per l'applicazione delle NTC 2008, a cui si rimanda per ulteriori dettagli.

A seconda dell'esposizione ambientale, per opere con $V_N = 50$ anni la circolare al punto §C4.1.6.1.3 impone il rispetto dei limiti di copriferro riportati nella tabella successiva.

Per classi di resistenza inferiori a C_{min} i valori sono da aumentare di $\Delta c_{min} = +5$ mm.

Per produzioni di elementi sottoposte a controllo di qualità che preveda anche la verifica dei copriferri, i valori della tabella possono essere ridotti di $\Delta c_{min} = -5$ mm.

A tali valori di tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa Δc_{dev} .

Nella norma UNI EN 1992-1-1 sono indicati al §4.4.1.3 i metodi per la valutazione rigorosa dei copriferri in base alla tipologia di armature e altre particolari specifiche di dettaglio previste in progetto.

Nelle tabelle seguenti si indicano i copriferri nominali c_{nom} e i parametri di mix design minimi richiesti dalle normative per ottenere le prestazioni di durabilità minime di progetto.

UNI 11104:2016		Classi di esposizione																	
		Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Composizione delle armature indotte dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotte da cloruri						Attacchi da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico		
							Acqua di mare			Cloruri provenienti da altre fonti									
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	
Massimo rapporto a/c	-	0,80	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45			
Minima classe di resistenza	C12/15	C25/30	C30/37	C32/40	C32/40	C35/45	C30/37	C32/40	C35/45	C32/40	C25/30	C30/37	C30/37	C32/40	C35/45	C30/37	C32/40	C35/45	
Minimo contenuto in cemento (kg/m³)	-	300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	360	340	360	320	340	340	360	
Contenuto minimo in aria (%)												b)	4,0 a)						
Altri requisiti						E' richiesto l'utilizzo di cementi resistenti all'acqua di mare a secondo UNI 9156						E' richiesto l'utilizzo di aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo				In caso di esposizione a terreno o acqua del terreno contenente solfiti nei limiti del prospetto 2 della all'acqua di mare adeguata resistenza al UNI EN 206:2014, è richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfiti. c)			

Tabella 1 - Prospetto requisiti di mix-design (UNI 11104)

Tabella C4.1.IV - Copriferri minimi in mm

C_{min}	C_o	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
			$\geq C_o$	$C_{min} < C < C_o$	$\geq C_o$	$C_{min} < C < C_o$	$\geq C_o$	$C_{min} < C < C_o$	$\geq C_o$	$C_{min} < C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

La classe di resistenza minima C_{min} indicata in tabella deve comunque intendersi riferita alla pertinente classe di esposizione di cui alla UNI EN 206:2016 richiamata nella Tabella 4.1.III delle NTC.

Tabella 2 - Copriferri minimi in mm ($V_N = 50$ anni)

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV02 - Relazione di calcolo pile	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	11

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Tabella 3 - Condizioni ambientali e classi di esposizione

NOME: FONDAZIONI	REQUISITI DURABILITA' CALCESTRUZZI (UNI EN 206, UNI 11104, UNI EN 1992-1-1, NTC2008)	Rev. 00.1
CLASSE DI ESPOSIZIONE Corrosione da carbonatazione XC2 Ambiente prevalentemente acquoso o saturo d'acqua, raramente secco. Cls a contatto con acqua per lungo tempo. Cls di strutture di contenimento acqua. Cls di molte fondazioni.		
- Valori raccomandati per il mix-design (UNI EN 206: 2016)		Mix design di progetto:
	XC2	XC2
Rapporto max A/C	0,60	0,6
Classe di resistenza minima	C25/30	C25/30
Contenuto minimo di cemento (kg/m³)	300	300
Contenuto minimo di aria (%)	-	-
Aggregati resistenti al gelo/disgelo (EN 12620)	-	-
Cemento resistente ai solfati	-	-
Cemento resistente all'acqua di mare	-	-
COPRIFERRO NOMINALE $c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm})$ (Formula 4.2 UNI EN 1992-1-1) $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$ (Formula 4.1 UNI EN 1992-1-1)		
- Margine di scostamento Δc_{dev} (4.4.1.3 Annesso italiano UNI EN 1992-1-1)		Δc_{dev} (mm) 10
- Copriferro minimo per messa in opera su superfici irregolari (4.4.1.3 (4) Annesso italiano UNI EN 1992-1-1)		$c_{nom,min}$ (mm)
- Copriferro minimo per aderenza (Prospetto 4.2 UNI EN 1992-1-1)		$c_{min,b}$ (mm) 26
Tipo di acciaio Ordinario		
\varnothing (mm) 26	diametro barra \varnothing (isolata) o equivalente \varnothing_n (raggruppate, vedi §8.9)	
D_{upper} (mm) 25	dimensione max aggregato	
- Copriferro minimo per durabilità (Tabella C4.1.IV NTC 2008)		$c_{min,dur}$ (mm) 30
Ambiente Ordinario		
Vita nominale 75	valori tabella +5 mm	C C25/30 Classe di resistenza utilizzata
Controllo qualità speciale cls NO	valori tabella	C_0 C35/45
Elemento a piastra NO		C_{min} C25/30
NTC 2008	Condizioni ambientali Ordinarie	Gruppo di esigenza A
		Copriferro nominale c_{nom} (mm) 40

LINEA PESCARA – BARI

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

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	12

NOME: ELEVAZIONI		REQUISITI DURABILITA' CALCESTRUZZI (UNI EN 206, UNI 11104, UNI EN 1992-1-1, NTC2008)				Rev. 00.1
CLASSE DI ESPOSIZIONE						
Corrosione da carbonatazione	XC4	Ambiente ciclicamente secco e acquoso o saturo d'acqua. Cls in esterni con superfici soggette ad alternanze di ambiente secco ed acquoso o saturo d'acqua. Cls ciclicamente esposto all'acqua in condizioni che non ricadono nella classe XC2.				
Corrosione da cloruri marini	XS1	Ambiente di aria che trasporta salsedine marina in assenza di contatto con l'acqua di mare. Cls di strutture in zone costiere.				
- Valori raccomandati per il mix-design (UNI EN 206: 2016)						Mix design di progetto:
		XC4		XS1		XC4+XS1
Rapporto max A/C		0,50		0,50		0,5
Classe di resistenza minima		C32/40		C32/40		C32/40
Contenuto minimo di cemento (kg/m³)		340		340		340
Contenuto minimo di aria (%)		-		-		-
Aggregati resistenti al gelo/disgelo (EN 12620)		-		-		-
Cemento resistente ai solfati		-		-		-
Cemento resistente all'acqua di mare		-		SI		SI
COPRIFERRO NOMINALE						
$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm})$				(Formula 4.2 UNI EN 1992-1-1)		
$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$				(Formula 4.1 UNI EN 1992-1-1)		
- Margine di scostamento Δc_{dev} (4.4.1.3 Annesso italiano UNI EN 1992-1-1)						Δc_{dev} (mm) 10
- Copriferro minimo per messa in opera su superfici irregolari (4.4.1.3 (4) Annesso italiano UNI EN 1992-1-1)						$c_{nom,min}$ (mm)
- Copriferro minimo per aderenza (Prospetto 4.2 UNI EN 1992-1-1)						$c_{min,b}$ (mm) 26
Tipo di acciaio Ordinario						
\varnothing (mm) 26		diametro barra \varnothing (isolata) o equivalente \varnothing_n (raggruppate, vedi §8.9)				
D_{upper} (mm) 25		dimensione max aggregato				
- Copriferro minimo per durabilità (Tabella C4.1.IV NTC 2008)						$c_{min,dur}$ (mm) 40
Ambiente Aggressivo						
Vita nominale 75		valori tabella +5 mm		C	C32/40	Classe di resistenza utilizzata
Controllo qualità speciale cls NO		valori tabella		C_0	C40/50	
Elemento a piastra NO				C_{min}	C30/37	
NTC 2008	Condizioni ambientali Aggressive	Gruppo di esigenza B		Copriferro nominale c_{nom} (mm)		50


LINEA PESCARA – BARI

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

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	13

NOME: BAGGIOLI E RITEGNI		REQUISITI DURABILITA' CALCESTRUZZI (UNI EN 206, UNI 11104, UNI EN 1992-1-1, NTC2008)		Rev. 00.1
CLASSE DI ESPOSIZIONE				
Corrosione da carbonatazione	XC4	Ambiente ciclicamente secco e acquoso o saturo d'acqua. Cls in esterni con superfici soggette ad alternanze di ambiente secco ed acquoso o saturo d'acqua. Cls ciclicamente esposto all'acqua in condizioni che non ricadono nella classe XC2.		
Corrosione da cloruri marini	XS1	Ambiente di aria che trasporta salsedine marina in assenza di contatto con l'acqua di mare. Cls di strutture in zone costiere.		
- Valori raccomandati per il mix-design (UNI EN 206: 2016)				Mix design di progetto:
		XC4	XS1	XC4+XS1
Rapporto max A/C		0,50	0,50	0,5
Classe di resistenza minima		C32/40	C32/40	C32/40
Contenuto minimo di cemento (kg/m³)		340	340	340
Contenuto minimo di aria (%)		-	-	-
Aggregati resistenti al gelo/disgelo (EN 12620)		-	-	-
Cemento resistente ai solfati		-	-	-
Cemento resistente all'acqua di mare		-	SI	SI
COPRIFERRO NOMINALE				
$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm})$		(Formula 4.2 UNI EN 1992-1-1)		
$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$		(Formula 4.1 UNI EN 1992-1-1)		
- Margine di scostamento Δc_{dev} (4.4.1.3 Annesso italiano UNI EN 1992-1-1)		Δc_{dev} (mm)		10
- Copriferro minimo per messa in opera su superfici irregolari (4.4.1.3 (4) Annesso italiano UNI EN 1992-1-1)		$c_{nom,min}$ (mm)		
- Copriferro minimo per aderenza (Prospetto 4.2 UNI EN 1992-1-1)		$c_{min,b}$ (mm)		26
Tipo di acciaio	Ordinario			
\varnothing (mm)	26	diametro barra \varnothing (isolata) o equivalente \varnothing_n (raggruppate, vedi §8.9)		
D_{upper} (mm)	25	dimensione max aggregato		
- Copriferro minimo per durabilità (Tabella C4.1.IV NTC 2008)		$c_{min,dur}$ (mm)		30
Ambiente Aggressivo				
Vita nominale	75	valori tabella +5 mm	C	C32/40 Classe di resistenza utilizzata
Controllo qualità speciale cls	SI	valori tabella -5 mm	C_0	C40/50
Elemento a piastra	SI		C_{min}	C30/37
NTC 2008	Condizioni ambientali Aggressive	Gruppo di esigenza B	Copriferro nominale c_{nom} (mm)	40

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV02 - Relazione di calcolo pile	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	14

5. APPROCCIO DI CALCOLO

5.1 CARATTERISTICHE DELLE OPERE

Le opere oggetto della presente relazione sono state progettate e calcolate secondo i metodi della scienza delle costruzioni, adottando per le verifiche il criterio degli stati limite (S.L.).

I criteri generali di sicurezza, le azioni di calcolo e le caratteristiche dei materiali sono stati assunti in conformità con il D.M. 14.01.2008 – “Norme tecniche per le costruzioni” e relativa circolare esplicativa (Circolare 02.02.2009 n. 617/C.S.LL.PP.).

Con riferimento alle NTC, per le opere in oggetto si considerano i seguenti parametri di calcolo:

Vita nominale	$V_N = 75$ anni (§ 2.4.1 “Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari”)
Classe d’uso	III (§ 2.4.2, “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.”)
Coefficiente d’uso	$C_U = 1.5$
Periodo di riferimento	$V_R = V_N \cdot C_U = 112.5$ anni

5.2 CRITERI GENERALI DI VERIFICA

In accordo con quanto definito nel §2.3 delle NTC 2008, devono essere svolte le verifiche di sicurezza e delle prestazioni attese per Stati Limite Ultimi (SLU) e Stati Limite d’Esercizio (SLE) secondo opportune combinazioni di carico delle azioni.

5.2.1 Combinazioni di carico

Come riportato al §2.5.3 delle NTC 2008, si considerano le seguenti combinazioni delle azioni:

$Y_{G1} \cdot G_1 + Y_{G2} \cdot G_2 + Y_P \cdot P + Y_{Q1} \cdot Q_{k1} + Y_{Q2} \cdot \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + Y_{Q3} \cdot \sum_{j=3}^n \Psi_{0j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione fondamentale SLU
$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \sum_{j=3}^n \Psi_{0j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione caratteristica rara SLE
$G_1 + G_2 + P + \Psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_{j=2}^n \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione frequente SLE
$G_1 + G_2 + P + \sum_{j=1}^n \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione quasi permanente SLE
$E + G_1 + G_2 + P + \sum_{j=1}^n \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione sismica SLE e SLU
$G_1 + G_2 + P + A_d + \sum_{j=1}^n \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione eccezionale SLU

G_1	masse dei pesi propri strutturali
G_2	masse dei carichi permanenti non strutturali
P	precompressione e pretensione
Q_{ki}	masse dei carichi accidentali
E	azione sismica
A_d	azione eccezionale

	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA													
	IV02 - Relazione di calcolo pile				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	15

Ψ_0, Ψ_1, Ψ_2 coefficienti di contemporaneità delle azioni (Tab.. 2.5.I oppure Tab.. 5.1.VI per i ponti stradali e Tab.. 5.2.VII per i ponti ferroviari)

5.2.2 Stati limite ultimi

Per ogni Stato Limite Ultimo (SLU) deve essere rispettata la condizione:

$$R_d \geq E_d \quad (\text{Eq. 2.2.1})$$

$E_d = E(F_d ; X_d ; a_d)$ valore di progetto della domanda, funzione dei valori di progetto delle azioni (F_d)

e dei valori nominali delle grandezze geometriche della struttura interessate (a_d)
 $R_d = R(F_d ; X_d ; a_d)$ capacità di progetto in termini di resistenza, duttilità e/o spostamento della struttura, funzione delle caratteristiche meccaniche dei materiali che la compongono (X_d) e dei valori nominali delle grandezze geometriche interessate (a_d)

$F_d = \gamma_F \cdot F_k$ azioni di progetto

$X_d = X_k / \gamma_M$ proprietà del materiale di progetto

a_d parametri geometrici di progetto

γ_M coefficiente parziale di sicurezza del materiale

Nelle verifiche agli stati limite ultimi si distinguono:

- stato limite di equilibrio come corpo rigido: **EQU**
- stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione: **STR**
- stato limite di resistenza del terreno: **GEO**

5.2.3 Strutture non geotecniche

Fatte salve le prescrizioni specifiche e con riferimento alle tabelle seguenti, per la progettazione di componenti strutturali che non coinvolgano azioni di tipo geotecnico, i valori dei coefficienti parziali γ_F da assumersi per la determinazione degli effetti delle azioni per le verifiche di equilibrio (SLU EQU) sono quelle della colonna EQU mentre per le verifiche strutturali (SLU STR) sono quelle della colonna A1.

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										
IV02 - Relazione di calcolo pile				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	16

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E - Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I - Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K - Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0


Tabella 4 - Coefficienti di contemporaneità delle azioni (NTC 2018) - Opere civili generiche

Tab. 5.1.IV – Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico

Gruppo di azioni	Carichi sulla superficie carrabile					Carichi su marciapiedi e piste ciclabili non sormontabili
	Carichi verticali			Carichi orizzontali		Carichi verticali
	Modello principale (schemi di carico 1, 2, 3, 4 e 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura	Forza centrifuga	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione 2,5KN/m ²
2a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0KN/m ²
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0KN/m ²			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0KN/m ²
5 (***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				

(*) Ponti pedonali
(**) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)
(***) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali

Tabella 5 – Schema dei gruppi di combinazioni per azioni di traffico (NTC 2018) – Ponti stradali

MANDATARIA 	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV02 - Relazione di calcolo pile	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 02 05			PROGR 001

Tab. 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti g_1 e g_3	favorevoli	γ_{G1} e γ_{G3}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾ g_2	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 2}, \gamma_{\epsilon 3}, \gamma_{\epsilon 4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

⁽²⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio carichi permanenti portati), sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

Tabella 6 - Coefficienti parziali per le azioni nelle verifiche SLU (NTC 2018) – Ponti stradali

Tab. 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combinazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV)	Schema 1 (carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	--	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento	a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	in esecuzione	0,8	0,0	0,0
	a ponte carico SLU e SLE	0,6	0,0	0,0
Neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	SLU e SLE	0,6	0,6	0,5

Tabella 7 - Coefficienti di contemporaneità delle azioni (NTC 2018) – Ponti stradali

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV02 - Relazione di calcolo pile	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	18

5.2.4 Strutture geotecniche

Per la progettazione di elementi strutturali che coinvolgono azioni di tipo geotecnico (plinti, platee, pali, muri di sostegno, ...) le verifiche strutturali (SLU STR) e geotecniche (SLU GEO) si eseguono adottando due possibili approcci progettuali, fra loro alternativi.

Approccio 1

Le verifiche si conducono con due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali per le azioni (γ_F), la resistenza dei materiali (γ_M) e eventualmente la resistenza globale del sistema (γ_R).

In tale approccio nelle rispettive tabelle di combinazione si impiegano i coefficienti della colonna A1 per una *Combinazione 1* e i coefficienti della colonna A2 per una *Combinazione 2*.

In tutti i casi, sia nei confronti del dimensionamento strutturale che per quello geotecnico si deve utilizzare la combinazione più gravosa fra le due precedenti.

Approccio 2

Le verifiche si conducono con un'unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali per le Azioni (γ_F), per la resistenza dei materiali (γ_M) e eventualmente per la resistenza globale (γ_R).

In tale approccio nelle rispettive tabelle di combinazione si impiegano i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1.

Per ogni stato limite per perdita di equilibrio (SLU EQU), come definito al §2.6.1, impiegando come fattori parziali per le azioni i valori γ_F riportati nella colonna EQU della tabella 6.2.1, deve essere rispettata la condizione:

$$E_{inst,d} \leq E_{stb,d}$$

$E_{inst,d}$ valore di progetto dell'azione instabilizzante

$E_{stb,d}$ valore di progetto dell'azione stabilizzante

Per ogni stato limite ultimo che preveda il raggiungimento della resistenza di un elemento strutturale (SLU STR) o del terreno (SLU GEO), come definiti al §2.6.1, impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3), deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

$$E_d = E(\gamma_F * F_k ; X_k / \gamma_M ; a_d)$$

$$E_d = \gamma_E * E(F_k ; X_k / \gamma_M ; a_d)$$

$$R_d = 1 / \gamma_R * R(\gamma_F * F_k ; X_k / \gamma_M ; a_d)$$

$$F_d = \gamma_F * F_k$$

$$X_d = X_k / \gamma_M$$

$$a_d$$

$$\gamma_E$$

$$\gamma_M$$

$$\gamma_R$$

valore di progetto dell'azione

valore di progetto dell'effetto dell'azione

valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico

azioni di progetto


parametri geotecnici di progetto

parametri geometrici di progetto

coefficiente parziale di sicurezza sugli effetti delle azioni

coefficiente parziale di sicurezza del materiale

coefficiente parziale di sicurezza globale sulle resistenze

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV02 - Relazione di calcolo pile	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	19

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(4)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽⁴⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{Gi}

Tabella 8 - Coefficienti parziali per le azioni nelle verifiche SLU (NTC 2008) – Strutture geotecniche

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

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

Tabella 9 - Coefficienti parziali per le resistenze nelle verifiche SLU (NTC 2008) – Strutture geotecniche

5.2.5 Stati limite di esercizio

Come riportato al §6.2.4.3 e §5.1.4.2 del [14], la verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio si esprime controllando aspetti di funzionalità e stato tensionale. Si dovrà verificare che sia:

$$C_d \geq E_d \quad (\text{Eq. 2.2.2})$$


$E_d = E(F_d ; X_d ; a_d)$ valore di progetto dell'effetto delle azioni
 $C_d = C(F_d ; X_d ; a_d)$ valore limite di progetto associato a ciascun aspetto di funzionalità esaminato

All'interno del progetto devono essere quindi definite le prescrizioni relative agli spostamenti compatibili per l'opera e le prestazioni attese.

Il prescritto valore limite dell'effetto delle azioni deve essere stabilito in funzione del comportamento della struttura in elevazione e di tutte le costruzioni che interagiscono con le opere geotecniche in progetto, tenendo conto della durata dei carichi applicati.

5.2.6 Stati limite ultimi e di esercizio sismici

Con riferimento al §3.2.1 delle NTC 2008, nei confronti delle azioni sismiche, sia gli Stati limite di esercizio (SLE) che gli Stati limite ultimi (SLU) sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV02 - Relazione di calcolo pile	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	20

Gli Stati limite di esercizio (SLE) comprendono:

- *Stato Limite di Operatività (SLO)*: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti in relazione alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- *Stato Limite di Danno (SLD)*: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali e orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli Stati limite ultimi (SLU) comprendono:

- *Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)*: a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- *Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)*: a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Con riferimento al §3.2.1 delle NTC 2008, per tutti gli elementi strutturali primari e secondari, gli elementi non strutturali e gli impianti si deve verificare che il valore di ciascuna domanda di progetto, definito dalla tabella 7.3.III per ciascuno degli stati limite richiesti, sia inferiore al corrispondente valore della capacità di progetto. Le verifiche degli *elementi strutturali primari (ST)* si eseguono, come sintetizzato nella tabella 7.3.III, in dipendenza della Classe d'Uso (CU):

- nel caso di comportamento strutturale non dissipativo, in termini di *rigidità (RIG)* e di *resistenza (RES)*, senza applicare le regole specifiche dei dettagli costruttivi e della progettazione in capacità;
- nel caso di comportamento strutturale dissipativo, in termini di *rigidità (RIG)*, di *resistenza (RES)* e di *duttilità (DUT)* (quando richiesto), applicando le regole specifiche dei dettagli costruttivi e della progettazione in capacità.

Le verifiche degli elementi strutturali secondari si effettuano solo in termini di duttilità, mentre le verifiche degli *elementi non strutturali (NS)* e degli *impianti (IM)* si effettuano in termini di *funzionamento (FUN)* e *stabilità (STA)*, come sintetizzato nella tabella 7.3.III, in dipendenza della Classe d'Uso (CU).

Per le verifiche dettagliate di ogni parte strutturale si rimanda al capitolo §7 delle NTC 2018.

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										
		IV02 - Relazione di calcolo pile		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR
		LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	21

Tab. 7.3.III – Stati limite di elementi strutturali primari, elementi non strutturali e impianti

STATI LIMITE		CU I	CU II			CU III e IV		
		ST	ST	NS	IM	ST	NS	IM ^(*)
SLE	SLO					RIG		FUN
	SLD	RIG	RIG			RES		
SLU	SLV	RES	RES	STA	STA	RES	STA	STA
	SLC		DUT ^(**)			DUT ^(**)		

^(*) Per le sole CU III e IV, nella categoria Impianti ricadono anche gli arredi fissi.

^(**) Nei casi esplicitamente indicati dalle presenti norme.

Tabella 10 – Schema delle verifiche da attuare per gli elementi strutturali primari in base alla tipologia, allo stato

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI HY pro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV02 - Relazione di calcolo pile	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	22

5.3 SOFTWARE DI CALCOLO

Sono stati utilizzati i programmi di calcolo elencati nel seguito. La scrivente ha esaminato preliminarmente la documentazione a corredo dei software per valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. Tale documentazione, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati. Il sottoscritto, inoltre, ha verificato l'affidabilità dei codici di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

5.3.1 Analisi strutturale generica

Titolo:



Caratteristiche: Programma di calcolo strutturale agli elementi finiti che esegue il calcolo di strutture spaziali composte da elementi mono e/o bidimensionali anche con non linearità di materiale o con effetti dinamici

Autore: G + D Computing Pty Limited - Sidney NSW 2000 Australia

Distribuzione: HSH srl - Padova Italia

Versione: 2.4.6

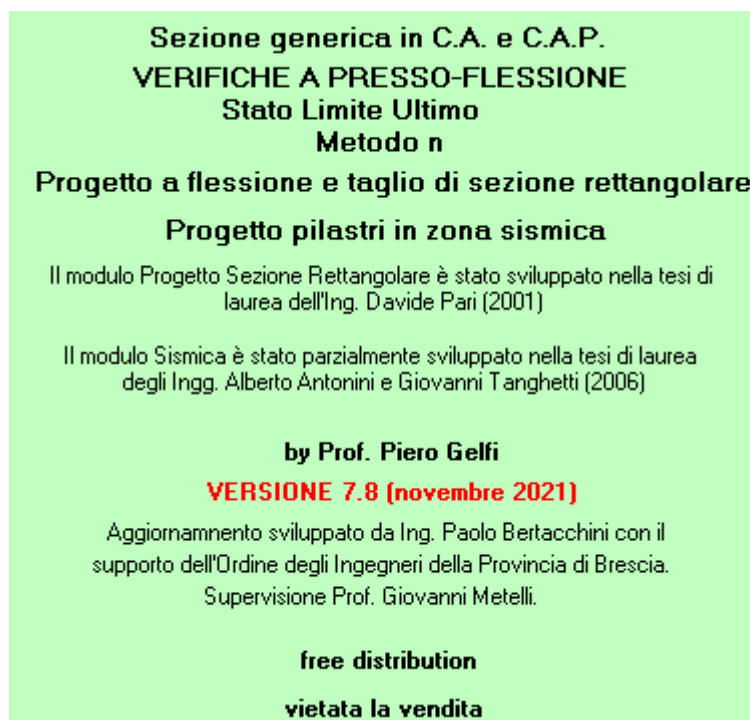
MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV02 - Relazione di calcolo pile	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 02 05			PROGR 001

5.3.2 Verifiche sezioni strutturali

Titolo:



Caratteristiche: Programma per la verifica di sezioni generiche
 Autore: Aztec Informatica – Casole Bruzio, Cosenza
 Distribuzione: Aztec Informatica S.r.l.
 Versione: 10.05a
 Titolo:



Caratteristiche: Programma per la verifica di sezioni generiche
 Autore: Prof. Piero Gelfi
 Distribuzione: Distribuzione libera
 Versione: 7.8

 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
IV02 - Relazione di calcolo pile	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	24

5.4 VALIDAZIONE PROGRAMMI DI CALCOLO

5.4.1 Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Ai sensi del §10.2 delle NTC 2008 si dichiara quanto segue.

5.4.2 Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di più codici di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni. Per quanto riguarda i criteri di modellazione e le caratteristiche dei programmi utilizzati si rimanda ai relativi paragrafi.

5.4.3 Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo dei software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dai produttori dei software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. L'affidabilità e la robustezza dei codici di calcolo sono garantite attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

5.4.4 Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

5.4.5 Informazioni generali sull'elaborazione

I software prevedono 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.

5.4.6 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. 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.

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											
		IV02 - Relazione di calcolo pile			COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR
			LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	25

6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

6.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Dalle indagini sismiche è possibile determinare la categoria di sottosuolo di riferimento per la definizione dell'azione sismica; per l'opera in esame si assume una categoria di sottosuolo C.

6.2 STRATIGRAFIA DI PROGETTO

Si riporta del seguito uno stralcio della relazione geotecnica di progetto, per le restanti considerazioni sui terreni di fondazione, vedi relazione di calcolo geotecnico delle palificate.

Il livello della falda in corrispondenza dell'opera è piuttosto variabile da + 13.6 m s.l.m. (piezometro S22v), +16.8 m s.l.m (S4Gall), a +5.2 m s.l.m. (piezometro S22v-bis).

Nelle seguenti tabelle si sintetizza la stratigrafia ed i parametri geotecnici di progetto.

Tabella 17 – Stratigrafia e parametri di calcolo IV02

Unità geotecnica	Profondità [m]	γ [kN/m ³]	φ' [°]	c' [kPa]	c_u [kPa]	E_o [MPa]
ba3	Da 0.0 a 9.0	19.5	25	5	75+150	80+160
SSR	Da 9.0 a 30.0	19.5	35+37	0	-	200+800

Dove:

γ = peso di volume naturale

φ' = angolo di resistenza al taglio

c' = coesione drenata

c_u = resistenza al taglio in condizioni non drenate

E_o = modulo di deformazione elastico iniziale (a piccole deformazioni)

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		IV02 - Relazione di calcolo pile		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR
		LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	26

7. ANALISI DEI CARICHI

7.1 AZIONI PERMANENTI STRUTTURALI (G_1)

Nome	γ_G (Fav / Sfav)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
PP (ponti stradali)	1.00 / 1.35	-	-	-

Per gli elementi in c.a. della spalla si considera un peso specifico $\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$, per gli elementi in acciaio $\gamma_s = 78.5 \text{ kN/m}^3$.

Per le azioni di impalcato, vedi paragrafo di riepilogo degli scarichi agli appoggi impalcato.

7.2 AZIONI PERMANENTI NON STRUTTURALI (G_2)

Nome	γ_G (Fav / Sfav)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
PERM (ponti stradali)	1.00 / 1.50	-	-	-

Per queste azioni, vedi paragrafo di riepilogo degli scarichi agli appoggi impalcato.

7.3 DISTORSIONI E DEFORMAZIONI IMPRESSE (P) (E)

7.3.1 Distorsioni e presollecitazioni (ϵ_1)

7.3.2 Ritiro del calcestruzzo (ϵ_2)

7.3.3 Viscosità (ϵ_3)

7.3.4 Cedimenti vincolari (ϵ_4)

Nome	Tipo	γ_{ϵ_2} (Fav / Sfav)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
RITIRO (ponti stradali)	Ritiro, viscosità, cedimenti imposti	EQU 0.00 / 1.20 (A1) 0.00 / 1.20 (A2) 0.00 / 1.00	-	-	-

Per le azioni di impalcato, vedi paragrafo di riepilogo degli scarichi agli appoggi impalcato.

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV02 - Relazione di calcolo pile	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	27

7.4 AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO VEICOLARE (Q)

Nome	Tipo	γ_Q (Fav / Sfav)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
TRAFFICO LM1 TS (ponti stradali)	Variabile da traffico	EQU 0.00 / 1.35 (A1) 0.00 / 1.35 (A2) 1.00 / 1.15	0.75	0.75	0.00
TRAFFICO LM1 UDL (ponti stradali)	Variabile da traffico	EQU 0.00 / 1.35 (A1) 0.00 / 1.35 (A2) 1.00 / 1.15	0.40	0.40	0.00

7.4.1 Carichi verticali (q_1)

7.4.1.1 Modelli da carico ordinari LM1, LM2, LM4

Nel caso in esame, si fa riferimento ai carichi da “ponte stradale con il loro intero valore” (§5.3.3.4), secondo il §5 delle NTC 2018.

Per le azioni di impalcato, vedi paragrafo di riepilogo degli scarichi agli appoggi impalcato.

7.4.2 Azioni longitudinale di frenamento o accelerazione (q_3)

7.4.3 Azione centrifuga (q_4)


Nome	Tipo	γ_Q (Fav / Sfav)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
FRENATURA (ponti stradali)	Variabile	EQU 0.00 / 1.35	-	-	-
CENTRIFUGA (ponti stradali)	da traffico	(A1) 0.00 / 1.35 (A2) 1.00 / 1.15			

Per queste azioni, vedi paragrafo di riepilogo degli scarichi agli appoggi impalcato.

7.5 AZIONI VARIABILI DA VENTO (Q)

Nome	Tipo	γ_Q (Fav / Sfav)		ψ_0	ψ_1	ψ_2
VENTO (ponti stradali)	Variabile	EQU 0.00 / 1.50	a ponte scarico	0.60	0.20	0.00
		(A1) 0.00 / 1.50	a ponte carico	0.60	0.00	0.00
		(A2) 0.00 / 1.30	in esecuzione	0.80	0.00	0.00

Per queste azioni, vedi paragrafo di riepilogo degli scarichi agli appoggi impalcato.

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV02 - Relazione di calcolo pile	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	28

7.6 AZIONE SISMICA (E)

Nome	Tipo	γ_E	ψ_0	ψ_1	ψ_2
		(Fav / Sfav)			
SISMA	Sismiche	EQU 0.00 / 1.00	-	-	-
		(A1) 0.00 / 1.00			
		(A2) 0.00 / 1.00			

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione, che costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La pericolosità sismica del sito è definita in termini di:

a_g	accelerazione orizzontale massima del terreno
F_0	valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
T_C^*	periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

L’accelerazione orizzontale massima attesa a_g è riferita in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale di categoria A, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R per ogni stato limite considerato.

I valori dei parametri a_g , F_0 e T_C^* relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell’intervallo di riferimento sono forniti nelle tabelle riportate nell’ALLEGATO B delle NTC.

7.6.1 Stati limite di progetto sismici

L’opera in questione rientra in particolare nell’ambito del Progetto di Raddoppio della tratta Ferroviaria “Linea Pescara - Bari - Raddoppio Termoli - Lesina”, che si sviluppa per circa 25Km, attraversando il territorio di diverse località, tra cui Termoli (CB), Campomarino (CB), Campomarino – Santa Monica (CB), Marina di Chieuti / Chieuti (FG), Serracapriola- Loc.SS16 (FG).

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	29

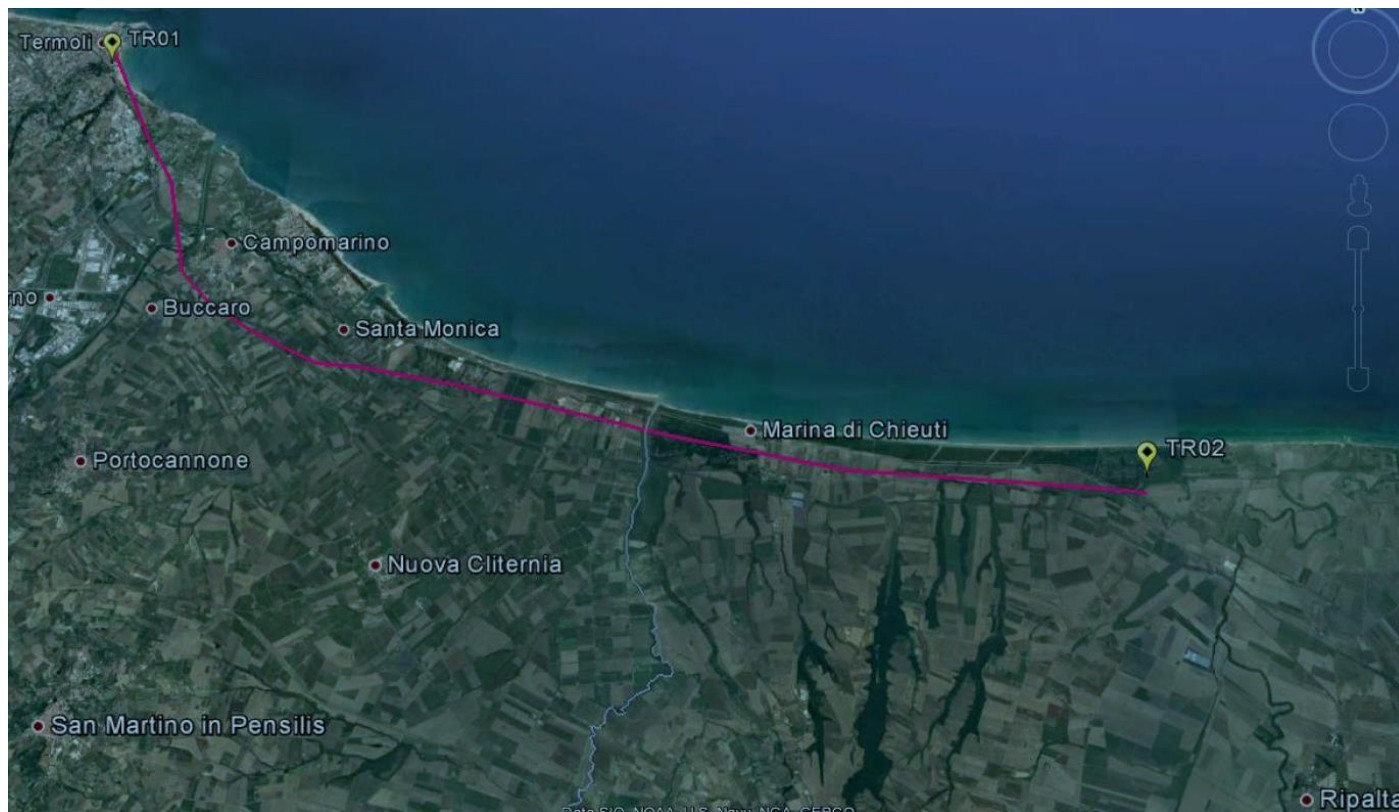


Figura 4- Configurazione planimetrica tracciato

In considerazione della variabilità dei parametri di pericolosità sismica con la localizzazione geografica del sito, ed allo scopo di individuare dei tratti omogenei nell’ambito dei quali assumere costanti detti parametri, si è provveduto a suddividere il tracciato in quattro sottozone simiche, a seguito di un esame generale del livello pericolosità sismica dell’area che evidenzia un graduale incremento dell’intensità sismica da nord verso sud; nella fattispecie le zone sismiche “omogenee” individuate, sono quelle di seguito elencate:

Progr. Inizio	Progr. Fine	Località di Riferimento Azioni Sismiche	Zona sismica Locale
0	5.250,00	Campomarino(CB)	S1
5.250,00	10.000,00	Campomarino - Santa Monica (CB)	S2
10.000,00	18.650,00	Marina di Chieuti /Chieuti (FG)	S3
18.650,00	24.200,00	Serracapriola- Loc.SS16 (FG)	S4

Tabella 11 - Tabella di riepilogo località di riferimento per la valutazione delle azioni sismiche per il progetto delle opere

Il viadotto stradale oggetto della presente relazione è posto in prossimità della progressiva di tracciato 7+400 e ricade pertanto nella zona sismica S2 nell’ambito sismico individuato come “Campomarino – Santamonica (CB)”.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA											
		IV02 - Relazione di calcolo pile			COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 02 05			PROGR 001

ZONA SISMICA
LATITUDINE
LONGITUDINE
COMUNE
PROVINCIA

S2
41.94
15.07
Campomarino – Santamonica
CAMPOBASSO

La vita nominale V_N delle infrastrutture ferroviarie può, di norma, assumersi come indicato nella seguente tabella:

TIPO DI COSTRUZIONE ⁽¹⁾	Vita Nominale V_N [Anni] ⁽¹⁾
OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE PROGETTATE CON LE NORME VIGENTI PRIMA DEL DM 14.01.2008 A VELOCITÀ CONVENZIONALE ($V < 250$ Km/h)	50
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ $V < 250$ Km/h	75
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ $V \geq 250$ km/h	100
OPERE DI GRANDI DIMENSIONI: PONTI E VIADOTTI CON CAMPATE DI LUCE MAGGIORE DI 150 m	≥ 100 ⁽²⁾
(1) – La stessa V_N si applica anche ad apparecchi di appoggio, coprigiunti e impermeabilizzazione delle stesse opere.	
(2) - Da definirsi per il singolo progetto a cura di FERROVIE.	

Per le opere definitive e tenendo conto delle indicazioni precedenti, si ha il periodo di riferimento della struttura $V_R = 112.5$ anni, si possono pertanto individuare i seguenti stati limite:

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	68	0.066	2.494	0.324
SLD	113	0.082	2.548	0.332
SLV	1068	0.195	2.532	0.375
SLC	2193	0.253	2.507	0.382

Tabella 12 - Parametri sismici per i vari stati limite di progetto

Con riferimento al §7 delle NTC 2008, le costruzioni caratterizzate nei confronti dello SLV, da $a_g S \leq 0.075g$, possono essere progettate e verificate con la sola verifica nei confronti dello SLV.

Con riferimento alle caratteristiche dell'opera, si sono analizzati i seguenti stati limite di progetto:

- *Stato limite di danno (SLD)*: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e

	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV02 - Relazione di calcolo pile	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	31

di rigidezza nei confronti delle azioni verticali e orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature

Probabilità di superamento

$$P_{VR} = 63\%$$

Tempo di ritorno

$$T_R = -V_R / \ln(1-P_{VR}) = -112.5 / \ln(1-0.63) = 113 \text{ anni}$$

- *Stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV):* a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali

Probabilità di superamento

$$P_{VR} = 10\%$$

Tempo di ritorno

$$T_R = -V_R / \ln(1-P_{VR}) = -112.5 / \ln(1-0.10) = 1068 \text{ anni}$$

7.6.2 Spettri di risposta

Per il sito in esame, in base alle caratteristiche geotecniche di riferimento e dalla morfologia del terreno descritti nei capitoli precedenti, il sottosuolo può essere classificato come:

Categoria sottosuolo

“C”

Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s

Categoria topografica

“T1”

Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Lo spettro di risposta elastico orizzontale $S_e(T)$ del sisma è definito dalle espressioni seguenti:

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

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

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

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T_D \cdot T_C}{T^2} \right]$$

T periodo di vibrazione orizzontale [s]

$S_e(T)$ accelerazione spettrale orizzontale [m/s^2]

$S = S_S \cdot S_T$ coefficiente della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche

S_S coefficiente di amplificazione stratigrafica (vedi tabella seguente)

S_T coefficiente di amplificazione topografica (vedi tabella seguente)

$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55$ fattore che altera lo spettro elastico per smorzamento viscosi diversi dal 5%

ξ coefficiente di smorzamento viscoso [%]

F_0 fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV02 - Relazione di calcolo pile	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	32

$$T_C = C_c \cdot T_c^*$$

C_c

$$T_B = T_C/3$$

$$T_D = 4 \cdot a_g/g + 1,6$$

periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro

coefficiente definito nella tabella seguente

periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante

periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1.00	1.00
B	$1.0 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.20$	$1.10 \cdot (T_c^*)^{-0.20}$
C	$1.0 \leq 1.70 - 0.6 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.50$	$1.05 \cdot (T_c^*)^{-0.33}$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.80$	$1.25 \cdot (T_c^*)^{-0.50}$
E	$1.0 \leq 2.00 - 1.10 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.60$	$1.15 \cdot (T_c^*)^{-0.40}$

Tabella 13 - Coefficienti di amplificazione stratigrafica orizzontale

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1.0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.4

Tabella 14 - Coefficienti di amplificazione topografica

Lo spettro di risposta elastico verticale $S_{ve}(T)$ del sisma è definito dalle espressioni seguenti:

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right]$$

$$T_D \leq T \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T_D \cdot T_C}{T^2} \right]$$

T periodo di vibrazione verticale [s]

$S_{ve}(T)$ accelerazione spettrale verticale [m/s^2]

$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot (a_g/g)^{0.5}$ fattore che quantifica l'accelerazione spettrale massima

I parametri S_s , T_B , T_C e T_D per la definizione dello spettro verticale sono indipendenti dalla categoria di suolo e assumono i valori riportati nella tabella seguente.

Categoria sottosuolo	S_s	T_B	T_C	T_D
A, B, C, D, E	1.0	0.05 s	0.15 s	1.0 s

Tabella 15 - Coefficienti di amplificazione stratigrafica verticale

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
IV02 - Relazione di calcolo pile		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	33

Le capacità dissipative della struttura possono essere considerate nella fase di analisi attraverso una riduzione delle forze elastiche, che tiene conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovreresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni. In tal caso, lo spettro di progetto $S_d(T)$ da utilizzare è lo spettro elastico ridotto sostituendo nelle formule corrispondenti η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. Si assume comunque $S_d(T) \geq 0,2a_g$.

Il valore del fattore di struttura q da utilizzare per ciascuna direzione della azione sismica dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e prende in conto le non linearità di materiale. Esso può essere calcolato tramite la seguente espressione:

$$q = q_0 * K_R$$

q_0 valore massimo del fattore di struttura che dipende dal livello di duttilità attesa, dalla tipologia strutturale e dal rapporto α_w/α_1 tra il valore dell'azione sismica per il quale si verifica la formazione di un numero di cerniere plastiche tali da rendere la struttura labile e quello per il quale il primo elemento strutturale raggiunge la plasticizzazione a flessione

K_R fattore riduttivo che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione

Il valore di q utilizzato per la componente verticale dell'azione sismica allo SLV, a meno di adeguate analisi giustificative, è $q = 1.50$ per qualunque tipologia strutturale e di materiale, tranne che per i ponti per i quali è $q = 1.00$.

7.6.2.1 Pile e spalle da ponte

Le capacità dissipative delle singole sottostrutture sono variabili a seconda di che si tratti delle pile o delle spalle.

Nel caso di comportamento strutturale non dissipativo, la capacità delle membrane e dei collegamenti deve essere valutata in accordo con le regole di cui al Capitolo 4, senza nessun requisito aggiuntivo, a condizione che: per le strutture di calcestruzzo armato, nessuna sezione superi la curvatura convenzionale di prima plasticizzazione, come definita al § 7.4.4.1.2; per le strutture di calcestruzzo armato precompresso e per le strutture in carpenteria metallica, nessun materiale superi la deformazione di snervamento di progetto.

Nel caso di comportamento strutturale dissipativo, la struttura del ponte deve essere concepita e dimensionata in modo tale che, sotto l'azione sismica relativa allo SLV, essa dia luogo alla formazione di un meccanismo dissipativo stabile nel quale la dissipazione sia limitata alle pile.

Ai soli fini del progetto dei pali di fondazione, con riferimento al §7.2.5, è possibile considerare una limitata capacità dissipativa, dividendo per 1.50 le sollecitazioni sismiche sui pali derivanti dall'analisi strutturale con comportamento non dissipativo. In questo caso, per una lunghezza pari a 10 diametri dalla sommità del palo, devono applicarsi i dettagli costruttivi di cui al §7.9.6.1 relativi alla CD"B".

Gli elementi ai quali non è mai richiesta capacità dissipativa devono mantenere un comportamento sostanzialmente elastico; essi sono: gli elementi progettati per avere un comportamento non dissipativo, le

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA											
		IV02 - Relazione di calcolo pile			COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR
			LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	34

porzioni esterne alle zone dissipative delle pile, l'impalcato, gli apparecchi di appoggio, le strutture di fondazione, le spalle, le pile che non scambiano azioni orizzontali con l'impalcato.

Per le due componenti orizzontali dell'azione sismica, nel caso di comportamento strutturale non dissipativo $q_0 = 1.00$, mentre per comportamento strutturale dissipativo i valori di q_0 sono quelli di Tab. 7.3.II con le seguenti:

$$\lambda(\alpha) = 1.00 \quad \alpha \geq 3.00$$

$$(\alpha/3)^{0.5} \quad 3.00 > \alpha \geq 1.00$$

$$\alpha = L/H$$

L distanza della sezione di cerniera plastica dalla sezione di momento nullo

H dimensione della sezione nel piano di inflessione della cerniera plastica

Per gli elementi duttili di calcestruzzo armato si ha che per la scelta dei valori di q_0 si ha:

$$v_k < 0.30$$

$q_0 =$ valori di Tab. 7.3.II

$$0.30 < v_k < 0.60$$

$$q_0(v_k) = q_0(v_k=0.3) - (v_k / 0.3 - 1) * (q_0(v_k=0.3) - 1)$$

$$v_k = N_{Ed} / (A_c * f_{ck}) < 0.30$$

sollecitazione di compressione normalizzata

N_{Ed}

sforzo di progetto

$A_c * f_{ck}$

resistenza a compressione semplice della sezione

In accordo al §7.9.2 delle NTC 2008, per le verifiche strutturali delle pile si considera classe di duttilità CD“B” e coefficiente di struttura $q_0 = 1.50$.

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	35

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.195 g
F_{q_0}	2.532
T_C	0.375 s
S_S	1.404
C_C	1.451
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.404
η	1.000
T_B	0.181 s
T_C	0.544 s
T_D	2.380 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

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

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

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

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.274
T_B	0.181	0.693
T_C	0.544	0.693
	0.632	0.597
	0.719	0.524
	0.806	0.468
	0.894	0.422
	0.981	0.384
	1.069	0.353
	1.156	0.326
	1.243	0.303
	1.331	0.283
	1.418	0.266
	1.506	0.250
	1.593	0.237
	1.680	0.224
	1.768	0.213
	1.855	0.203
	1.943	0.194
	2.030	0.186
	2.117	0.178
	2.205	0.171
	2.292	0.164
T_D	2.380	0.158
	2.457	0.149
	2.534	0.140
	2.611	0.132
	2.688	0.124
	2.765	0.117
	2.843	0.111
	2.920	0.105
	2.997	0.100
	3.074	0.095
	3.151	0.090
	3.228	0.086
	3.306	0.082
	3.383	0.078
	3.460	0.075
	3.537	0.072
	3.614	0.069
	3.691	0.066
	3.769	0.063
	3.846	0.061
	3.923	0.058
	4.000	0.056

Tabella 16 - Parametri dello spettro di risposta orizzontale allo SLV

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	36

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{zv}	0.116 g
S_s	1.000
S_T	1.000
q	1.000
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.509
S	1.000
η	1.000

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{m} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.116
$T_B \leftarrow$	0.050	0.294
$T_C \leftarrow$	0.150	0.294
	0.235	0.188
	0.320	0.138
	0.405	0.109
	0.490	0.090
	0.575	0.077
	0.660	0.067
	0.745	0.059
	0.830	0.053
	0.915	0.048
$T_D \leftarrow$	1.000	0.044
	1.094	0.037
	1.188	0.031
	1.281	0.027
	1.375	0.023
	1.469	0.020
	1.563	0.018
	1.656	0.016
	1.750	0.014
	1.844	0.013
	1.938	0.012
	2.031	0.011
	2.125	0.010
	2.219	0.009
	2.313	0.008
	2.406	0.008
	2.500	0.007
	2.594	0.007
	2.688	0.006
	2.781	0.006
	2.875	0.005
	2.969	0.005
	3.063	0.005
	3.156	0.004
	3.250	0.004
	3.344	0.004
	3.438	0.004
	3.531	0.004
	3.625	0.003
	3.719	0.003
	3.813	0.003
	3.906	0.003
	4.000	0.003

Tabella 17 - Parametri dello spettro di risposta verticale allo SLV

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	37

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limiti SLV

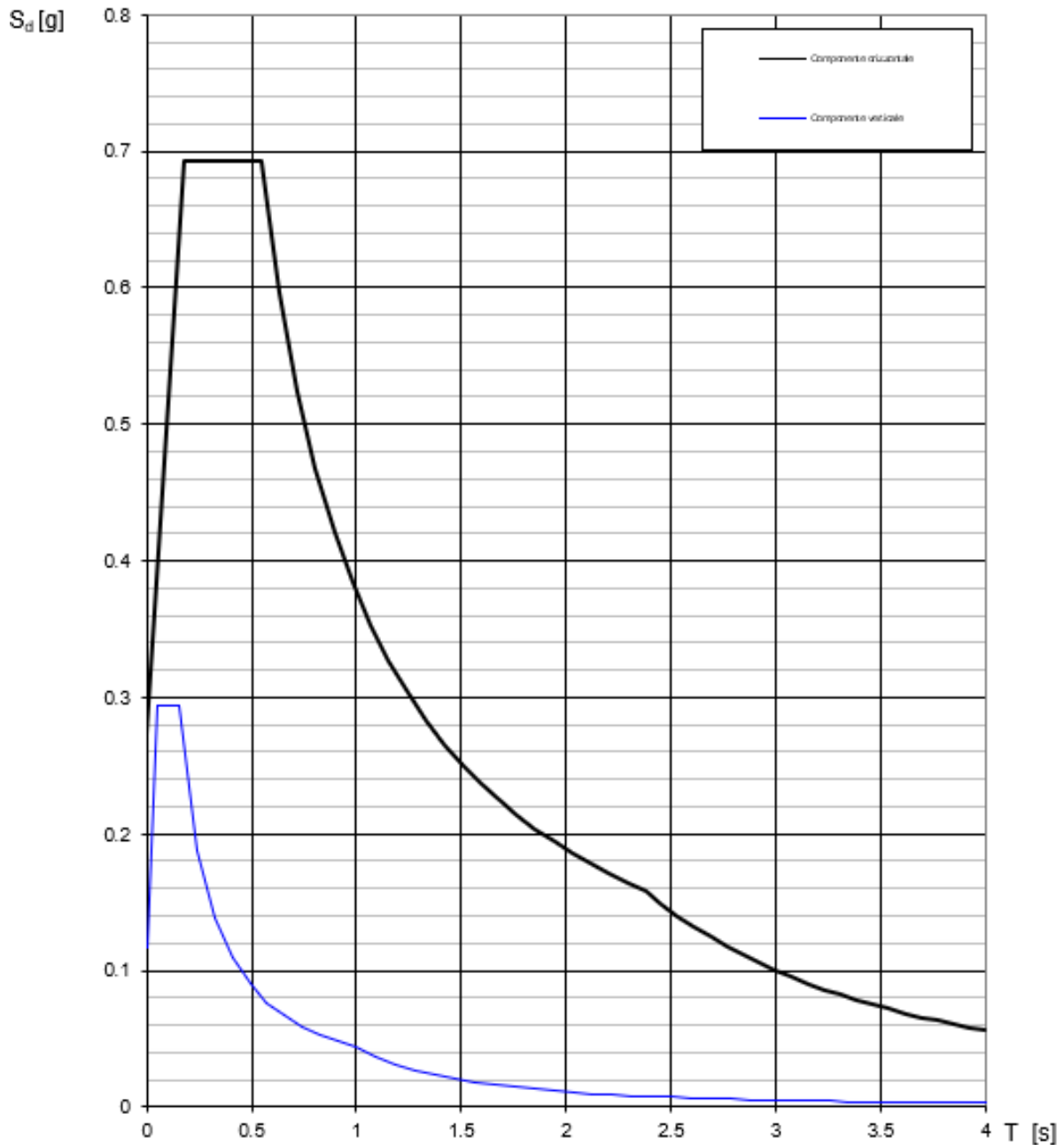


Figura 5 - Spettri di risposta elastici (componente orizzontale e verticale)

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	38

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limiti SLV

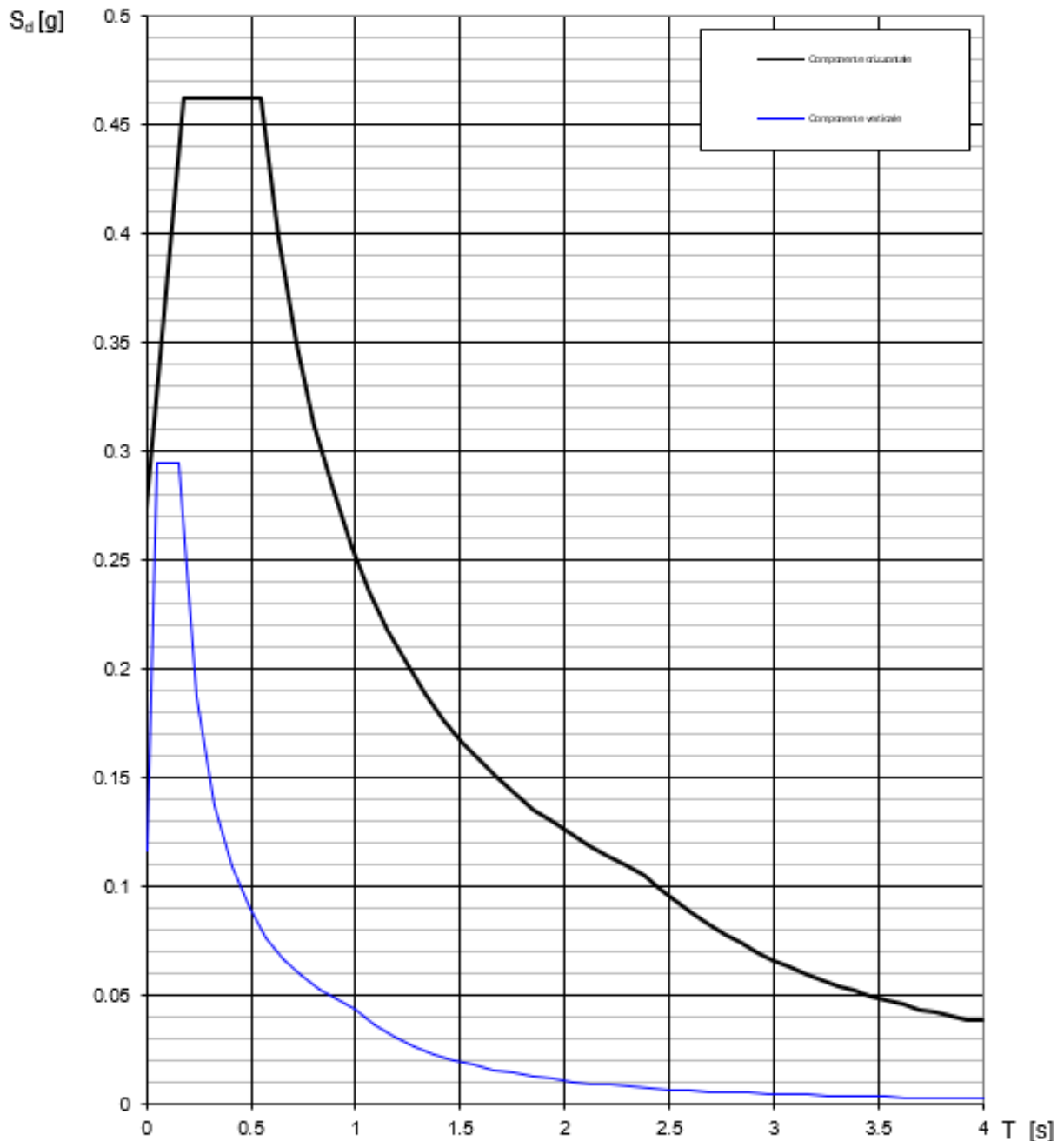


Figura 6- Spettri di risposta di progetto (componente orizzontale e verticale)

	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV02 - Relazione di calcolo pile	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	39

7.6.3 Amplificazione sismica di progetto

7.6.3.1 Metodo dinamico per strutture di elevazione

Le azioni inerziali E_h e E_v associate alle masse degli elementi strutturali dei carichi permanenti strutturali e non strutturali sono determinati incrementando le masse schematizzate nel modello di calcolo secondo gli spettri di progetto secondo le seguenti relazioni:

$$E_h = G \cdot S_e(T) \quad \text{azione inerziale orizzontale}$$

$$E_v = G \cdot S_{ve}(T) \quad \text{azione inerziale verticale}$$

Si è tenuto conto della variabilità del moto sismico orizzontale considerando le due direzioni principali di oscillazione, in accordo con il §7.3.5 delle NTC, secondo le seguenti relazioni:

$$E_1 = E_x + 0.30 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_z$$

$$E_2 = 0.30 \cdot E_x + E_y + 0.30 \cdot E_z$$

$$E_3 = 0.30 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_y + E_z$$

Le azioni inerziali E sono desunte dall'analisi dinamica condotta sul modello FEM dell'opera, combinando i modi di vibrare principali determinati con l'analisi dinamica modale con lo spettro di risposta di progetto definito dalle curve di normativa.

Le azioni sismiche trasmesse agli appoggi sono riepilogate nell'analisi dei carichi, per ulteriori dettagli di modellazione vedi relazione di calcolo impalcato.

7.6.3.2 Azioni inerziali masse

Con riferimento a §3.2.4 delle NTC 2008, si considera in fase sismica il contributo delle azioni accidentali come previsto per i ponti ferroviari, pari al 20% del sovraccarico nominale:

$$G = G_1 + G_2 + \sum_j \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

G massa totale efficace

G_1 masse dei pesi propri strutturali

G_2 masse dei carichi permanenti non strutturali (permanenti, terreno)

Q_{kj} masse dei carichi accidentali

$\Psi_{2j} = 0.2$ se ponti ferroviari (§5.2.2.8) o ponti stradali alto traffico (§5.1.3.12)

Le azioni inerziali orizzontali E_x e verticali E_y delle masse efficaci sono determinate incrementando i pesi propri G con accelerazioni verticali e orizzontali definite dai coefficienti di amplificazione dinamica k_h e k_v :

$$E_x = G \cdot k_h \quad \text{azione inerziale orizzontale}$$

$$E_y = G \cdot k_v \quad \text{azione inerziale verticale}$$

$$G = G_1 + G_2 + \Psi_{2j} \cdot Q \quad \text{masse efficaci sismiche}$$

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI HY pro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA											
		IV02 - Relazione di calcolo pile			COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR
			LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	40

7.7 AZIONI VARIABILI TERMICHE (Q)

Nome	Tipo	γ_Q (Fav / Sfav)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
TEMP (ponti stradali)	Variabili	EQU 0.00 / 1.50 (A1) 0.00 / 1.50 (A2) 0.00 / 1.30	0.60	0.60	0.50

Essendo le campate isostatiche, tale azione non rientra direttamente nel calcolo delle sottostrutture, ma viene inclusa indirettamente nelle valutazioni sulle azioni agli appoggi (escursioni ed attriti meccanici).

Per queste azioni, vedi paragrafo di riepilogo degli scarichi agli appoggi impalcato.


7.8 AZIONI VARIABILI RESISTENZE DEI VINCOLI (Q)

Nome	Tipo	γ_Q (Fav / Sfav)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
ATTRITO (ponti stradali)	Variabili	EQU 0.00 / 1.50 (A1) 0.00 / 1.50 (A2) 0.00 / 1.30 Sismiche 0.00 / 1.30	0.60	0.00	0.00

Gli effetti dell'attrito sono valutati associando, in corrispondenza degli appoggi scorrevoli, alle reazioni verticali dovute a carichi permanenti (V_G) e quelle dovute a carichi accidentali (V_Q) le seguenti forze orizzontali in direzione longitudinale, dove il coefficiente di attrito $f = 3\%$.

$$Q_8 F_a = f \cdot \max(V_G) + f \cdot \max(V_Q) \quad \text{per appoggio } i\text{-esimo}$$

Per queste azioni, vedi paragrafo di riepilogo degli scarichi agli appoggi impalcato.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
IV02 - Relazione di calcolo pile				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	41

7.9 SCARICHI AGLI APPOGGI

Dalle valutazioni sui carichi derivanti dagli impalcati in appoggio, derivanti dall'analisi FEM del modello globale dell'opera, si rimanda alla relazione di calcolo dell'impalcato per ulteriori dettagli, si sono considerati i valori involuppati degli scarichi riepilogati nella tabella seguente.

Link	StepType	ENV-SLE			ENV-SLU			ENV-SLV			ENV-SLC			Elem.	Tipo
		V	Hx	Hy	V	Hx	Hy	V	Hx	Hy	V	Hx	Hy		
Text	Text	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN		
AP-F-1-1	max	-601	1127	0	-889	1505	0	-87	2375	0	72	2865	0	SA	UT
AP-F-1-1	min	-1641	-616	0	-2267	-859	0	-1811	-2580	0	-1969	-3070	0	SA	UT
AP-F-1-2	max	-729	559	234	-1053	755	326	-264	2171	1258	-144	2647	1525	SA	FF
AP-F-1-2	min	-2174	-619	-267	-2984	-846	-373	-1604	-2344	-1350	-1724	-2820	-1618	SA	FF
AP-F-1-3	max	-710	465	286	-1022	637	391	-385	2553	1300	-298	3087	1570	SA	FF
AP-F-1-3	min	-2127	-484	-188	-2918	-648	-265	-1394	-2539	-1332	-1481	-3074	-1601	SA	FF
AP-F-1-4	max	-511	1289	0	-747	1769	0	-125	2976	0	-6	3548	0	SA	UT
AP-F-1-4	min	-2092	-970	0	-2866	-1296	0	-1416	-2603	0	-1535	-3175	0	SA	UT
AP-M-2-1	max	-3072	0	0	-4270	0	0	-1861	0	0	-1540	0	0	P1	MD
AP-M-2-1	min	-4505	0	0	-6199	0	0	-4881	0	0	-5202	0	0	P1	MD
AP-M-2-2	max	-3198	0	387	-4431	0	565	-2084	0	3480	-1814	0	4179	P1	UL
AP-M-2-2	min	-5402	0	-345	-7378	0	-505	-4858	0	-3389	-5127	0	-4088	P1	UL
AP-M-2-3	max	-3107	0	430	-4303	0	622	-2086	0	3512	-1840	0	4217	P1	UL
AP-M-2-3	min	-5468	0	-383	-7448	0	-561	-4781	0	-3465	-5027	0	-4169	P1	UL
AP-M-2-4	max	-2968	0	0	-4112	0	0	-1643	0	0	-1332	0	0	P1	MD
AP-M-2-4	min	-5887	0	0	-7980	0	0	-5243	0	0	-5553	0	0	P1	MD
AP-M-3-1	max	-649	0	0	-951	0	0	-221	0	0	-89	0	0	SB	MD
AP-M-3-1	min	-1622	0	0	-2241	0	0	-1660	0	0	-1793	0	0	SB	MD
AP-M-3-2	max	-726	0	202	-1049	0	295	-370	0	1287	-271	0	1540	SB	UL
AP-M-3-2	min	-2134	0	-266	-2930	0	-369	-1473	0	-1300	-1572	0	-1552	SB	UL
AP-M-3-3	max	-699	0	232	-1008	0	323	-366	0	1279	-271	0	1538	SB	UL
AP-M-3-3	min	-2099	0	-168	-2880	0	-244	-1413	0	-1280	-1508	0	-1539	SB	UL
AP-M-3-4	max	-548	0	0	-800	0	0	-209	0	0	-102	0	0	SB	MD
AP-M-3-4	min	-2073	0	0	-2841	0	0	-1374	0	0	-1481	0	0	SB	MD

Tabella 18 – ENV SLU, SLE, SLV, SLC – Sollecitazioni sugli apparecchi di appoggio totali involuppo

LINEA PESCARA – BARI

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

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	42

Dalle valutazioni sui carichi derivanti dagli impalcati a quota estradosso fondazione, derivanti dall'analisi FEM del modello globale dell'opera, si rimanda alla relazione di calcolo dell'impalcato per ulteriori dettagli, si sono considerati i valori nominali degli scarichi riepilogati nella tabella seguente.

OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
G1-ACCIAIO	LinStatic	0	-2619,78	0,888	11,638	0,7259	-126,397	4,8834
G1-SOLETTA	LinStatic	0	-6975,12	2,839	37,21	3,603	-443,078	15,6144
G1-PILA	LinStatic	0	-5301,59	-0,00178	-0,023	-0,00092	-0,7193	-0,0098
G2-PERMANENTI	LinStatic	0	-3326,12	1,094	14,337	1,1812	-551,984	6,0163
E2-RITIRO	LinStatic	0	-1594,63	0,858	11,247	-3,548	3802,907	4,7194
E3-TERMICA	LinStatic	0	248,653	0,736	9,642	-0,3535	-494,804	4,0459
E3-TERMICA-U	LinStatic	0	-51,584	-8,668	-113,605	6,2271	-711,018	-47,6719
E4-CEDIMENTI	LinStatic	0	0	0	0	0	0	0
Q1-MOBILI-KK-DX	LinMoving	Max P	0	0	0	0	0	0
Q1-MOBILI-KK-DX	LinMoving	Min P	-4285,31	1,532	20,08	-8,0223	-808,061	8,4263
Q1-MOBILI-KK-DX	LinMoving	Max V2	-1833,3	13,678	179,275	0,373	-2406,35	75,2289
Q1-MOBILI-KK-DX	LinMoving	Min V2	-2760,72	-10,044	-131,645	-1,0144	924,0594	-55,2422
Q1-MOBILI-KK-DX	LinMoving	Max V3	-1833,3	13,678	179,275	0,373	-2406,35	75,2289
Q1-MOBILI-KK-DX	LinMoving	Min V3	-2760,72	-10,044	-131,645	-1,0144	924,0594	-55,2422
Q1-MOBILI-KK-DX	LinMoving	Max T	-2850,59	7,671	100,538	24,4744	466,9967	42,1888
Q1-MOBILI-KK-DX	LinMoving	Min T	-2400,6	-6,638	-87,004	-35,0914	-2197,72	-36,5095
Q1-MOBILI-KK-DX	LinMoving	Max M2	-2066,86	-3,673	-48,14	-22,0072	5990,396	-20,2008
Q1-MOBILI-KK-DX	LinMoving	Min M2	-2298,71	6,423	84,182	-0,6025	-6885,61	35,3253
Q1-MOBILI-KK-DX	LinMoving	Max M3	-1833,3	13,678	179,275	0,373	-2406,35	75,2289
Q1-MOBILI-KK-DX	LinMoving	Min M3	-2760,72	-10,044	-131,645	-1,0144	924,0594	-55,2422
Q1-MOBILI-KK-CE	LinMoving	Max P	1,95E-06	-4,3E-05	-0,00057	3,55E-06	-0,0049	-0,00024
Q1-MOBILI-KK-CE	LinMoving	Min P	-4255,94	-5,121	-67,116	-33,8823	5244,954	-28,1636
Q1-MOBILI-KK-CE	LinMoving	Max V2	-1456,88	7,077	92,758	-17,2543	84,3212	38,9238
Q1-MOBILI-KK-CE	LinMoving	Min V2	-3247,67	-13,129	-172,082	-20,0864	4694,382	-72,2105
Q1-MOBILI-KK-CE	LinMoving	Max V3	-1456,88	7,077	92,758	-17,2543	84,3212	38,9238
Q1-MOBILI-KK-CE	LinMoving	Min V3	-3247,67	-13,129	-172,082	-20,0864	4694,382	-72,2105
Q1-MOBILI-KK-CE	LinMoving	Max T	-2351,27	2,22	29,097	12,4805	4374,69	12,21
Q1-MOBILI-KK-CE	LinMoving	Min T	-2746,96	-6,996	-91,695	-46,0351	1993,147	-38,4779
Q1-MOBILI-KK-CE	LinMoving	Max M2	-2934,99	-7,357	-96,426	-15,6858	8538,171	-40,4633
Q1-MOBILI-KK-CE	LinMoving	Min M2	-1341,82	2,104	27,581	-19,5606	-3310,91	11,5736
Q1-MOBILI-KK-CE	LinMoving	Max M3	-1456,88	7,077	92,758	-17,2543	84,3212	38,9238
Q1-MOBILI-KK-CE	LinMoving	Min M3	-3247,67	-13,129	-172,082	-20,0864	4694,382	-72,2105
Q1-MOBILI-KK-SX	LinMoving	Max P	0	0	0	0	0	0
Q1-MOBILI-KK-SX	LinMoving	Min P	-4236,38	-10,111	-132,521	-2,4966	10825,29	-55,6099
Q1-MOBILI-KK-SX	LinMoving	Max V2	-778,009	6,267	82,14	0,1698	-1452,86	34,4685
Q1-MOBILI-KK-SX	LinMoving	Min V2	-3042,24	-23,496	-307,951	0,9827	8798,133	-129,225
Q1-MOBILI-KK-SX	LinMoving	Max V3	-778,009	6,267	82,14	0,1698	-1452,86	34,4685
Q1-MOBILI-KK-SX	LinMoving	Min V3	-3042,24	-23,496	-307,951	0,9827	8798,133	-129,225
Q1-MOBILI-KK-SX	LinMoving	Max T	-2572,07	1,631	21,378	22,0921	8094,964	8,9709

LINEA PESCARA – BARI

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

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	43

OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Q1-MOBILI-KK-SX	LinMoving	Min T	-2619,91	-13,201	-173,021	-23,9186	6338,469	-72,6048
Q1-MOBILI-KK-SX	LinMoving	Max M2	-3250,23	-13,033	-170,82	5,3532	14326,14	-71,6811
Q1-MOBILI-KK-SX	LinMoving	Min M2	-1116,47	1,166	15,282	-1,0162	-3516,29	6,4129
Q1-MOBILI-KK-SX	LinMoving	Max M3	-778,009	6,267	82,14	0,1698	-1452,86	34,4685
Q1-MOBILI-KK-SX	LinMoving	Min M3	-3042,24	-23,496	-307,951	0,9827	8798,133	-129,225
Q1-MOBILI-FQ-DX	LinMoving	Max P	0	0	0	0	0	0
Q1-MOBILI-FQ-DX	LinMoving	Min P	-2133,29	0,878	11,502	-6,7809	-535,661	4,8266
Q1-MOBILI-FQ-DX	LinMoving	Max V2	-969,618	7,145	93,651	-0,3129	-987,086	39,2989
Q1-MOBILI-FQ-DX	LinMoving	Min V2	-1395,2	-4,691	-61,487	-0,9323	-54,2485	-25,8019
Q1-MOBILI-FQ-DX	LinMoving	Max V3	-969,618	7,145	93,651	-0,3129	-987,086	39,2989
Q1-MOBILI-FQ-DX	LinMoving	Min V3	-1395,2	-4,691	-61,487	-0,9323	-54,2485	-25,8019
Q1-MOBILI-FQ-DX	LinMoving	Max T	-1497,81	3,308	43,36	15,2724	-70,5474	18,195
Q1-MOBILI-FQ-DX	LinMoving	Min T	-1359,89	-2,805	-36,767	-23,9993	-1157,11	-15,4287
Q1-MOBILI-FQ-DX	LinMoving	Max M2	-1068,95	-0,645	-8,46	-16,7113	2705,974	-3,5501
Q1-MOBILI-FQ-DX	LinMoving	Min M2	-1124,52	2,436	31,934	-1,0102	-3307	13,4004
Q1-MOBILI-FQ-DX	LinMoving	Max M3	-969,618	7,145	93,651	-0,3129	-987,086	39,2989
Q1-MOBILI-FQ-DX	LinMoving	Min M3	-1395,2	-4,691	-61,487	-0,9323	-54,2485	-25,8019
Q1-MOBILI-FQ-CE	LinMoving	Max P	7,8E-07	-1,7E-05	-0,00023	1,42E-06	-0,002	-9,5E-05
Q1-MOBILI-FQ-CE	LinMoving	Min P	-2121,43	-2,137	-28,014	-24,5128	2599,796	-11,7555
Q1-MOBILI-FQ-CE	LinMoving	Max V2	-872,421	3,694	48,422	-12,617	392,2714	20,3195
Q1-MOBILI-FQ-CE	LinMoving	Min V2	-1585,48	-6,53	-85,593	-14,4896	1857,839	-35,9172
Q1-MOBILI-FQ-CE	LinMoving	Max V3	-872,421	3,694	48,422	-12,617	392,2714	20,3195
Q1-MOBILI-FQ-CE	LinMoving	Min V3	-1585,48	-6,53	-85,593	-14,4896	1857,839	-35,9172
Q1-MOBILI-FQ-CE	LinMoving	Max T	-1240,22	1,13	14,808	6,6547	2193,477	6,2137
Q1-MOBILI-FQ-CE	LinMoving	Min T	-1512,93	-3,009	-39,433	-30,9217	1248,484	-16,5473
Q1-MOBILI-FQ-CE	LinMoving	Max M2	-1456,16	-2,66	-34,865	-11,3212	4132,246	-14,6302
Q1-MOBILI-FQ-CE	LinMoving	Min M2	-680,929	0,424	5,553	-14,2146	-1545,72	2,3303
Q1-MOBILI-FQ-CE	LinMoving	Max M3	-872,421	3,694	48,422	-12,617	392,2714	20,3195
Q1-MOBILI-FQ-CE	LinMoving	Min M3	-1585,48	-6,53	-85,593	-14,4896	1857,839	-35,9172
Q1-MOBILI-FQ-SX	LinMoving	Max P	0	0	0	0	0	0
Q1-MOBILI-FQ-SX	LinMoving	Min P	-2113,47	-4,5	-58,978	-2,5495	5964,2	-24,7489
Q1-MOBILI-FQ-SX	LinMoving	Max V2	-364,486	2,722	35,678	0,128	-555,901	14,9716
Q1-MOBILI-FQ-SX	LinMoving	Min V2	-1436,89	-12,56	-164,623	0,0594	3910,087	-69,0808
Q1-MOBILI-FQ-SX	LinMoving	Max V3	-364,486	2,722	35,678	0,128	-555,901	14,9716
Q1-MOBILI-FQ-SX	LinMoving	Min V3	-1436,89	-12,56	-164,623	0,0594	3910,087	-69,0808
Q1-MOBILI-FQ-SX	LinMoving	Max T	-1375,45	0,182	2,385	13,459	4567,413	1,0009
Q1-MOBILI-FQ-SX	LinMoving	Min T	-1454,72	-5,776	-75,705	-15,5059	4102,895	-31,7678
Q1-MOBILI-FQ-SX	LinMoving	Max M2	-1691,27	-5,374	-70,433	3,0502	7382,272	-29,5559
Q1-MOBILI-FQ-SX	LinMoving	Min M2	-519,942	-0,443	-5,807	-0,4744	-1429,65	-2,4368
Q1-MOBILI-FQ-SX	LinMoving	Max M3	-364,486	2,722	35,678	0,128	-555,901	14,9716
Q1-MOBILI-FQ-SX	LinMoving	Min M3	-1436,89	-12,56	-164,623	0,0594	3910,087	-69,0808
Q3-FRENATURA	LinStatic	0	-18,57	3,418	44,803	0,0047	279,7349	18,8007
Q4-CENTRIFUGA	LinStatic	0	-2,491	-7,682	-100,689	0,0558	-815,427	-42,2521
Q5-VENTO-C	LinStatic	0	-10,526	-37,784	-495,226	0,4406	-3622,3	-207,811
Q5-VENTO-S	LinStatic	0	-3,556	-18,819	-246,662	0,3315	-1564,23	-103,507
E3-TERMICA-	LinStatic	0	-248,653	-0,736	-9,642	0,3535	494,804	-4,0459
E3-TERMICA-U-	LinStatic	0	51,584	8,668	113,605	-6,2271	711,018	47,6719
Q3-FRENATURA-	LinStatic	0	18,57	-3,418	-44,803	-0,0047	-279,735	-18,8007
Q6-SISMA_L	LinRespSpec	Max	3022,778	1374,467	1805,313	10,9448	14632,54	4995,427
Q6-SISMA_T	LinRespSpec	Max	639,683	492,23	6411,061	5,0756	52101,07	2669,545
Q6-SISMA_V	LinRespSpec	Max	1414,364	29,657	383,789	4,2308	3184,634	161,0365
Q6-SISMA_L	LinRespSpec	Max	2054,345	1258,869	1255,57	7,3345	10137,4	4562,785
Q6-SISMA_T	LinRespSpec	Max	451,055	350,398	4573,506	3,6004	37046,55	1898,234
Q6-SISMA_V	LinRespSpec	Max	1414,364	29,657	383,789	4,2308	3184,634	161,0365
ENV-SLU	Combination	Max	-24726,5	603,77	1034,758	46,6435	26021,63	3112,019
ENV-SLU	Combination	Min	-33031,5	447,184	-1017,58	-64,8038	-14977,7	2250,8
ENV-SLE	Combination	Max	-17974	442,434	703,545	33,975	19470,27	2278,787
ENV-SLE	Combination	Min	-24258,1	335,902	-692,753	-48,0838	-10744,4	1692,859

Tabella 19 – Scarichi caratteristici agli appoggi della pila P1

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	44

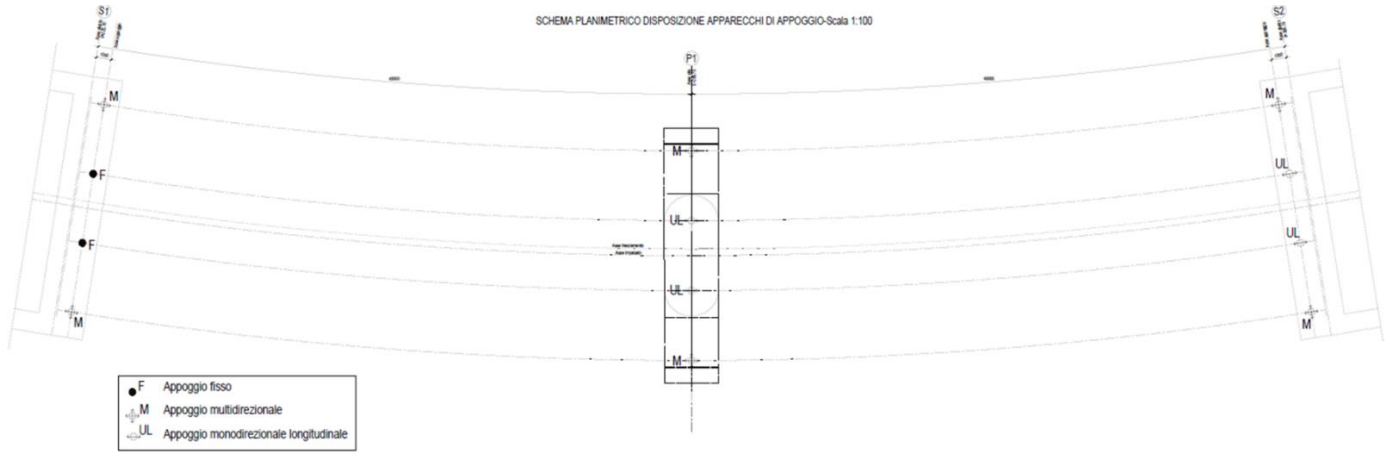


Figura 7 - Schema dei vincoli a terra impalcato

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV02 - Relazione di calcolo pile	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	45

8. COMBINAZIONI DI CARICO

8.1 COMBINAZIONI DI CARICO ADOTTATE

Nel caso in esame, le azioni agenti sull'impalcato sono state combinate secondo i gruppi 1, 2a, 2b che comportano le maggiori sollecitazioni per le strutture in elevazione e in fondazione.

Tab. 5.1.IV – Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico


Gruppo di azioni	Carichi sulla superficie carrabile					Carichi su marciapiedi e piste ciclabili non sormontabili
	Carichi verticali			Carichi orizzontali		Carichi verticali
	Modello principale (schemi di carico 1, 2, 3, 4 e 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura	Forza centrifuga	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione 2,5KN/m ²
2a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0KN/m ²
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0KN/m ²			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0KN/m ²
5 (***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				

(*) Ponti pedonali
(**) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)
(***) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali

Tabella 20 – Schema dei gruppi di combinazioni per azioni di traffico (NTC 2018) – Ponti stradali

Tab. 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti g_1 e g_3	favorevoli	γ_{G1} e γ_{G3}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾ g_2	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 2}, \gamma_{\epsilon 3}, \gamma_{\epsilon 4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV02 - Relazione di calcolo pile	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	46

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

⁽²⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio carichi permanenti portati), sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

Tabella 21 - Coefficienti parziali per le azioni nelle verifiche SLU (NTC 2018) – Ponti stradali

Tab. 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combinazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV)	Schema 1 (carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	--	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento	a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	in esecuzione	0,8	0,0	0,0
	a ponte carico SLU e SLE	0,6	0,0	0,0
Neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	SLU e SLE	0,6	0,6	0,5

Tabella 22 - Coefficienti di contemporaneità delle azioni (NTC 2018) – Ponti stradali

Tipo Comb

- 1 $1,35 \cdot G_k1 + 1,50 \cdot G_k2 + 1,20 \cdot e2 + 0,9 \cdot e3 + 0,9 \cdot Q_k5 + 1,35 \cdot (Q1 + Q2)_{caratteristico} + 1,35 \cdot Q7$
- 2 $1,35 \cdot G_k1 + 1,50 \cdot G_k2 + 1,20 \cdot e2 + 0,9 \cdot e3 + 1,01 \cdot Q_k3 + 0,9 \cdot Q_k5 + 1,35 \cdot (Q1 + Q2)_{frequente} + 1,35 \cdot Q7$
- 3 $1,35 \cdot G_k1 + 1,50 \cdot G_k2 + 1,20 \cdot e2 + 0,9 \cdot e3 + 1,35 \cdot Q_k3 + 0,9 \cdot Q_k5 + 1,01 \cdot (Q1 + Q2)_{frequente} + 1,01 \cdot Q7$
- 4 $1,35 \cdot G_k1 + 1,50 \cdot G_k2 + 1,20 \cdot e2 + 0,9 \cdot e3 + 1,01 \cdot Q_k4 + 0,9 \cdot Q_k5 + 1,35 \cdot (Q1 + Q2)_{frequente} + 1,35 \cdot Q7$
- 5 $1,35 \cdot G_k1 + 1,50 \cdot G_k2 + 1,20 \cdot e2 + 0,9 \cdot e3 + 1,35 \cdot Q_k4 + 0,9 \cdot Q_k5 + 1,01 \cdot (Q1 + Q2)_{frequente} + 1,01 \cdot Q7$
- 6 $1,00 \cdot G_k1 + 1,00 \cdot G_k2 + 1,00 \cdot e2 + 0,5 \cdot e3 + 1,00 \cdot E1 + 0,30 \cdot E2 + 0,30 \cdot E3$
- 7 $1,00 \cdot G_k1 + 1,00 \cdot G_k2 + 1,00 \cdot e2 + 0,6 \cdot e3 + 0,6 \cdot Q_k5 + 1,00 \cdot (Q1 + Q2)_{caratteristico} + 1,00 \cdot Q7$
- 8 $1,00 \cdot G_k1 + 1,00 \cdot G_k2 + 1,00 \cdot e2 + 0,6 \cdot e3 + 0,75 \cdot Q_k3 + 0,6 \cdot Q_k5 + 1,00 \cdot (Q1 + Q2)_{frequente} + 1,00 \cdot Q7$
- 9 $1,00 \cdot G_k1 + 1,00 \cdot G_k2 + 1,00 \cdot e2 + 0,6 \cdot e3 + 1,00 \cdot Q_k3 + 0,6 \cdot Q_k5 + 0,75 \cdot (Q1 + Q2)_{frequente} + 0,75 \cdot Q7$
- 10 $1,00 \cdot G_k1 + 1,00 \cdot G_k2 + 1,00 \cdot e2 + 0,6 \cdot e3 + 0,75 \cdot Q_k4 + 0,6 \cdot Q_k5 + 1,00 \cdot (Q1 + Q2)_{frequente} + 1,00 \cdot Q7$
- 11 $1,00 \cdot G_k1 + 1,00 \cdot G_k2 + 1,00 \cdot e2 + 0,6 \cdot e3 + 1,00 \cdot Q_k4 + 0,6 \cdot Q_k5 + 0,75 \cdot (Q1 + Q2)_{frequente} + 0,75 \cdot Q7$
- 12 $1,00 \cdot G_k1 + 1,00 \cdot G_k2 + 1,00 \cdot e2$
- 13 $1,00 \cdot G_k1 + 1,00 \cdot G_k2 + 1,00 \cdot e2 + 0,5 \cdot e3$
- 14 $1,00 \cdot G_k1 + 1,00 \cdot G_k2 + 1,00 \cdot e2 + 1,00 \cdot Q7$
- 15 $1,00 \cdot G_k1 + 1,00 \cdot G_k2 + 1,00 \cdot e2 + 0,5 \cdot e3 + 1,00 \cdot Q7$

Figura 8 - Tipologie di combinazioni di carico adottate

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV02 - Relazione di calcolo pile	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	49

9. VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

9.1 ELEMENTI IN CEMENTO ARMATO

9.1.1 Stati Limite Ultimi strutturali (SLU STR)

Come riportato al §2.3 delle NTC 2008, per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

$E_d = E(Y_F \cdot F_k; X_k / Y_M; a_d)$ Valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione

$R_d = R(Y_F \cdot F_k; X_k / Y_M; a_d)$ Valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico

$Y_F \cdot F_k$ Azioni di progetto

X_k / Y_M Proprietà del materiale di progetto

a_d Geometria di progetto

Y_M Coefficiente parziale di sicurezza del materiale

9.1.1.0 Verifica a presso/tenso flessione

Come previsto al §4.1.2.1.2.4 delle [12] con riferimento alla generica sezione, la verifica di resistenza allo SLU si esegue controllando che:

$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

M_{Rd} Valore di calcolo del momento resistente corrispondente a N_{Ed}

N_{Ed} Valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale)

M_{Ed} Valore di calcolo della componente flettente dell'azione

9.1.1.1 Verifica a taglio

Secondo quanto previsto §4.1.2.1.3 delle [12], indicato con V_{Ed} il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente allo SLU, si verifica in generale che risulti:

$$V_{Ed} < V_{Rd}$$

Elementi senza armature resistenti a taglio

$$V_{Rd,c} = \max \left\{ \left(0.18 \cdot k \cdot \frac{\sqrt{100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck}}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot b_w \cdot d; (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \right\} \quad \text{Resistenza di calcolo a taglio}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot \sqrt{k^3} \cdot \sqrt{f_{ck}}$$

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \leq 0.02 \quad \text{Rapporto percentuale armatura in zona tesa } A_{sl}$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} \leq 0.2 \cdot f_{cd} \quad \text{Tensione media di compressione nella sezione}$$

d Altezza utile della sezione (mm)

b_w Larghezza minima della sezione (mm)

Elementi provvisti di armature resistenti a taglio

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	50

$$V_{Rd} = \min(V_{Rd,s}; V_{Rd,max})$$

Resistenza di calcolo a taglio

$$V_{Rd,s} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) \cdot \sin \alpha$$

Resistenza a taglio-trazione

$$V_{Rd,max} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{(\cot \alpha + \cot \theta)}{1 + \cot^2 \theta}$$

Resistenza a taglio-compressione

θ

Inclinazione puntoni di cls rispetto asse elemento ($1 \leq \cot \theta \leq 2.5$)

α

Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto asse elemento

A_{sw}

Area dell'armatura trasversale

s

Interasse tra due armature trasversali consecutive

$$f'_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd}$$

Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

α_c

Coefficienti maggiorativi pari a:

1 per membrature non compresse

$1 + \sigma_{cp} / f_{cd}$ per $0 \leq \sigma_{cp} < 0.25 \cdot f_{cd}$

1.25 per $0.25 \cdot f_{cd} \leq \sigma_{cp} < 0.50 \cdot f_{cd}$

$2.5 \cdot (1 - \sigma_{cp} / f_{cd})$ per $0.50 \cdot f_{cd} \leq \sigma_{cp} < f_{cd}$

9.1.1.2 Verifica a punzonamento

In corrispondenza del collegamento tra setti, pilastri o pali di fondazione ed elementi piani (plinti, solette) si hanno sollecitazioni concentrate, con meccanismo resistente a taglio in condizioni di rottura SLU dipendente dalla geometria locale tra i due elementi e le loro condizioni al contorno.

Le verifiche a taglio-punzonamento vengono eseguite in accordo con le UNI EN 1992-1-1: 2005, dove il taglio sollecitante unitario v_{Ed} si assume distribuito sul perimetro u_i del cono di rottura:

$$v_{Ed} = \beta \frac{V_{Ed}}{u_i \cdot d}$$

β coeff. posizioni reciproche tra aree di carico (pilastro interno 1.15, spigolo 1.50, bordo 1.40)

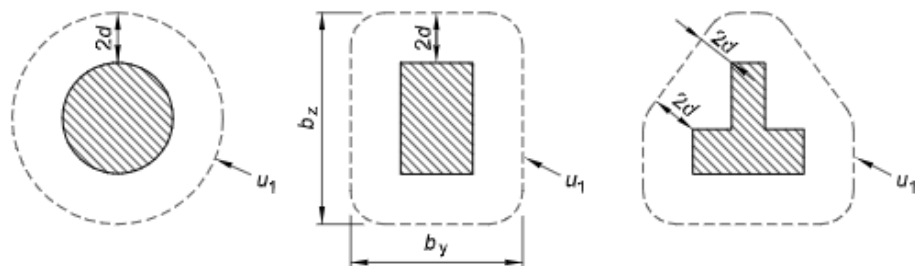
V_{Ed} azione sollecitante di progetto

u_i perimetro della sezione di verifica

$d = \frac{d_y + d_z}{2}$ altezza utile della sezione

d_y, d_z altezze utili delle armature disposte nelle due direzioni principali

figura 6.13 Perimetri di verifica di base tipici intorno ad aree caricate



IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	51

figura 6.15 Perimetro di verifica di base per aree caricate in prossimità di bordi o di angoli

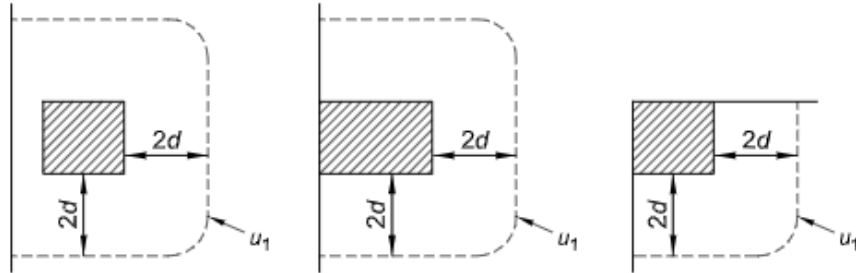


Figura 9 - Schemi aree di carico per diverse geometrie

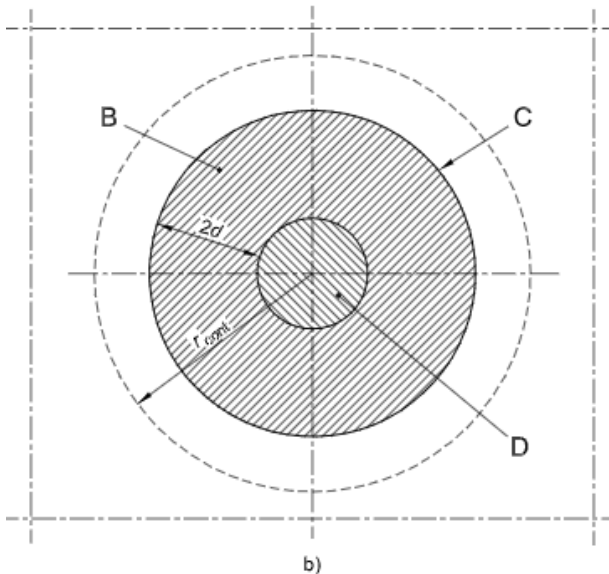
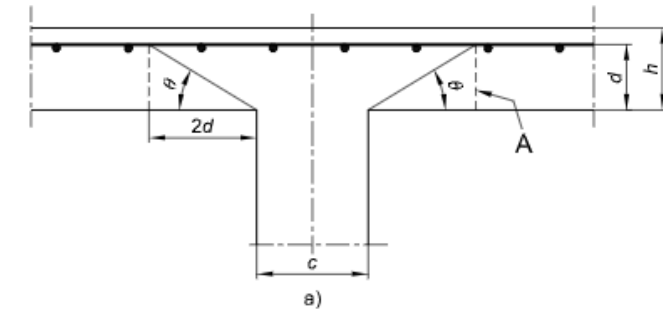


figura 6.12 Modello di verifica a punzonamento allo stato limite ultimo

Legenda

- a) Sezione
- b) Pianta
- A Sezione di base per la verifica
- B Area di verifica di base A_{cont}
- C Perimetro di verifica di base, u_1
- D Area caricata A_{load}
- r_{cont} Ulteriore perimetro di verifica
- $\theta = \arctan (1/2)$
- $= 26,6^\circ$

Figura 10 – Modello di verifica a punzonamento SLU

Per un elemento a piastra e lungo le sezioni di verifica considerate, si definiscono le seguenti resistenze di progetto a taglio-punzonamento:

$$V_{Rd,c} = \max \left(C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}; V_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right) \text{ per piastra senza armature a punzonamento}$$

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	52

$$V_{Rd,cs} = 0.75 \cdot V_{Rd,c} + 1.5 \cdot \left(\frac{d}{s_r}\right) \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd,ef} \cdot \frac{1}{u_1 \cdot d} \cdot \sin \alpha$$

per piastra con armature a punzonamento

$$V_{Rd,max} = 0.5 \cdot v \cdot f_{cd}$$

valore massimo assoluto

$$C_{Rd,c} = \frac{0.18}{\gamma_c}$$

$$k = \min\left(1 + \sqrt{\frac{200}{d}}; 2\right)$$

$$\rho_1 = \min\left(\sqrt{\rho_{1y} \cdot \rho_{1z}}; 0.02\right)$$

ρ_{1y}, ρ_{1z}

percentuale di armatura longitudinale nelle due direzioni principali

$$\sigma_{cp} = \frac{\sigma_{cy} + \sigma_{cz}}{2}$$

$$\sigma_{c,y} = \frac{N_{Ed,y}}{A_{cy}}, \quad \sigma_{c,z} = \frac{N_{Ed,z}}{A_{cz}}$$

tensioni normali nelle due direzioni principali

$N_{Ed,y}, N_{Ed,z}$

azioni normali nelle due direzioni principali

A_{cy}, A_{cz}

aree delle due direzioni principali

$$v_{min} = 0.035 \cdot \sqrt{k^3 \cdot f_{ck}}$$

$k_1 = 0.1$

(annesso italiano all'Eurocodice)

s_r

passo radiale perimetri di armatura a taglio-punzonamento

A_{sw}

area armatura a taglio-punzonamento all'interno del perimetro di verifica

$$f_{ywd,ef} = \min(f_{ywd}; 250 + 0.25 \cdot d)$$

resistenza di progetto efficace dell'armatura a taglio-punzonamento

α

angolo compreso tra l'armatura a taglio e il piano della piastra

La verifica da effettuare lungo il perimetro del pilastro u_0 , descritto dall'area caricata A_{load} , è la seguente:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

u_0 = sviluppo del perimetro pilastro

pilastro interno

$$= c_2 + 3d \leq c_2 + 2 \cdot c_1$$

pilastro di bordo

$$= 3d \leq c_1 + c_2$$

pilastro d'angolo

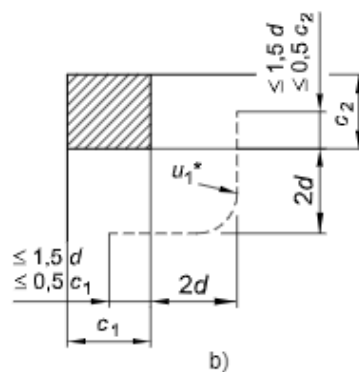
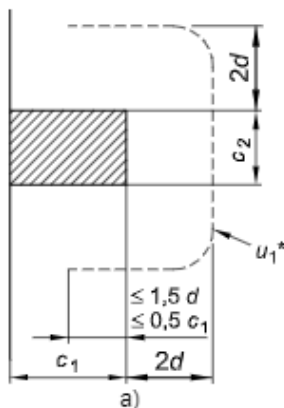




figura 6.20 Perimetro di verifica equivalente u_1 .

Legenda

a) Pilastro di bordo

b) Pilastro d'angolo

Figura 11 – Geometria dei perimetri pilastri per elementi d'angolo e di bordo

<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>																						
IV02 - Relazione di calcolo pile	<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;">IV</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">05</td> <td style="text-align: center;">001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">53</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	53
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO													
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	53													

Le verifiche da effettuare lungo il perimetro di base u_1 sono le seguenti:

$V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$ piastra senza armature a taglio-punzonamento

$V_{Ed} \leq V_{Rd,cs}$ piastra con armature a taglio-punzonamento

9.1.2 Stati Limite Ultimi di esercizio (SLE STR, SLD)

9.1.2.1 Limiti tensionali in esercizio

Come riportato al §6.2.4.3 e §5.1.4.2 delle NTC 2008, la verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio si esprime controllando aspetti di funzionalità e stato tensionale. Si dovrà verificare che sia:

$$E_d \leq C_d$$

$E_d = E(Y_F \cdot F_k; X_k / Y_M; a_d)$ Valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione

$C_d = C(Y_F \cdot F_k; X_k / Y_M; a_d)$ Valore nominale o funzione di certe proprietà dei materiali legate agli effetti progettuali delle azioni considerate


Le verifiche si risolvono nel controllare che i valori di tensione nei materiali siano inferiori ai valori limite delle tensioni riportati al paragrafo 2.5.1.8.3.2.1 del MdP ITF:

Calcestruzzo compresso	Combinazione rara	$\sigma_c < 0.55 \cdot f_{ck}$
	Combinazione quasi permanente	$\sigma_c < 0.40 \cdot f_{ck}$
Acciaio teso	Combinazione rara	$\sigma_s < 0.75 \cdot f_{yk}$

9.1.2.2 Verifiche agli Stati Limite di Fessurazione

Viene eseguita la verifica allo stato limite di apertura delle fessure con riferimento al §4.1.2.2.4 delle NTC 2008. Prima di procedere alle verifiche a fessurazione è necessario definire delle apposite combinazioni di carico ed effettuare una valutazione relativa al grado di protezione delle armature metalliche contro la corrosione (in termini di condizioni ambientali e sensibilità delle armature stesse alla corrosione). Si distinguono i seguenti casi:

Combinazioni di azioni	Rara (RA) Quasi Permanente (QP)
Condizioni ambientali	Ordinarie (Gruppo A) Aggressive (Gruppo B) Molto aggressive (Gruppo C)
Sensibilità delle armature alla corrosione	Sensibili (acciai da precompresso) Poco sensibili (acciai ordinari)
Stato limite	Apertura fessure (AF) Formazione fessure (FF) Decompressione (D)
Apertura delle fessure	$w_1 = 0.20 \text{ mm}$ $w_2 = 0.30 \text{ mm}$ $w_3 = 0.40 \text{ mm}$

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV02 - Relazione di calcolo pile	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	54

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Tabella 24 - Condizioni ambientali e classi di esposizione secondo NTC 2008

Tab. 4.1.IV - Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Gruppi di Esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_k	Stato limite	w_k
A	Ordinarie	frequente	apertura fessure	$\leq w_2$	apertura fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$
C	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	apertura fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$

Tabella 25 - Stati limite di fessurazione secondo NTC 2008

Il calcolo, condotto con riferimento alla procedura analitica prevista al §C4.1.2.2.4 del [15], prevede i seguenti passaggi:


- Valutazione della distanza media tra le fessure (Δ_{sm});
- Valutazione della deformazione media delle barre d'armatura (ε_{sm});
- Valutazione dell'ampiezza delle fessure (valore medio w_m e valore di calcolo w_k).

Come riportato al paragrafo 2.5.1.8.3.2.4 del MdP ITF, la verifica allo stato limite di apertura delle fessure viene calcolata con la combinazione caratteristica (rara) nei riguardi dello stato limite di esercizio. I limiti per l'apertura convenzionale delle fessure vengono valutati secondo le condizioni ambientali della struttura.

La verifica dell'ampiezza di fessurazione può anche essere condotta senza calcolo diretto, limitando la tensione di trazione nell'armatura, valutata nella sezione parzializzata per la combinazione di carico pertinente, ad un massimo correlato al diametro delle barre ed alla loro spaziatura. Si distinguono i seguenti casi:

Elemento strutturale	Classi di esposizione	Gruppo di esigenza	Condizioni ambientali	Combinaz. di azioni	Stato limite	w_k
Elevazioni	XC4-XS1	B	Aggressive	RA	AF	$\leq w_1 = 0.20 \text{ mm}$
Fondazioni	XC2	A	Ordinarie	RA	AF	$\leq w_2 = 0.30 \text{ mm}$

Tabella 26 – Riepilogo stati limite di fessurazione di verifica

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV02 - Relazione di calcolo pile	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	55

10. MODELLO DI CALCOLO

10.1 ANALISI STATICA

Le sollecitazioni di verifica della pila sono state determinate a partire dai valori delle risultanti delle azioni trasmesse dagli impalcati alla quota degli apparecchi di appoggio e dalle sollecitazioni lette sugli elementi finiti delle elevazioni implementate nel modello strutturale globale dell'opera.

Le sollecitazioni a fondazione pila sono quindi state ricavate a partire dalle sollecitazioni del modello globale e successivamente combinate in funzione delle combinazioni prescritte dalla normativa attraverso un apposito foglio di calcolo.

10.2 ANALISI SISMICA

Per il dimensionamento delle elevazioni delle pile vengono considerate le sollecitazioni trasmesse dall'analisi dinamica lineare del modello globale FEM dell'intera opera, per ulteriori dettagli di modellazione vedi relazione di calcolo impalcato.

La valutazione degli effetti dell'azione sismica viene effettuata considerando lo spettro di progetto, ossia riducendo lo spettro elastico mediante un fattore di struttura pari a $q=1.50$ in modo da tener conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura.

Ai fini della scelta delle azioni da utilizzare per il dimensionamento delle opere di fondazione, adottando il criterio di gerarchia delle resistenze (GR), vedi quanto descritto nel capitolo precedente di analisi dei carichi per la quantificazione dell'azione sismica E, le sollecitazioni derivanti dall'analisi sismica con gli spettri elastici ($q=1.00$) verranno utilizzati solo nel caso in cui le sollecitazioni delle elevazioni, amplificate secondo i coefficienti di sovrarresistenza, γ_{Rd} , risultino superiori alle prime.

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									
		IV02 - Relazione di calcolo pile	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 02 05			PROGR 001

11. ANALISI PILA 1

11.1 SOLLECITAZIONI ELEVAZIONE

Mediante l'ausilio di un foglio di calcolo, si sono valutate le singole azioni caratteristiche permanenti strutturali (G_{k1}), non strutturali (G_{k2}), accidentali (Q_{ki}) e sismiche (E) derivanti dalle analisi statiche e sismiche del modello globale dell'intera opera, si rimanda alla relazione di calcolo dell'impalcato per ulteriori dettagli, secondo le azioni descritte nei capitoli precedenti di analisi dei carichi.

Per la valutazione delle singole azioni si sono accorpate i pesi permanenti strutturali relativi alla carpenteria metallica (G1-ACCIAIO), soletta (G1-SOLETTA) e al peso proprio del fusto pila (G1-PILA).

L'azione termica include sia la componente di termica differenziale (E3-TERMICA) che la termica uniforme (E3-TERMICA-U).

I carichi da traffico sono stati semplificati ai casi di massima e minima azione verticale (P) e di massima e minima azione trasversale (M2).

Per quanto riguarda le azioni sismiche si sono considerate il secondo set di casi di carico (Q6-SISMA_L, Q6-SISMA_T e Q6-SISMA_V) adottando uno spettro di progetto con $q=1.50$.

Tutte le azioni elementari caratteristiche, accorpate per gruppi omogenei dello stesso tipo, sono state valutate come forze F_x (trasversali), F_y (longitudinali), F_z (verticali) e momenti M_x (longitudinali), M_y (trasversali), M_z (torcenti) rispetto al punto G, posto al centro della elevazione pila a quota estradosso fondazione, e i rispettivi assi x, y, z come riportato nella figura seguente.

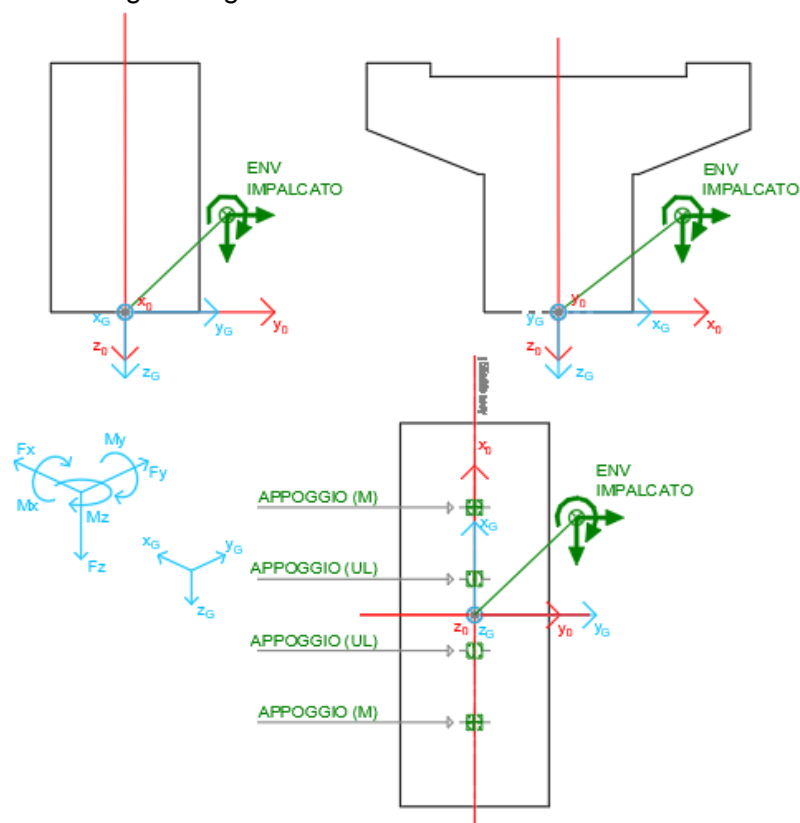


Figura 12 - Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV02 - Relazione di calcolo pile	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	57

11.1.1 Analisi statica (SLU, SLE) e sismica (SLV)

Nel seguito vengono riportati i dettagli dei calcoli effettuati per la valutazione delle risultanti delle combinazioni statiche SLU / SLE e sismiche SLV, secondo le combinazioni di carico descritte nei capitoli precedenti.

NOME: PILA P1		CALCOLO AZIONI ELEVAZIONI											
SOLLECITAZIONI BASE ELEVAZIONE (da modello globale impalcato)													
	F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)	
G1 (Permanenti Strutturali)	-48,83	3,73	14896,49	20,49	-570,20	-4,33	-49	4	14896	20	-570	-4	
e2 (Ritiro e Viscosità)	-11,25	0,86	1594,63	4,72	3802,91	3,55	-11	1	1595	5	3803	4	
G2 (Permanenti Non Strutturali)	-14,34	1,09	3326,12	6,02	-551,98	-1,18	-14	1	3326	6	-552	-1	
Q1+Q2 (Carichi Mobili Massima azione verticale dx)	-20,08	1,53	4285,31	8,43	-808,06	8,02	-20	2	4285	8	-808	8	
Q1+Q2 (Carichi Mobili Massima azione trasversale dx)	48,14	-3,67	2066,86	-20,20	5990,40	22,01	48	-4	2067	-20	5990	22	
Q1+Q2 (Carichi Mobili Minima azione trasversale dx)	-84,18	6,42	2298,71	35,33	-6885,61	0,60	-84	6	2299	35	-6886	1	
Q1+Q2 (Carichi Mobili Massima azione verticale centrali)	67,12	-5,12	4255,94	-28,16	5244,95	33,88	67	-5	4256	-28	5245	34	
Q1+Q2 (Carichi Mobili Massima azione trasversale centrali)	96,43	-7,36	2934,99	-40,46	8538,17	15,69	96	-7	2935	-40	8538	16	
Q1+Q2 (Carichi Mobili Minima azione trasversale centrali)	-27,58	2,10	1341,82	11,57	-3310,91	19,56	-28	2	1342	12	-3311	20	
Q1+Q2 (Carichi Mobili Massima azione verticale sx)	132,52	-10,11	4236,38	-55,61	10825,29	2,50	133	-10	4236	-56	10825	2	
Q1+Q2 (Carichi Mobili Massima azione trasversale sx)	170,82	-13,03	3250,23	-71,68	14326,14	-5,35	171	-13	3250	-72	14326	-5	
Q1+Q2 (Carichi Mobili Minima azione trasversale sx)	-15,28	1,17	1116,47	6,41	-3516,29	1,02	-15	1	1116	6	-3516	1	
Q1+Q2 (Carichi Mobili Massima azione vert. frequente dx)	-11,50	0,88	2133,29	4,83	-535,66	6,78	-12	1	2133	5	-536	7	
Q1+Q2 (Carichi Mobili Massima azione tras. frequente dx)	8,46	-0,65	1068,95	-3,55	2705,97	16,71	8	-1	1069	-4	2706	17	
Q1+Q2 (Carichi Mobili Minima azione tras. frequente dx)	-31,93	2,44	1124,52	13,40	-3307,00	1,01	-32	2	1125	13	-3307	1	
Q1+Q2 (Carichi Mobili Massima azione vert. frequente centrali)	28,01	-2,14	2121,43	-11,76	2599,80	24,51	28	-2	2121	-12	2600	25	
Q1+Q2 (Carichi Mobili Massima azione tras. frequente centrali)	34,87	-2,66	1456,16	-14,63	4132,25	11,32	35	-3	1456	-15	4132	11	
Q1+Q2 (Carichi Mobili Minima azione tras. frequente centrali)	-5,55	0,42	680,93	2,33	-1545,72	14,21	-6	0	681	2	-1546	14	
Q1+Q2 (Carichi Mobili Massima azione vert. frequente sx)	58,98	-4,50	2113,47	-24,75	5964,20	2,55	59	-5	2113	-25	5964	3	
Q1+Q2 (Carichi Mobili Massima azione tras. frequente sx)	70,43	-5,37	1691,27	-29,56	7382,27	-3,05	70	-5	1691	-30	7382	-3	
Q1+Q2 (Carichi Mobili Minima azione tras. frequente sx)	5,81	-0,44	519,94	-2,44	-1429,65	0,47	6	0	520	-2	-1430	0	
Q3 (Frenatura)	-44,80	3,42	18,57	18,80	279,73	0,00	-45	3	19	19	280	0	
Q4 (Azione Centrifuga)	100,69	-7,68	2,49	-42,25	-815,43	-0,06	101	-8	2	-42	-815	0	
Q7 (Resistenze Passive)	0,00	675,24	0,00	3376,19	0,00	0,00	0	675	0	3376	0	0	
e3 (Variazione Termiche)	103,96	-7,93	-197,07	-43,63	-1205,82	-5,87	104	-8	-197	-44	-1206	-6	
Q5 (Vento Max)	495,23	-37,78	10,53	-207,81	-3622,30	-0,44	495	-38	11	-208	-3622	0	
Q6 (Sisma Direzione Longitudinale)	1255,57	1258,87	2054,35	4562,78	-10137,40	7,33	1256	1259	2054	4563	-10137	7	
Q6 (Sisma Direzione Trasversale)	4573,51	350,40	451,06	1898,23	-37046,55	3,60	4574	350	451	1898	-37047	4	
Q6 (Sisma Direzione Verticale)	383,79	29,66	1414,36	161,04	-3184,63	4,23	384	30	1414	161	-3185	4	

Tabella 27 – Riepilogo azioni elementari derivanti dalle analisi statiche e sismiche del modello globale dell'opera

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	58

Tipo azione	Descrizione azione	V _{trasv}		V _{long}		N _{vert}		M _{long}		M _{trasv}		M _{torc}	
		Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]						
Gk1 Perm. Str.	Permanenti Strutturali	-49	4	14896	20	-570	-4						
e2	Ritiro e viscosità	-11	1	1595	5	3803	4						
Gk2 Perm. Non Str.	Permanenti Non Strutturali	-14	1	3326	6	-552	-1						
Qk3	Frenatura	-45	3	19	19	280	0						
Qk4	Centrifuga	101	-8	2	-42	-815	0						
Qk5	Vento Max	495	-38	11	-208	-3622	0						
e3	Variazione Termiche	104	-8	-197	-44	-1206	-6						
Q1+Q2 Traffico caratteristico	Max Nvert dx	-20	2	4285	8	-808	8						
	Max Mtrasv dx	48	-4	2067	-20	5990	22						
	Min Mtrasv dx	-84	6	2299	35	-6886	1						
	Max Nvert centrale	67	-5	4256	-28	5245	34						
	Max Mtrasv centrale	96	-7	2935	-40	8538	16						
	Min Mtrasv centrale	-28	2	1342	12	-3311	20						
	Max Nvert sx	133	-10	4236	-56	10825	2						
	Max Mtrasv sx	171	-13	3250	-72	14326	-5						
	Min Mtrasv sx	-15	1	1116	6	-3516	1						
Q1+Q2 Traffico frequente	Max Nvert dx	-12	1	2133	5	-536	7						
	Max Mtrasv dx	8	-1	1069	-4	2706	17						
	Min Mtrasv dx	-32	2	1125	13	-3307	1						
	Max Nvert centrale	28	-2	2121	-12	2600	25						
	Max Mtrasv centrale	35	-3	1456	-15	4132	11						
	Min Mtrasv centrale	-6	0	681	2	-1546	14						
	Max Nvert sx	59	-5	2113	-25	5964	3						
	Max Mtrasv sx	70	-5	1691	-30	7382	-3						
	Min Mtrasv sx	6	0	520	-2	-1430	0						
Q7	Resistenze Passive	0	675	0	3376	0	0						
E Sisma	Sisma trasversale	1256	1259	2054	4563	-10137	7						
	Sisma longitudinale	4574	350	451	1898	-37047	4						
	Sisma verticale	384	30	1414	161	-3185	4						

Tabella 28 – Risultanti azioni elementari al centro dell'elevazione G (quota estradosso fondazione)

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	61

INVILUPPO: SLU		N_{vert}	V_{trasv}	M_{trasv}	V_{long}	M_{long}	M_{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	SLU1	32630	411	-2470	880	4385	2
N _{vert} Min	SLU37	26848	540	-2205	870	4331	-9
V _{trasv} Max	SLU8	31233	669	17961	861	4277	-16
V _{trasv} Min	SLU3	29948	325	-10675	887	4422	-8
M _{trasv} Max	SLU8	31233	669	17961	861	4277	-16
M _{trasv} Min	SLU3	29948	325	-10675	887	4422	-8
V _{long} Max	SLU3	29948	325	-10675	887	4422	-8
V _{long} Min	SLU45	28561	646	4994	634	3147	-12
M _{long} Max	SLU3	29948	325	-10675	887	4422	-8
M _{long} Min	SLU45	28561	646	4994	634	3147	-12
M _{torc} Max	SLU4	32591	529	5701	871	4336	37
M _{torc} Min	SLU8	31233	669	17961	861	4277	-16
INVILUPPO: SLV		N_{vert}	V_{trasv}	M_{trasv}	V_{long}	M_{long}	M_{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	SLV1	22333	2720	-20129	1375	5190	5
N _{vert} Min	SLV2	18224	209	146	-1143	-3936	-10
V _{trasv} Max	SLV5	21210	5043	-38965	739	3325	2
V _{trasv} Min	SLV7	20308	-4104	35128	38	-472	-5
M _{trasv} Max	SLV7	20308	-4104	35128	38	-472	-5
M _{trasv} Min	SLV5	21210	5043	-38965	739	3325	2
V _{long} Max	SLV1	22333	2720	-20129	1375	5190	5
V _{long} Min	SLV2	18224	209	146	-1143	-3936	-10
M _{long} Max	SLV1	22333	2720	-20129	1375	5190	5
M _{long} Min	SLV2	18224	209	146	-1143	-3936	-10
M _{torc} Max	SLV1	22333	2720	-20129	1375	5190	5
M _{torc} Min	SLV2	18224	209	146	-1143	-3936	-10

Tabella 30 – ENV SLU, SLV - Azioni totali inviluppo

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	62

INVILUPPO: SLE RA		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}	V _{long}	M _{long}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	RA1	23991	265	-1024	655	3265	2
N _{vert} Min	RA45	20098	390	-2104	477	2368	-5
V _{trasv} Max	RA8	22956	456	14110	640	3185	-11
V _{trasv} Min	RA3	22004	201	-7102	660	3292	-5
M _{trasv} Max	RA8	22956	456	14110	640	3185	-11
M _{trasv} Min	RA3	22004	201	-7102	660	3292	-5
V _{long} Max	RA3	22004	201	-7102	660	3292	-5
V _{long} Min	RA44	20976	439	4505	473	2348	-8
M _{long} Max	RA3	22004	201	-7102	660	3292	-5
M _{long} Min	RA44	20976	439	4505	473	2348	-8
M _{torc} Max	RA4	23961	352	5029	648	3228	28
M _{torc} Min	RA8	22956	456	14110	640	3185	-11
INVILUPPO: SLE QP		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}	V _{long}	M _{long}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	QP6	19916	-126	3284	685	3429	1
N _{vert} Min	QP5	19719	-22	2078	677	3386	-5
V _{trasv} Max	QP5	19719	-22	2078	677	3386	-5
V _{trasv} Min	QP3	19916	-126	3284	10	53	1
M _{trasv} Max	QP6	19916	-126	3284	685	3429	1
M _{trasv} Min	QP2	19719	-22	2078	2	9	-5
V _{long} Max	QP6	19916	-126	3284	685	3429	1
V _{long} Min	QP2	19719	-22	2078	2	9	-5
M _{long} Max	QP6	19916	-126	3284	685	3429	1
M _{long} Min	QP2	19719	-22	2078	2	9	-5
M _{torc} Max	QP6	19916	-126	3284	685	3429	1
M _{torc} Min	QP2	19719	-22	2078	2	9	-5

Tabella 31 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni totali inviluppo

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	63

11.2 SOLLECITAZIONI IN FONDAZIONE

In analogia con quanto svolto per gli scarichi di impalcato, sempre mediante foglio di calcolo, si sono valutate le singole azioni caratteristiche permanenti strutturali (G_{k1}), non strutturali (G_{k2}), accidentali (Q_{ki}) e sismiche (E) applicate all'elevazione del fusto pila, secondo le azioni descritte nei capitoli precedenti di analisi dei carichi, combinandole opportunamente con gli involuppi di azioni totali ricavate a testa pulvino.

Tutte le azioni elementari caratteristiche sopra descritte, accorpate per gruppi omogenei dello stesso tipo, sono state valutate come forze F_x (trasversali), F_y (longitudinali), F_z (verticali) e momenti M_x (longitudinali), M_y (trasversali), M_z (torcenti) rispetto al punto G, posto al centro della elevazione pila a quota estradosso fondazione, e i rispettivi assi x, y, z come riportato nella figura seguente.

In analogia con quanto svolto per le elevazioni, sempre mediante foglio di calcolo si sono valutate le singole azioni caratteristiche permanenti strutturali (G_{k1}), non strutturali (G_{k2}) e accidentali (Q_{ki}) applicate all'elevazione del fusto pila e alla fondazione, secondo le azioni descritte nei capitoli precedenti di analisi dei carichi, combinandole opportunamente con gli involuppi di azioni totali ricavate a estradosso fondazione rispetto al punto G posto al centro palificata a quota testa pali.

Il calcolo è stato suddiviso per le azioni statiche SLU / SLE e sismiche SLV GR, adottando uno spettro di progetto con $q > 1.00$, secondo le valutazioni sulle sezioni strutturali come descritto nell'analisi dei carichi per le azioni sismiche e nell'analisi delle elevazioni.

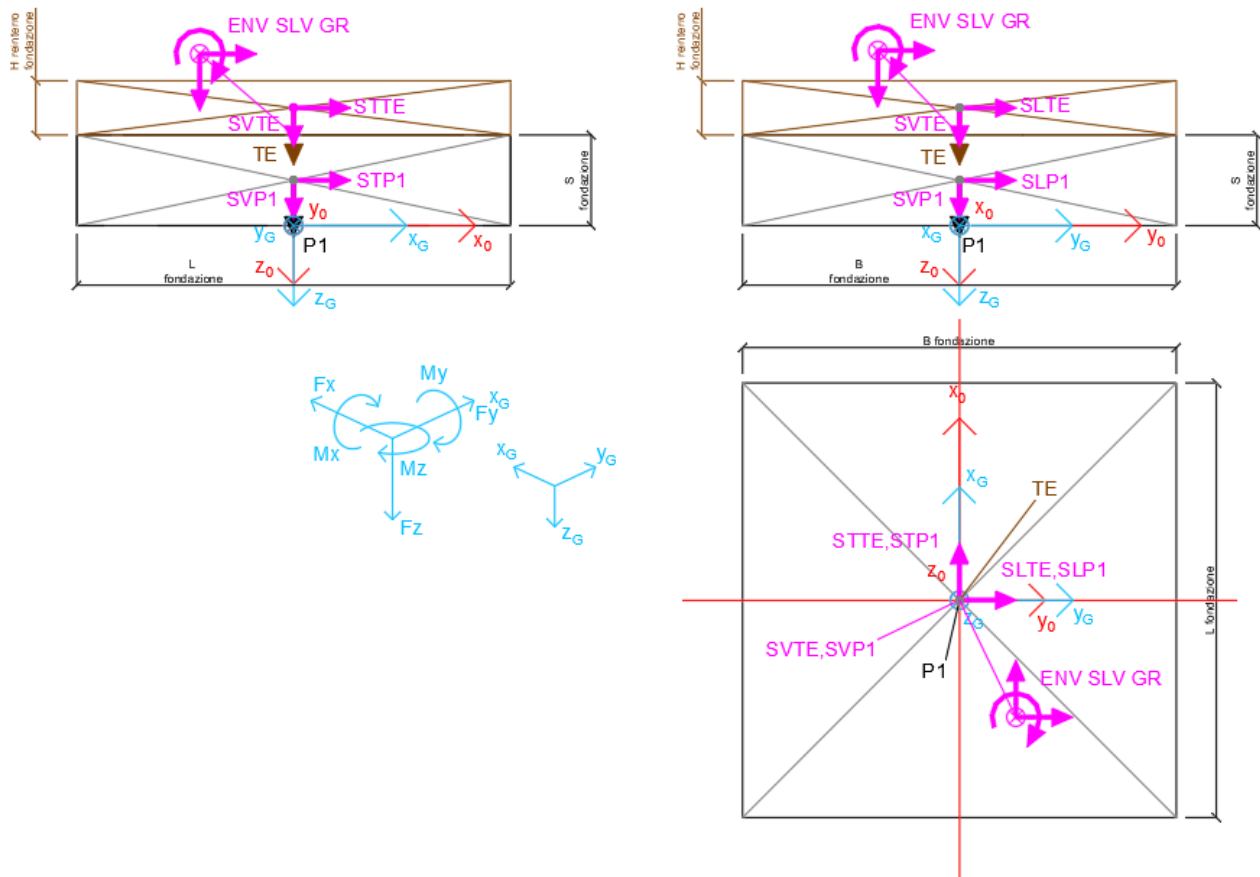


Figura 13 - Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV02 - Relazione di calcolo pile	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	64

11.2.1 Analisi statica (SLU, SLE) e sismica (SLV)

Nel seguito vengono riportati i dettagli dei calcoli effettuati per la valutazione delle risultanti delle combinazioni statiche SLU / SLE e sismiche SLV GR, secondo le combinazioni di carico descritte nei capitoli precedenti. Le azioni risultanti sismiche SLV GR della soprastruttura sono quelle ottenute dall'analisi sismica SLV delle elevazioni, si rimanda alla relazione di calcolo dell'impalcato per ulteriori dettagli, opportunamente amplificate per i coefficienti γ_{Rd} , secondo il Metodo della Gerarchia delle Resistenze descritto nei capitoli precedenti.

NOME: FONDAZIONE SISMA P1			CALCOLO SPETTRO SISMICO ELASTICO												
PGA orizzontale a_g (g)	0,195		Coeff. sismico orizz. k_h		0,2738										
Coeff. stratigrafico SS	1,404		Coeff. sismico vert. k_v		0,1369										
NOME: FONDAZIONE SISMA P1			CALCOLO AZIONI SISMICHE CORPO PILA												
	F_{x0} (kN)	F_{y0} (kN)	F_{z0} (kN)	x_0 (m)	y_0 (m)	z_0 (m)	M_{x0} (kNm)	M_{y0} (kNm)	M_{z0} (kNm)	F_{xG} (m)	F_{yG} (m)	F_{zG} (m)	M_{xG} (kNm)	M_{yG} (kNm)	M_{zG} (kNm)
Sisma long	SLP1	0	2464	0	0,00	0,00	-1,25	3080	0	0					
	SLTE	0	2365	0	0,00	0,00	-4,00	9462	0	0					
		0	4829	0				12542	0	0	0	4829	0	12542	0
Sisma trasv	STP1	2464	0	0	0,00	0,00	-1,25	0	-3080	0					
	STTE	2365	0	0	0,00	0,00	-4,00	0	-9462	0					
		4829	0	0				0	-12542	0	4829	0	0	0	-12542
Sisma vert	SVP1	0	0	1232	0,00	0,00	-1,25	0	0	0					
	SVTE	0	0	1183	0,00	0,00	-4,00	0	0	0					
		0	0	2415				0	0	0	0	2415	0	0	0
NOME: FONDAZIONE SISMA P1			CALCOLO AZIONI DA IMPALCATO												
	F_{x0} (kN)	F_{y0} (kN)	F_{z0} (kN)	x_0 (m)	y_0 (m)	z_0 (m)	M_{x0} (kNm)	M_{y0} (kNm)	M_{z0} (kNm)	F_{xG} (m)	F_{yG} (m)	F_{zG} (m)	M_{xG} (kNm)	M_{yG} (kNm)	M_{zG} (kNm)
ENV	Nvert Max	2992	1512	22333	0,00	0,00	-2,50	5709	-22142	5	2992	1512	22333	9489	-29623
SLV	Nvert Min	230	-1257	18224	0,00	0,00	-2,50	-4329	160	-10	230	-1257	18224	-7473	-415
	Vtrasv Max	5547	813	21210	0,00	0,00	-2,50	3657	-42862	2	5547	813	21210	5689	-56730
	Vtrasv Min	-4515	42	20308	0,00	0,00	-2,50	-519	38641	-5	-4515	42	20308	-415	49927
	Mtrasv Max	-4515	42	20308	0,00	0,00	-2,50	-519	38641	-5	-4515	42	20308	-415	49927
	Mtrasv Min	5547	813	21210	0,00	0,00	-2,50	3657	-42862	2	5547	813	21210	5689	-56730
	Vlong Max	2992	1512	22333	0,00	0,00	-2,50	5709	-22142	5	2992	1512	22333	9489	-29623
	Vlong Min	230	-1257	18224	0,00	0,00	-2,50	-4329	160	-10	230	-1257	18224	-7473	-415
	Mlong Max	2992	1512	22333	0,00	0,00	-2,50	5709	-22142	5	2992	1512	22333	9489	-29623
	Mlong Min	230	-1257	18224	0,00	0,00	-2,50	-4329	160	-10	230	-1257	18224	-7473	-415
	Mtorc Max	2992	1512	22333	0,00	0,00	-2,50	5709	-22142	5	2992	1512	22333	9489	-29623
	Mtorc Min	230	-1257	18224	0,00	0,00	-2,50	-4329	160	-10	230	-1257	18224	-7473	-415

Tabella 32 – Riepilogo azioni elementari sismiche

LINEA PESCARA – BARI

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

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	65

NOME: FONDAZIONE SISMA P1				PARAMETRI DI CALCOLO FONDAZIONE												
S fondazione (m)	2,50	y_{Rd} longitudinale	1,10	Peso terreno (kN/m ³)			20,00	X_G fondazione			0,00					
L fondazione (m)	12,00	y_{Rd} trasversale	1,10	H reinterro fondazione (m)			3,00	Y_G fondazione			0,00					
B fondazione (m)	12,00							Z_G fondazione			0,00					
NOME: FONDAZIONE SISMA P1				CALCOLO AZIONI CORPO PILA												
	F_{xO} (kN)	F_{yO} (kN)	F_{zO} (kN)	x_O (m)	y_O (m)	z_O (m)	M_{xO} (kNm)	M_{yO} (kNm)	M_{zO} (kNm)	F_{xG} (m)	F_{yG} (m)	F_{zG} (m)	M_{xG} (kNm)	M_{yG} (kNm)	M_{zG} (kNm)	
Peso proprio	P1	0	0	9000	0,00	0,00	-1,25	0	0	0	0	0	9000	0	0	0
Peso terreno	TE	0	0	8640	0,00	0,00	-4,00	0	0	0	0	0	8640	0	0	0
		0	0	8640				0	0	0	0	0	8640	0	0	0
NOME: FONDAZIONE SISMA P1				CALCOLO AZIONI DA IMPALCATO												
	F_{xO} (kN)	F_{yO} (kN)	F_{zO} (kN)	x_O (m)	y_O (m)	z_O (m)	M_{xO} (kNm)	M_{yO} (kNm)	M_{zO} (kNm)	F_{xG} (m)	F_{yG} (m)	F_{zG} (m)	M_{xG} (kNm)	M_{yG} (kNm)	M_{zG} (kNm)	
ENV SLU	Nvert Max	411	880	32630	0,00	0,00	-2,50	4385	-2470	2	411	880	32630	6586	-3499	2
	Nvert Min	540	870	26848	0,00	0,00	-2,50	4331	-2205	-9	540	870	26848	6507	-3556	-9
	Vtrasv Max	669	861	31233	0,00	0,00	-2,50	4277	17961	-16	669	861	31233	6428	16288	-16
	Vtrasv Min	325	887	29948	0,00	0,00	-2,50	4422	-10675	-8	325	887	29948	6639	-11487	-8
	Mtrasv Max	669	861	31233	0,00	0,00	-2,50	4277	17961	-16	669	861	31233	6428	16288	-16
	Mtrasv Min	325	887	29948	0,00	0,00	-2,50	4422	-10675	-8	325	887	29948	6639	-11487	-8
	Vlong Max	325	887	29948	0,00	0,00	-2,50	4422	-10675	-8	325	887	29948	6639	-11487	-8
	Vlong Min	646	634	28561	0,00	0,00	-2,50	3147	4994	-12	646	634	28561	4734	3380	-12
	Mlong Max	325	887	29948	0,00	0,00	-2,50	4422	-10675	-8	325	887	29948	6639	-11487	-8
	Mlong Min	646	634	28561	0,00	0,00	-2,50	3147	4994	-12	646	634	28561	4734	3380	-12
Mtorc Max	529	871	32591	0,00	0,00	-2,50	4336	5701	37	529	871	32591	6514	4379	37	
Mtorc Min	669	861	31233	0,00	0,00	-2,50	4277	17961	-16	669	861	31233	6428	16288	-16	
ENV SLE RA	Nvert Max	265	655	23991	0,00	0,00	-2,50	3265	-1024	2	265	655	23991	4903	-1687	2
	Nvert Min	390	477	20098	0,00	0,00	-2,50	2368	-2104	-5	390	477	20098	3560	-3079	-5
	Vtrasv Max	456	640	22956	0,00	0,00	-2,50	3185	14110	-11	456	640	22956	4786	12970	-11
	Vtrasv Min	201	660	22004	0,00	0,00	-2,50	3292	-7102	-5	201	660	22004	4942	-7604	-5
	Mtrasv Max	456	640	22956	0,00	0,00	-2,50	3185	14110	-11	456	640	22956	4786	12970	-11
	Mtrasv Min	201	660	22004	0,00	0,00	-2,50	3292	-7102	-5	201	660	22004	4942	-7604	-5
	Vlong Max	201	660	22004	0,00	0,00	-2,50	3292	-7102	-5	201	660	22004	4942	-7604	-5
	Vlong Min	439	473	20976	0,00	0,00	-2,50	2348	4505	-8	439	473	20976	3530	3409	-8
	Mlong Max	201	660	22004	0,00	0,00	-2,50	3292	-7102	-5	201	660	22004	4942	-7604	-5
	Mlong Min	439	473	20976	0,00	0,00	-2,50	2348	4505	-8	439	473	20976	3530	3409	-8
Mtorc Max	352	648	23961	0,00	0,00	-2,50	3228	5029	28	352	648	23961	4849	4148	28	
Mtorc Min	456	640	22956	0,00	0,00	-2,50	3185	14110	-11	456	640	22956	4786	12970	-11	
ENV SLE QP	Nvert Max	-126	685	19916	0,00	0,00	-2,50	3429	3284	1	-126	685	19916	5141	3600	1
	Nvert Min	-22	677	19719	0,00	0,00	-2,50	3386	2078	-5	-22	677	19719	5078	2134	-5
	Vtrasv Max	-22	677	19719	0,00	0,00	-2,50	3386	2078	-5	-22	677	19719	5078	2134	-5
	Vtrasv Min	-126	10	19916	0,00	0,00	-2,50	53	3284	1	-126	10	19916	77	3600	1
	Mtrasv Max	-126	685	19916	0,00	0,00	-2,50	3429	3284	1	-126	685	19916	5141	3600	1
	Mtrasv Min	-22	2	19719	0,00	0,00	-2,50	9	2078	-5	-22	2	19719	14	2134	-5
	Vlong Max	-126	685	19916	0,00	0,00	-2,50	3429	3284	1	-126	685	19916	5141	3600	1
	Vlong Min	-22	2	19719	0,00	0,00	-2,50	9	2078	-5	-22	2	19719	14	2134	-5
	Mlong Max	-126	685	19916	0,00	0,00	-2,50	3429	3284	1	-126	685	19916	5141	3600	1
	Mlong Min	-22	2	19719	0,00	0,00	-2,50	9	2078	-5	-22	2	19719	14	2134	-5
Mtorc Max	-126	685	19916	0,00	0,00	-2,50	3429	3284	1	-126	685	19916	5141	3600	1	
Mtorc Min	-22	2	19719	0,00	0,00	-2,50	9	2078	-5	-22	2	19719	14	2134	-5	

Tabella 33 – Riepilogo azioni elementari statiche

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	66

Tipo azione	Descrizione azione	V _{trasv}		V _{long}		N _{vert}		M _{long}		M _{trasv}		M _{torc}		
		F _x [kN]	F _y [kN]	F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	M _x [kNm]	M _y [kNm]
Gk1 Perm. Str.	Permanenti Strutturali	0	0	0	0	9000	0	0	0	0	0	0	0	0
Gk2 Perm. Non Str.	G2 (terreno)	0	0	0	0	8640	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU Impalcato	Nvert Max	411	880	32630	6586	-3499	2							
	Nvert Min	540	870	26848	6507	-3556	-9							
	Vtrasv Max	669	861	31233	6428	16288	-16							
	Vtrasv Min	325	887	29948	6639	-11487	-8							
	Mtrasv Max	669	861	31233	6428	16288	-16							
	Mtrasv Min	325	887	29948	6639	-11487	-8							
	Vlong Max	325	887	29948	6639	-11487	-8							
	Vlong Min	646	634	28561	4734	3380	-12							
	Mlong Max	325	887	29948	6639	-11487	-8							
	Mlong Min	646	634	28561	4734	3380	-12							
	Mtorc Max	529	871	32591	6514	4379	37							
	Mtorc Min	669	861	31233	6428	16288	-16							
SLE RA Impalcato	Nvert Max	265	655	23991	4903	-1687	2							
	Nvert Min	390	477	20098	3560	-3079	-5							
	Vtrasv Max	456	640	22956	4786	12970	-11							
	Vtrasv Min	201	660	22004	4942	-7604	-5							
	Mtrasv Max	456	640	22956	4786	12970	-11							
	Mtrasv Min	201	660	22004	4942	-7604	-5							
	Vlong Max	201	660	22004	4942	-7604	-5							
	Vlong Min	439	473	20976	3530	3409	-8							
	Mlong Max	201	660	22004	4942	-7604	-5							
	Mlong Min	439	473	20976	3530	3409	-8							
	Mtorc Max	352	648	23961	4849	4148	28							
	Mtorc Min	456	640	22956	4786	12970	-11							
SLE QP Impalcato	Nvert Max	-126	685	19916	5141	3600	1							
	Nvert Min	-22	677	19719	5078	2134	-5							
	Vtrasv Max	-22	677	19719	5078	2134	-5							
	Vtrasv Min	-126	10	19916	77	3600	1							
	Mtrasv Max	-126	685	19916	5141	3600	1							
	Mtrasv Min	-22	2	19719	14	2134	-5							
	Vlong Max	-126	685	19916	5141	3600	1							
	Vlong Min	-22	2	19719	14	2134	-5							
	Mlong Max	-126	685	19916	5141	3600	1							
	Mlong Min	-22	2	19719	14	2134	-5							
	Mtorc Max	-126	685	19916	5141	3600	1							

LINEA PESCARA – BARI

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

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	67

SLV Impalcato	Mtorc Min	-22	2	19719	14	2134	-5
	Nvert Max	2992	1512	22333	9489	-29623	5
	Nvert Min	230	-1257	18224	-7473	-415	-10
	Vtrasv Max	5547	813	21210	5689	-56730	2
	Vtrasv Min	-4515	42	20308	-415	49927	-5
	Mtrasv Max	-4515	42	20308	-415	49927	-5
	Mtrasv Min	5547	813	21210	5689	-56730	2
	Vlong Max	2992	1512	22333	9489	-29623	5
	Vlong Min	230	-1257	18224	-7473	-415	-10
	Mlong Max	2992	1512	22333	9489	-29623	5
	Mlong Min	230	-1257	18224	-7473	-415	-10
	Mtorc Max	2992	1512	22333	9489	-29623	5
	Mtorc Min	230	-1257	18224	-7473	-415	-10
E Sisma	Sisma long	0	4737	0	12301	0	0
	Sisma trasv	4737	0	0	0	-12301	0
	Sisma vert	0	0	2368	0	0	0

Tabella 34 – Risultanti azioni elementari al centro della palificata G (quota testa palo)

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	69

INVILUPPO: SLU		N _{vert}	V _{trasv}	M _{long}	V _{long}	M _{trasv}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	Mx (kNm)	Fy (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	SLU11	57701	529	4379	871	6514	37
N _{vert} Min	SLU14	44488	540	-3556	870	6507	-9
V _{trasv} Max	SLU24	48873	669	16288	861	6428	-16
V _{trasv} Min	SLU4	55058	325	-11487	887	6639	-8
M _{long} Max	SLU24	48873	669	16288	861	6428	-16
M _{long} Min	SLU4	55058	325	-11487	887	6639	-8
V _{long} Max	SLU4	55058	325	-11487	887	6639	-8
V _{long} Min	SLU8	53671	646	3380	634	4734	-12
M _{trasv} Max	SLU4	55058	325	-11487	887	6639	-8
M _{trasv} Min	SLU8	53671	646	3380	634	4734	-12
M _{torc} Max	SLU11	57701	529	4379	871	6514	37
M _{torc} Min	SLU24	48873	669	16288	861	6428	-16
INVILUPPO: SLV GR		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}	V _{long}	M _{long}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	SLV1	42341	4413	-33313	2933	13179	5
N _{vert} Min	SLV2	33496	1651	-4105	-2678	-11163	-10
V _{trasv} Max	SLV3	39561	10284	-69030	2234	9379	2
V _{trasv} Min	SLV4	38659	-9251	62227	1463	3275	-5
M _{trasv} Max	SLV4	38659	-9251	62227	1463	3275	-5
M _{trasv} Min	SLV3	39561	10284	-69030	2234	9379	2
V _{long} Max	SLV7	40683	4413	-33313	6249	21790	5
V _{long} Min	SLV8	36574	1651	-4105	-5994	-19773	-10
M _{long} Max	SLV7	40683	4413	-33313	6249	21790	5
M _{long} Min	SLV8	36574	1651	-4105	-5994	-19773	-10
M _{torc} Max	SLV11	42341	4413	-33313	2933	13179	5
M _{torc} Min	SLV8	36574	1651	-4105	-5994	-19773	-10

Tabella 36 – ENV SLU, SLV - Azioni totali inviluppo

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	70

INVILUPPO: SLE RA		N _{vert}	V _{trasv}	M _{long}	V _{long}	M _{trasv}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	Mx (kNm)	Fy (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	RA1	41631	265	-1687	655	4903	2
N _{vert} Min	RA2	37738	390	-3079	477	3560	-5
V _{trasv} Max	RA12	40596	456	12970	640	4786	-11
V _{trasv} Min	RA4	39644	201	-7604	660	4942	-5
M _{trasv} Max	RA12	40596	456	12970	640	4786	-11
M _{trasv} Min	RA4	39644	201	-7604	660	4942	-5
V _{long} Max	RA4	39644	201	-7604	660	4942	-5
V _{long} Min	RA8	38616	439	3409	473	3530	-8
M _{long} Max	RA4	39644	201	-7604	660	4942	-5
M _{long} Min	RA8	38616	439	3409	473	3530	-8
M _{torc} Max	RA11	41601	352	4148	648	4849	28
M _{torc} Min	RA12	40596	456	12970	640	4786	-11
INVILUPPO: SLE QP		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}	V _{long}	M _{long}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	QP1	37556	-126	3600	685	5141	1
N _{vert} Min	QP12	37359	-22	2134	2	14	-5
V _{trasv} Max	QP2	37359	-22	2134	677	5078	-5
V _{trasv} Min	QP4	37556	-126	3600	10	77	1
M _{trasv} Max	QP1	37556	-126	3600	685	5141	1
M _{trasv} Min	QP12	37359	-22	2134	2	14	-5
V _{long} Max	QP1	37556	-126	3600	685	5141	1
V _{long} Min	QP12	37359	-22	2134	2	14	-5
M _{long} Max	QP1	37556	-126	3600	685	5141	1
M _{long} Min	QP12	37359	-22	2134	2	14	-5
M _{torc} Max	QP1	37556	-126	3600	685	5141	1
M _{torc} Min	QP12	37359	-22	2134	2	14	-5

Tabella 37 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni totali inviluppo

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.	MANDANTI HY pro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA											
		IV02 - Relazione di calcolo pile			COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR
			LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	71

11.3 VERIFICHE ELEVAZIONE

Nelle seguenti tabelle sono riportate le sollecitazioni a quota spiccato pila (estradosso plinto) per le combinazioni di carico allo SLU e la relativa verifica di resistenza a pressoflessione.

11.3.1 Verifica a pressoflessione SLU, SLV, SLE

Il fusto è armato con un quantitativo di armatura longitudinale 106 $\Phi 24$ distribuito lungo il perimetro. La verifica risulta soddisfatta e porge i seguenti risultati. I domini di resistenza M-N e i coefficienti di sicurezza a pressoflessione sono ottenuti attraverso il software SAX 10.0 distribuito da Aztec.

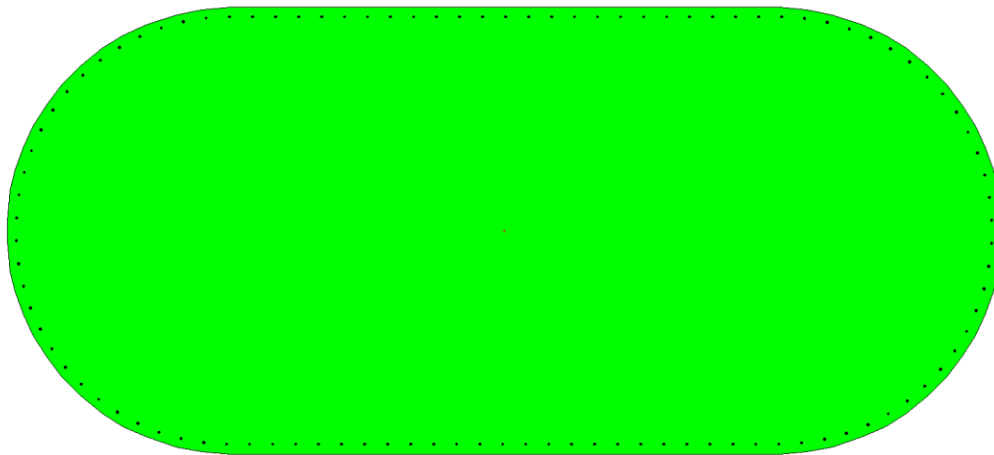


Figura 14 – Sezione trasversale base pila e relativa armatura

Dati

Nome sezione:	PILA	
Tipo sezione	Sezione generica	
Dimensione massima direzione X	778,0	[cm]
Dimensione massima direzione Y	350,0	[cm]

Coordinate dei vertici :

Nr. poligono	Nr. vertici	X[cm]	Y[cm]
	1	0,00	175,00
	2	-214,00	175,00
	3	-237,00	173,00
	4	-257,00	169,00
	5	-281,00	161,00
	6	-299,00	153,00
	7	-315,00	143,00
	8	-332,00	129,00
	9	-347,00	114,00
	10	-359,00	98,00
	11	-369,00	82,00

LINEA PESCARA – BARI

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

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	72

12	-377,00	65,00
13	-383,00	48,00
14	-387,00	32,00
15	-388,00	19,00
16	-389,00	8,00
17	-389,00	0,00
18	-389,00	-8,00
19	-388,00	-19,00
20	-387,00	-32,00
21	-383,00	-48,00
22	-377,00	-65,00
23	-369,00	-82,00
24	-359,00	-98,00
25	-347,00	-114,00
26	-332,00	-129,00
27	-315,00	-143,00
28	-299,00	-153,00
29	-281,00	-161,00
30	-257,00	-169,00
31	-237,00	-173,00
32	-214,00	-175,00
33	0,00	-175,00
34	215,00	-175,00
35	237,00	-173,00
36	257,00	-169,00
37	281,00	-161,00
38	299,00	-153,00
39	315,00	-143,00
40	332,00	-129,00
41	347,00	-114,00
42	359,00	-98,00
43	369,00	-82,00
44	377,00	-65,00
45	383,00	-48,00
46	387,00	-32,00
47	388,00	-19,00
48	389,00	-8,00
49	389,00	0,00
50	389,00	8,00
51	388,00	19,00
52	387,00	32,00
53	383,00	48,00
54	377,00	65,00
55	369,00	82,00
56	359,00	98,00
57	347,00	114,00
58	332,00	129,00
59	315,00	143,00
60	299,00	153,00
61	281,00	161,00
62	257,00	169,00
63	237,00	173,00
64	215,00	175,00

Caratteristiche geometriche

Area sezione	245836,00 [cmq]	
Inerzia in direzione X	10483044989,9	[cm^4]

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	73

Inerzia in direzione Y 2258480279,7 [cm⁴]
 Inerzia in direzione XY 0,0 [cm⁴]
 Ascissa baricentro sezione X_G = 0,00 [cm]
 Ordinata baricentro sezione Y_G = 0,00 [cm]

Elenco ferri

Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine
 N° numero d'ordine
 X Ascissa posizione ferro espresso in [cm]
 Y Ordinata posizione ferro espresso in [cm]
 d Diametro ferro espresso in [mm]
 w Area del ferro espresso in [cm²]

N°	X	Y	d	w
1	-215,00	167,20	24	4,52
2	-196,98	167,20	24	4,52
3	-178,96	167,20	24	4,52
4	-160,94	167,20	24	4,52
5	-142,92	167,20	24	4,52
6	-124,90	167,20	24	4,52
7	-106,88	167,20	24	4,52
8	-88,86	167,20	24	4,52
9	-70,84	167,20	24	4,52
10	-52,82	167,20	24	4,52
11	-34,80	167,20	24	4,52
12	-16,78	167,20	24	4,52
13	1,24	167,20	24	4,52
14	19,26	167,20	24	4,52
15	37,28	167,20	24	4,52
16	55,30	167,20	24	4,52
17	73,32	167,20	24	4,52
18	91,34	167,20	24	4,52
19	109,36	167,20	24	4,52
20	127,38	167,20	24	4,52
21	145,40	167,20	24	4,52
22	163,42	167,20	24	4,52
23	181,44	167,20	24	4,52
24	199,46	167,20	24	4,52
25	217,48	167,18	24	4,52
26	235,45	165,94	24	4,52
27	253,18	162,78	24	4,52
28	270,47	157,73	24	4,52
29	287,11	150,85	24	4,52
30	302,92	142,22	24	4,52
31	317,71	131,93	24	4,52
32	331,30	120,12	24	4,52
33	343,55	106,91	24	4,52
34	354,31	92,47	24	4,52
35	363,44	76,94	24	4,52
36	370,86	60,53	24	4,52
37	376,47	43,41	24	4,52
38	380,20	25,79	24	4,52
39	382,01	7,87	24	4,52
40	381,89	-10,14	24	4,52
41	379,83	-28,03	24	4,52
42	375,86	-45,60	24	4,52
43	370,02	-62,64	24	4,52
44	362,39	-78,95	24	4,52

LINEA PESCARA – BARI

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

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	74

45	353,04	-94,34	24	4,52
46	342,09	-108,65	24	4,52
47	329,67	-121,69	24	4,52
48	315,91	-133,31	24	4,52
49	300,99	-143,40	24	4,52
50	285,06	-151,81	24	4,52
51	268,33	-158,47	24	4,52
52	250,97	-163,28	24	4,52
53	233,20	-166,21	24	4,52
54	215,21	-167,20	24	4,52
55	197,19	-167,20	24	4,52
56	179,17	-167,20	24	4,52
57	161,15	-167,20	24	4,52
58	143,13	-167,20	24	4,52
59	125,11	-167,20	24	4,52
60	107,09	-167,20	24	4,52
61	89,07	-167,20	24	4,52
62	71,05	-167,20	24	4,52
63	53,03	-167,20	24	4,52
64	35,01	-167,20	24	4,52
65	16,99	-167,20	24	4,52
66	-1,03	-167,20	24	4,52
67	-19,05	-167,20	24	4,52
68	-37,07	-167,20	24	4,52
69	-55,09	-167,20	24	4,52
70	-73,11	-167,20	24	4,52
71	-91,13	-167,20	24	4,52
72	-109,15	-167,20	24	4,52
73	-127,17	-167,20	24	4,52
74	-145,19	-167,20	24	4,52
75	-163,21	-167,20	24	4,52
76	-181,23	-167,20	24	4,52
77	-199,25	-167,20	24	4,52
78	-217,27	-167,18	24	4,52
79	-235,24	-165,97	24	4,52
80	-252,97	-162,83	24	4,52
81	-270,27	-157,80	24	4,52
82	-286,92	-150,94	24	4,52
83	-302,74	-142,33	24	4,52
84	-317,54	-132,07	24	4,52
85	-331,15	-120,27	24	4,52
86	-343,41	-107,08	24	4,52
87	-354,19	-92,64	24	4,52
88	-363,34	-77,13	24	4,52
89	-370,78	-60,73	24	4,52
90	-376,41	-43,62	24	4,52
91	-380,17	-26,01	24	4,52
92	-382,00	-8,09	24	4,52
93	-381,91	9,92	24	4,52
94	-379,87	27,82	24	4,52
95	-375,92	45,39	24	4,52
96	-370,10	62,44	24	4,52
97	-362,49	78,76	24	4,52
98	-353,16	94,17	24	4,52
99	-342,23	108,48	24	4,52
100	-329,82	121,54	24	4,52
101	-316,08	133,18	24	4,52
102	-301,17	143,29	24	4,52
103	-285,26	151,72	24	4,52

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	75

104	-268,53	158,40	24	4,52
105	-251,18	163,24	24	4,52
106	-233,41	166,18	24	4,52

Materiale impiegato : Calcestruzzo armato

Caratteristiche calcestruzzo

Resistenza caratteristica calcestruzzo	40,000	[MPa]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

Tensione ammissibile acciaio	450,000	[MPa]
Tensione snervamento acciaio	450,000	[MPa]
Modulo elastico E	200000,000	[MPa]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

Combinazioni

Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
N	sforzo normale espresso in [kN]
M _y	momento lungo Y espresso in [kNm]
M _x	momento lungo X espresso in [kNm]
M _t	momento torcente espresso in [kNm]
T _y	taglio lungo Y espresso in [kN]
T _x	taglio lungo X espresso in [kN]
VD	verifica di dominio
VT	verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLER - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM - Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M _y	M _x	M _t	T _y	T _x	VD	VT
1	32630,2900	4385,2800	-2470,4400	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	26847,6400	4331,1300	-2205,1800	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	31232,9300	4277,1400	17960,7300	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
4	29948,3700	4421,6000	-10675,1400	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
5	29948,3700	4421,6000	-10675,1400	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
6	28560,8900	3147,4800	4994,1600	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
7	22332,6800	5189,9800	-20128,9400	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
8	18223,9900	-3935,5900	145,8600	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
9	20308,2700	-471,6800	35127,7500	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
10	21210,3800	3324,7900	-38965,3400	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
11	22332,6800	5189,9800	-20128,9400	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
12	18223,9900	-3935,5900	145,8600	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
13	23990,6300	3264,9800	-1024,2100	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
14	20097,7700	2368,4200	-2103,8100	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
15	22955,5500	3184,8700	14110,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
16	22004,0300	3291,8800	-7101,7600	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
17	22004,0300	3291,8800	-7101,7600	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
18	20976,2600	2348,0800	4505,1300	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
19	19915,7800	3429,2300	3283,6400	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
20	19718,7100	3385,6000	2077,8200	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
21	19915,7800	3429,2300	3283,6400	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
22	19718,7100	9,4100	2077,8200	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
23	19915,7800	3429,2300	3283,6400	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
24	19718,7100	9,4100	2077,8200	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP

MANDATARIA  CORPORAZIONE STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV02 - Relazione di calcolo pile	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 02 05			PROGR 001

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione
Xc posizione asse neutro espresso in [cm]
a inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]
(xi; yi) - (xf; yf) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	Xc	a	(xi; yi)	(xf; yf)
13	885,78	3,94	(-49349,60; -4097,66)	(12674,98; 175,00)
14	1006,49	11,03	(-205824,94; -40944,59)	(9253,05; 998,22)
15	814,90	-44,20	(-7298,78; 6413,17)	(41654,46; -41193,46)
16	840,23	25,34	(-6438,91; -3684,44)	(31608,13; 14333,95)
17	840,23	25,34	(-6438,91; -3684,44)	(31608,13; 14333,95)
18	1039,68	-22,84	(-12569,02; 4444,34)	(48654,64; -21338,40)
19	758,26	-11,87	(-75924,97; 15405,39)	(6548,06; -1928,02)
20	751,53	-7,67	(-17080,88; 1747,35)	(11849,20; -2149,44)
21	758,26	-11,87	(-75924,97; 15405,39)	(6548,06; -1928,02)
22	4496,40	-88,79	(-5804,71; 80524,27)	(389,00; -213462,25)
23	758,26	-11,87	(-75924,97; 15405,39)	(6548,06; -1928,02)
24	4496,40	-88,79	(-5804,71; 80524,27)	(389,00; -213462,25)

Risultati tensionali

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione
Sc-max Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [MPa]
Sc-min Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [MPa]
Sf-max Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]
Sf-min Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]
tc Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

N°	Sc-max	Sc-min	tc	Sf-max	Sf-min
13	1,206	0,000	0,000	17,935	10,509
14	1,010	0,000	0,000	15,050	8,778
15	1,506	0,000	0,000	22,398	4,819
16	1,273	0,000	0,000	18,935	7,153
17	1,273	0,000	0,000	18,935	7,153
18	1,102	0,000	0,000	16,417	8,453
19	1,105	0,000	0,000	16,428	7,185
20	1,068	0,000	0,000	15,865	7,514
21	1,105	0,000	0,000	16,428	7,185
22	0,853	0,000	0,000	12,777	10,602
23	1,105	0,000	0,000	16,428	7,185
24	0,853	0,000	0,000	12,777	10,602

Sollecitazioni ultime

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione
Nu Storzo normale ultimo, espresso in [kN]
Mxu Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]
Myu Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]
FS Fattore di sicurezza

Combinazione n° 1

Nu	Mxu	Myu	FS
434349.7264	-32884.6277	58373.5286	13,31

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	77

<u>469200,6375</u>	<u>-35523,1910</u>	<u>4385,2800</u>	<u>14,38</u>
<u>436062,6448</u>	<u>-2470,4400</u>	<u>58603,7328</u>	<u>13,36</u>
<u>478405,6021</u>	<u>-2470,4400</u>	<u>4385,2800</u>	<u>14,66</u>
<u>32630,2900</u>	<u>-166650,7786</u>	<u>4385,2800</u>	<u>67,46</u>
<u>32630,2900</u>	<u>-43612,4291</u>	<u>77416,4575</u>	<u>17,65</u>
<u>32630,2900</u>	<u>-2470,4400</u>	<u>79447,5399</u>	<u>18,12</u>

Combinazione n° 2

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
<u>425524,5348</u>	<u>-34951,2357</u>	<u>68646,7071</u>	<u>15,85</u>
<u>468171,4133</u>	<u>-38454,1150</u>	<u>4331,1300</u>	<u>17,44</u>
<u>427309,9894</u>	<u>-2205,1800</u>	<u>68934,7412</u>	<u>15,92</u>
<u>478452,4930</u>	<u>-2205,1800</u>	<u>4331,1300</u>	<u>17,82</u>
<u>26847,6400</u>	<u>-149766,8317</u>	<u>4331,1300</u>	<u>67,92</u>
<u>26847,6400</u>	<u>-35572,9800</u>	<u>69867,8570</u>	<u>16,13</u>
<u>26847,6400</u>	<u>-2205,1800</u>	<u>71239,8288</u>	<u>16,45</u>

Combinazione n° 3

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
<u>384605,4884</u>	<u>221170,2627</u>	<u>52669,1386</u>	<u>12,31</u>
<u>393270,4350</u>	<u>226153,1051</u>	<u>4277,1400</u>	<u>12,59</u>
<u>434565,6901</u>	<u>17960,7300</u>	<u>59510,8527</u>	<u>13,91</u>
<u>475139,0739</u>	<u>17960,7300</u>	<u>4277,1400</u>	<u>15,21</u>
<u>31232,9300</u>	<u>162606,9686</u>	<u>4277,1400</u>	<u>9,05</u>
<u>31232,9300</u>	<u>150617,2697</u>	<u>35867,7598</u>	<u>8,39</u>
<u>31232,9300</u>	<u>17960,7300</u>	<u>77111,3934</u>	<u>18,03</u>

Combinazione n° 4

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
<u>408761,5489</u>	<u>-145703,6480</u>	<u>60349,8643</u>	<u>13,65</u>
<u>424447,1089</u>	<u>-151294,7887</u>	<u>4421,6000</u>	<u>14,17</u>
<u>431426,6557</u>	<u>-10675,1400</u>	<u>63696,1578</u>	<u>14,41</u>
<u>477197,2015</u>	<u>-10675,1400</u>	<u>4421,6000</u>	<u>15,93</u>
<u>29948,3700</u>	<u>-158882,8849</u>	<u>4421,6000</u>	<u>14,88</u>
<u>29948,3700</u>	<u>-126949,9388</u>	<u>52582,1534</u>	<u>11,89</u>
<u>29948,3700</u>	<u>-10675,1400</u>	<u>75521,5924</u>	<u>17,08</u>

Combinazione n° 5

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
<u>408761,5489</u>	<u>-145703,6480</u>	<u>60349,8643</u>	<u>13,65</u>
<u>424447,1089</u>	<u>-151294,7887</u>	<u>4421,6000</u>	<u>14,17</u>
<u>431426,6557</u>	<u>-10675,1400</u>	<u>63696,1578</u>	<u>14,41</u>
<u>477197,2015</u>	<u>-10675,1400</u>	<u>4421,6000</u>	<u>15,93</u>
<u>29948,3700</u>	<u>-158882,8849</u>	<u>4421,6000</u>	<u>14,88</u>
<u>29948,3700</u>	<u>-126949,9388</u>	<u>52582,1534</u>	<u>11,89</u>
<u>29948,3700</u>	<u>-10675,1400</u>	<u>75521,5924</u>	<u>17,08</u>

Combinazione n° 6

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
<u>435795,2142</u>	<u>76203,1935</u>	<u>48025,6995</u>	<u>15,26</u>
<u>453116,6687</u>	<u>79232,0247</u>	<u>3147,4800</u>	<u>15,86</u>
<u>444039,2288</u>	<u>4994,1600</u>	<u>48934,2101</u>	<u>15,55</u>
<u>478969,1391</u>	<u>4994,1600</u>	<u>3147,4800</u>	<u>16,77</u>
<u>28560,8900</u>	<u>154881,8606</u>	<u>3147,4800</u>	<u>31,01</u>

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	78

28560,8900	<u>98301,1847</u>	<u>61952,5632</u>	19,68
28560,8900	4994,1600	<u>73662,1751</u>	23,40

Combinazione n° 7

N_u	M_{xu}	M_{yu}	FS
<u>331442,2137</u>	<u>-298736,2212</u>	<u>77025,1694</u>	14,84
<u>350158,3780</u>	<u>-315605,5154</u>	5189,9800	15,68
<u>404613,4890</u>	-20128,9400	<u>94029,7320</u>	18,12
<u>474241,0968</u>	-20128,9400	5189,9800	21,24
22332,6800	<u>-136129,1619</u>	5189,9800	6,76
22332,6800	<u>-125106,4379</u>	<u>32257,0344</u>	6,22
22332,6800	-20128,9400	<u>64224,4023</u>	12,37

Combinazione n° 8

N_u	M_{xu}	M_{yu}	FS
<u>410254,5639</u>	<u>3283,5691</u>	<u>-88597,1601</u>	22,51
<u>478626,8675</u>	<u>3830,8030</u>	-3935,5900	26,26
<u>410352,8801</u>	145,8600	<u>-88618,3921</u>	22,52
<u>478772,9545</u>	145,8600	-3935,5900	26,27
18223,9900	<u>123636,6860</u>	-3935,5900	847,64
18223,9900	<u>2172,8133</u>	<u>-58626,7824</u>	14,90
18223,9900	145,8600	<u>-58638,7617</u>	14,90

Combinazione n° 9

N_u	M_{xu}	M_{yu}	FS
<u>247836,3325</u>	<u>428689,0380</u>	<u>-5756,2481</u>	12,20
<u>247957,5334</u>	<u>428898,6824</u>	-471,6800	12,21
<u>467891,3220</u>	35127,7500	<u>-10867,2466</u>	23,04
<u>469607,5644</u>	35127,7500	-471,6800	23,12
20308,2700	<u>130201,3897</u>	-471,6800	3,71
20308,2700	<u>130171,0304</u>	<u>-1747,8794</u>	3,71
20308,2700	35127,7500	<u>-60314,4059</u>	127,87

Combinazione n° 10

N_u	M_{xu}	M_{yu}	FS
<u>230749,8022</u>	<u>-423907,7517</u>	<u>36170,7162</u>	10,88
<u>235670,1161</u>	<u>-432946,8025</u>	3324,7900	11,11
<u>426629,7363</u>	-38965,3400	<u>66875,4771</u>	20,11
<u>468086,4437</u>	-38965,3400	3324,7900	22,07
21210,3800	<u>-132868,7634</u>	3324,7900	3,41
21210,3800	<u>-131730,2448</u>	<u>11240,1278</u>	3,38
21210,3800	-38965,3400	<u>61350,2461</u>	18,45

Combinazione n° 11

N_u	M_{xu}	M_{yu}	FS
<u>331442,2137</u>	<u>-298736,2212</u>	<u>77025,1694</u>	14,84
<u>350158,3780</u>	<u>-315605,5154</u>	5189,9800	15,68
<u>404613,4890</u>	-20128,9400	<u>94029,7320</u>	18,12
<u>474241,0968</u>	-20128,9400	5189,9800	21,24
22332,6800	<u>-136129,1619</u>	5189,9800	6,76
22332,6800	<u>-125106,4379</u>	<u>32257,0344</u>	6,22
22332,6800	-20128,9400	<u>64224,4023</u>	12,37

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	79

Combinazione n° 12

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
410254,5639	3283,5691	-88597,1601	22,51
478626,8675	3830,8030	-3935,5900	26,26
410352,8801	145,8600	-88618,3921	22,52
478772,9545	145,8600	-3935,5900	26,27
18223,9900	123636,6860	-3935,5900	847,64
18223,9900	2172,8133	-58626,7824	14,90
18223,9900	145,8600	-58638,7617	14,90

Risultati fessurazione

Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
Mx	Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]
My	Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]
sr	Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
sc	Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
A _{eff}	Area efficace a trazione, espressa in [cm ²]
e	Deformazione media acciaio teso, espressa in [‰]
S _{rm}	Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]
w	Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M _x	M _y	s _r	s _c	A _{eff}	e	S _{rm}	w
13	-12468,9566	39748,5807	-166,462	-11,466	45362,43	0,0000	0	0,0000
14	-29072,0244	32728,6039	-168,310	-11,521	47421,69	0,0000	0	0,0000
15	73002,7148	16477,9700	-169,797	-11,523	64438,70	0,0000	0	0,0000
16	-53865,1851	24968,1383	-143,031	-9,755	52152,00	0,0000	0	0,0000
17	-53865,1851	24968,1383	-143,031	-9,755	52152,00	0,0000	0	0,0000
18	49848,5595	25981,1383	-149,526	-10,195	52981,38	0,0000	0	0,0000
19	30730,2528	32092,7704	-167,589	-11,462	49449,78	0,0000	0	0,0000
20	21378,8198	34834,6500	-183,014	-12,549	49461,32	0,0000	0	0,0000
21	30730,2528	32092,7704	-167,589	-11,462	49449,78	0,0000	0	0,0000
22	83560,8299	378,4290	-259,254	-17,510	76081,96	0,0000	0	0,0000
23	30730,2528	32092,7704	-167,589	-11,462	49449,78	0,0000	0	0,0000
24	83560,8299	378,4290	-259,254	-17,510	76081,96	0,0000	0	0,0000

Inviluppo verifiche a pressoflessione

Simbologia adottata

N	Sforzo normale espresso in [kN]
M _x	Momento in direzione X espresso in [kNm]
M _y	Momento in direzione Y espresso in [kNm]
N _u	Sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _{x,u}	Momento ultimo in direzione X espresso in [kNm]
M _{y,u}	Momento ultimo in direzione Y espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza
Comb.	Combinazione critica

Sezione n° 1 - PILA

N	M _x	M _y	N	M _{x,u}	M _{y,u}	FS	Comb.
21210,38	-38965,34	3324,79	230749,80	-423907,75	36170,72	10,879	10
21210,38	-38965,34	3324,79	235670,12	-432946,80	3324,79	11,111	10
32630,29	-2470,44	4385,28	436062,64	-2470,44	58603,73	13,364	1
32630,29	-2470,44	4385,28	478405,60	-2470,44	4385,28	14,661	1
21210,38	-38965,34	3324,79	21210,38	-132868,76	3324,79	3,410	10
21210,38	-38965,34	3324,79	21210,38	-131730,24	11240,13	3,381	10
22332,68	-20128,94	5189,98	22332,68	-20128,94	64224,40	12,375	7

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	80

Inviluppo verifiche tensionali

Simbologia adottata

TC	Tipo combinazione
scc	tensione di compressione nel cls espresso in [MPa]
scl	tensione di compressione limite nel cls espresso in [MPa]
sct	tensione di trazione nel cls espresso in [MPa]
sctl	tensione di trazione limite nel cls espresso in [MPa]
sfc, sft	tensione minima e massima nell'armatura espressa in [MPa]
sf	tensione limite nell'armatura espressa in [MPa]
Comb.	Combinazione critica

Sezione n° 1 - PILA

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	1,105	14,940	0,469	3,099	7,185	16,428	450,000	19
SLER	1,506	18,260	0,309	3,099	4,819	22,398	337,500	15

Inviluppo verifiche fessurazione

Simbologia adottata

TC	Tipo combinazione
sf	tensione nell'acciaio espresso in [MPa]
sc	tensione nel cls espresso in [MPa]
Aeff	Area efficace a trazione espresso in [cmq]
Eps	Deformazione espressa in [%]
sr	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w, wl	ampiezza fessure e fessura limite espresse in [mm]
Comb.	Combinazione critica

Sezione n° 1 - PILA

TC	sf	sc	Aeff	Esp	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-167,589	-11,462	4849,444	0,0000	0,000	0,000	0,200	19
SLER	-166,462	-11,466	4448,605	0,0000	0,000	0,000	0,200	13

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									
		IV02 - Relazione di calcolo pile	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 02 05			PROGR 001

11.3.2 Verifica a taglio SLU, SLV

Secondo le sollecitazioni a quota spiccato elevazione (estradosso plinto) per le combinazioni di carico allo SLU riportate nel capitolo precedente, si riporta la relativa verifica di resistenza a taglio.

Il valore dei tagli resistenti è stato, invece, ricavato attraverso un apposito foglio di calcolo realizzato in accordo con il D.M. 14/01/2008 p.to 4.1.2.1.3.2. Per ricavare il valore del taglio resistente della sezione, si considera una geometria semplificata, considerando la sezione trasversale armata a taglio con staffe chiuse $1\emptyset 16/20$, ganci interni in direzione longitudinale $4\emptyset 16/20$, ganci interni in direzione trasversale $3\emptyset 14/20$.

In accordo con il §7.9.6.2 del D.M. 14/01/2008, si verifica che le armature di confinamento per le pile non sono necessarie dato che $v_k \leq 0.08$.

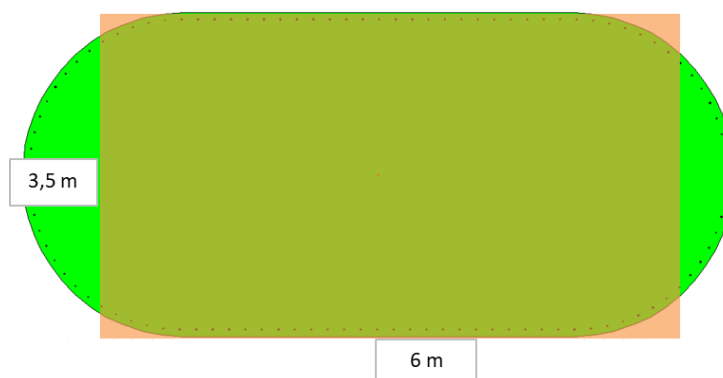


Figura 15 – Sezione considerata per la verifica a taglio

NOME: SLV LONG		CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2008)									Rev. 10.1	
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO					CALCESTRUZZO			
b_w	d	$\theta \cotg \theta$		N_{Ed}	V_{Ed}	M_{Ed}	f_{ck}	f_{cd}	γ_c			
(m)	(m)	(°)		(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)				
4,20	3,42	21,80	2,50	$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$	-22332,7	1374,6	5190,0	33,20	18,81	1,50		
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)												
				A_{sl}	k_1	k	ρ_l (%)	V_{min}	σ_{cp}	α_c	V_{Rd}	V_{Ed}/V_{Rd}
				(cm ²)			(%)	(MPa)	(MPa)		(kN)	
				149,29	0,15	1,24	0,10%	0,28	1,55	1,08	7360,6	18,7% VERIFICA OK
VERIFICA CON ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.2)												
		f_{ywd}	n_b	\emptyset	A_{sw}	α	s	V_{Rsd}	V_{Rcd}	V_{Rd}	V_{Rd}	V_{Ed}/V_{Rd}
		(MPa)		(mm)	(cm ²)	(°)	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	
Staffe / Pioli (1)		391,3	6,0	16	12,06	90	0,20	18173,1	45422,9	18173,1	18173,1	7,6% VERIFICA OK

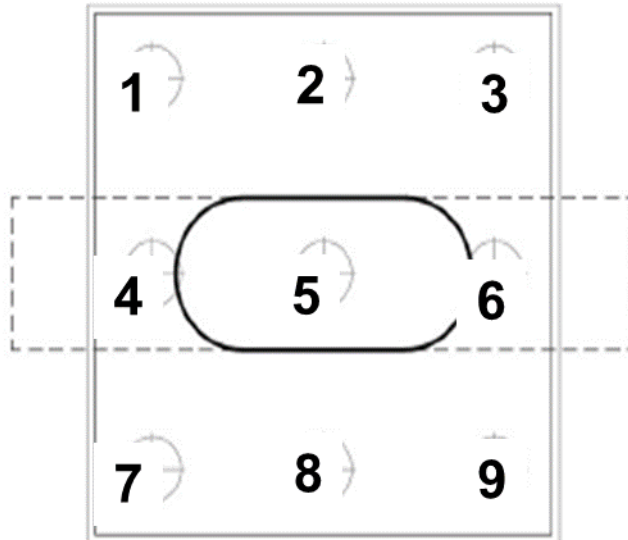
IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	82

NOME: SLV TRASV	CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2008)									Rev. 10.1	
DATI SEZIONE			AZIONI CALCOLO						CALCESTRUZZO		
b_w	d	θ cotg θ	N_{Ed}	V_{Ed}	M_{Ed}	f_{ck}	f_{cd}	γ_c			
(m)	(m)	(°)	(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)				
3,50	5,92	21,80 2,50	-21210,4	5042,9	38965,3	33,20	18,81	1,50			
1,00 \leq cotg $\theta \leq$ 2,50											
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)											
			A_{s1}	k_1	k	ρ_l (%)	V_{min}	σ_{cp}	α_c	V_{Rd}	V_{Ed}/V_{Rd}
			(cm ²)			(%)	(MPa)	(MPa)		(kN)	
			90,48	0,15	1,18	0,04%	0,26	1,02	1,05	8565,2	58,9% VERIFICA OK
VERIFICA CON ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.2)											
f_{ywd}		n_b	\emptyset	A_{sw}	α	s	V_{Rsd}	V_{Rcd}	V_{Rd}	V_{Rd}	V_{Ed}/V_{Rd}
(MPa)			(mm)	(cm ²)	(°)	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	
Staffe / Pioli (1)		391,3	5,0	16	10,05	90	0,20	26208,1	63799,8	26208,1	19,2% VERIFICA OK

11.4 VERIFICHE PLINTO FONDAZIONE

Nel presente paragrafo sono stati eseguite le verifiche strutturali dei plinti di fondazione, considerando le reazioni in testa palo riportate nella specifica relazione di dimensionamento geotecnico delle palificate, di cui di seguito si riportano gli schemi generali e le azioni calcolate per i vari stati limite.



IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	83

Azioni		Ripartizione degli sforzi normali sui pali della palificata									
Combo		Palo n.1	Palo n.2	Palo n.3	Palo n.4	Palo n.5	Palo n.6	Palo n.7	Palo n.8	Palo n.9	Hmax, singolo palo
		N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]
Nvert Max	SLU11	6332	6170	6008	6573	6411	6249	6815	6652	6490	113
Nvert Min	SLU14	4834	4702	4570	5075	4943	4811	5316	5184	5052	114
Vtrasv Max	SLU24	4589	5192	5796	4827	5430	6034	5065	5668	6272	121
Vtrasv Min	SLU4	6297	5872	5446	6543	6118	5692	6789	6363	5938	105
Mtrasv Max	SLU24	4589	5192	5796	4827	5430	6034	5065	5668	6272	121
Mtrasv Min	SLU4	6297	5872	5446	6543	6118	5692	6789	6363	5938	105
Vlong Max	SLU4	6297	5872	5446	6543	6118	5692	6789	6363	5938	105
Vlong Min	SLU8	5663	5788	5913	5838	5963	6089	6014	6139	6264	101
Mlong Max	SLU4	6297	5872	5446	6543	6118	5692	6789	6363	5938	105
Mlong Min	SLU8	5663	5788	5913	5838	5963	6089	6014	6139	6264	101
Mtorc Max	SLU11	6008	6170	6332	6249	6411	6573	6490	6652	6815	113
Mtorc Min	SLU24	4589	5192	5796	4827	5430	6034	5065	5668	6272	121
Nvert Max	SLV1	5450	4216	2983	5938	4705	3471	6426	5193	3959	589
Nvert Min	SLV2	4287	4135	3983	3874	3722	3570	3460	3308	3156	350
Vtrasv Max	SLV3	6605	4048	1492	6952	4396	1839	7300	4743	2186	1169
Vtrasv Min	SLV4	1869	4174	6479	1991	4295	6600	2112	4417	6721	1041
Mtrasv Max	SLV4	1869	4174	6479	1991	4295	6600	2112	4417	6721	1041
Mtrasv Min	SLV3	6605	4048	1492	6952	4396	1839	7300	4743	2186	1169
Vlong Max	SLV7	4947	3713	2480	5754	4520	3287	6561	5327	4094	850
Vlong Min	SLV8	4948	4796	4644	4216	4064	3912	3484	3331	3179	691
Mlong Max	SLV7	4947	3713	2480	5754	4520	3287	6561	5327	4094	850
Mlong Min	SLV8	4948	4796	4644	4216	4064	3912	3484	3331	3179	691
Mtorc Max	SLV11	5450	4216	2983	5938	4705	3471	6426	5193	3959	589
Mtorc Min	SLV8	4948	4796	4644	4216	4064	3912	3484	3331	3179	691

SLU	6332		6332	6573		6573	6815		6815	121
SLV	6605		6479	6952		6600	7300		6721	1169

Tabella 38 – ENV SLU, SLV - Azioni normali sulla palificata

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	84

Azioni		Ripartizione degli sforzi normali sui pali della palificata									
Combo		Palo n.1	Palo n.2	Palo n.3	Palo n.4	Palo n.5	Palo n.6	Palo n.7	Palo n.8	Palo n.9	Hmax, singolo palo
		N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]
Nvert Max	RA1	4382	4444	4507	4563	4626	4688	4745	4807	4870	79
Nvert Min	RA2	3947	4061	4175	4079	4193	4307	4211	4325	4439	68
Vtrasv Max	RA12	4814	4333	3853	4991	4511	4030	5168	4688	4207	87
Vtrasv Min	RA4	3940	4222	4504	4123	4405	4687	4306	4588	4870	77
Mtrasv Max	RA12	4814	4333	3853	4991	4511	4030	5168	4688	4207	87
Mtrasv Min	RA4	3940	4222	4504	4123	4405	4687	4306	4588	4870	77
Vlong Max	RA4	3940	4222	4504	4123	4405	4687	4306	4588	4870	77
Vlong Min	RA8	4286	4160	4034	4417	4291	4164	4548	4421	4295	72
Mlong Max	RA4	3940	4222	4504	4123	4405	4687	4306	4588	4870	77
Mlong Min	RA8	4286	4160	4034	4417	4291	4164	4548	4421	4295	72
Mtorc Max	RA11	4596	4443	4289	4776	4622	4469	4956	4802	4648	82
Mtorc Min	RA12	4814	4333	3853	4991	4511	4030	5168	4688	4207	87
Nvert Max	QP1	4116	3982	3849	4306	4173	4040	4497	4363	4230	77
Nvert Min	QP12	4229	4150	4071	4230	4151	4072	4231	4151	4072	2
Vtrasv Max	QP2	4042	3963	3884	4230	4151	4072	4418	4339	4260	75
Vtrasv Min	QP4	4303	4170	4037	4306	4173	4040	4309	4176	4042	14
Mtrasv Max	QP1	4116	3982	3849	4306	4173	4040	4497	4363	4230	77
Mtrasv Min	QP12	4229	4150	4071	4230	4151	4072	4231	4151	4072	2
Vlong Max	QP1	4116	3982	3849	4306	4173	4040	4497	4363	4230	77
Vlong Min	QP12	4229	4150	4071	4230	4151	4072	4231	4151	4072	2
Mlong Max	QP1	4116	3982	3849	4306	4173	4040	4497	4363	4230	77
Mlong Min	QP12	4229	4150	4071	4230	4151	4072	4231	4151	4072	2
Mtorc Max	QP1	4116	3982	3849	4306	4173	4040	4497	4363	4230	77
Mtorc Min	QP12	4229	4150	4071	4230	4151	4072	4231	4151	4072	2

SLE RA	4814	4507	4991	4688	5168	4870	87
SLE QP	4303	4071	4306	4072	4497	4260	77

Tabella 39 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni normali sulla palificata

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	85

11.4.1 Verifiche a flessione (SLU, SLV, SLE)

Per valutare lo stato di sollecitazione del plinto di fondazione, si considera uno schema di trave a mensola incastrata con luce libera L che va dal filo esterno del fusto pila fino al bordo libero della fondazione, applicato al caso del palo più sollecitato d'angolo, con larghezza di collaborazione B determinata dall'interasse tra i pali. La mensola è sollecitata da una azione verticale N_{Ed} e da una orizzontale H_{Ed} applicate ad una distanza x dall'incastro, e stabilizzate dall'azione distribuita del peso proprio strutturale PP e del peso del terreno PT di rinterro del plinto (valutati a favore di sicurezza con coefficiente 1.35 e 1.50).

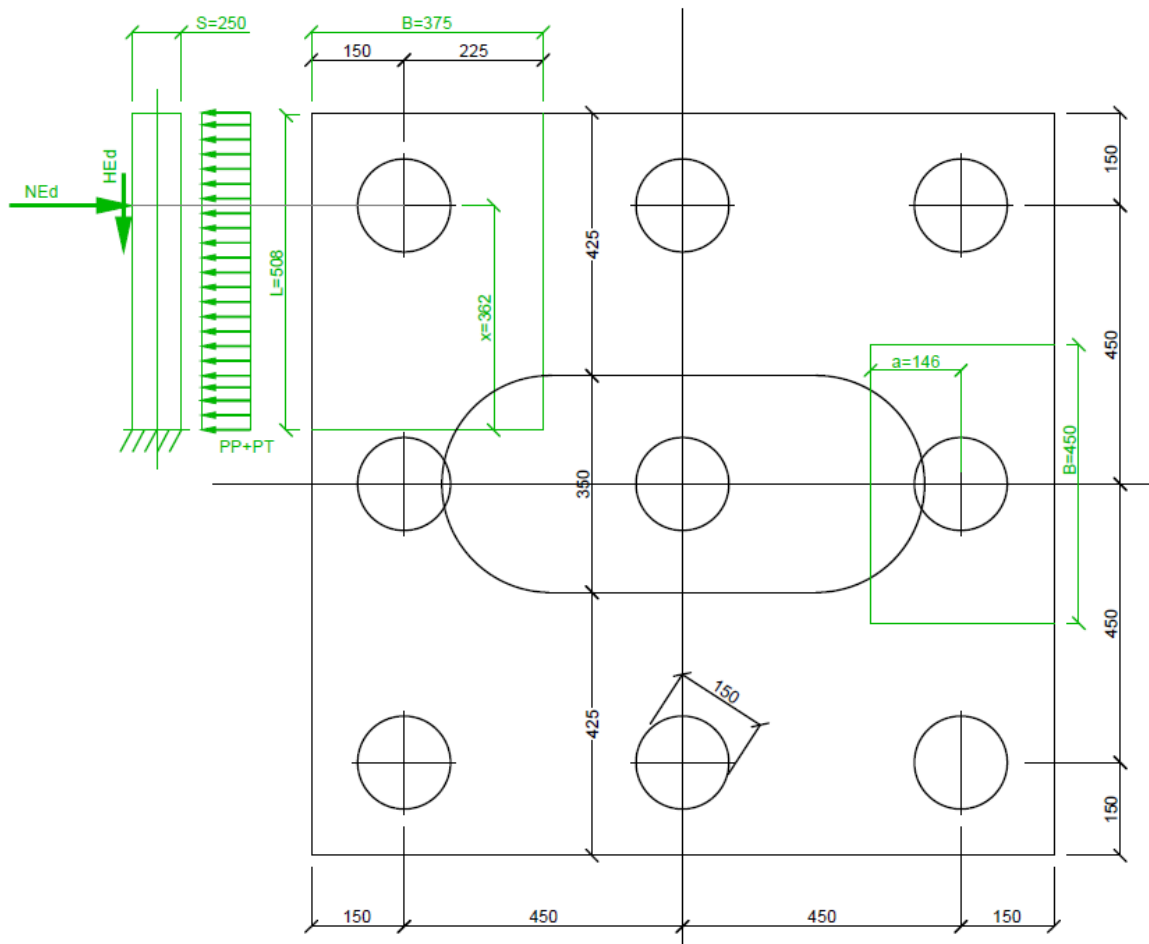
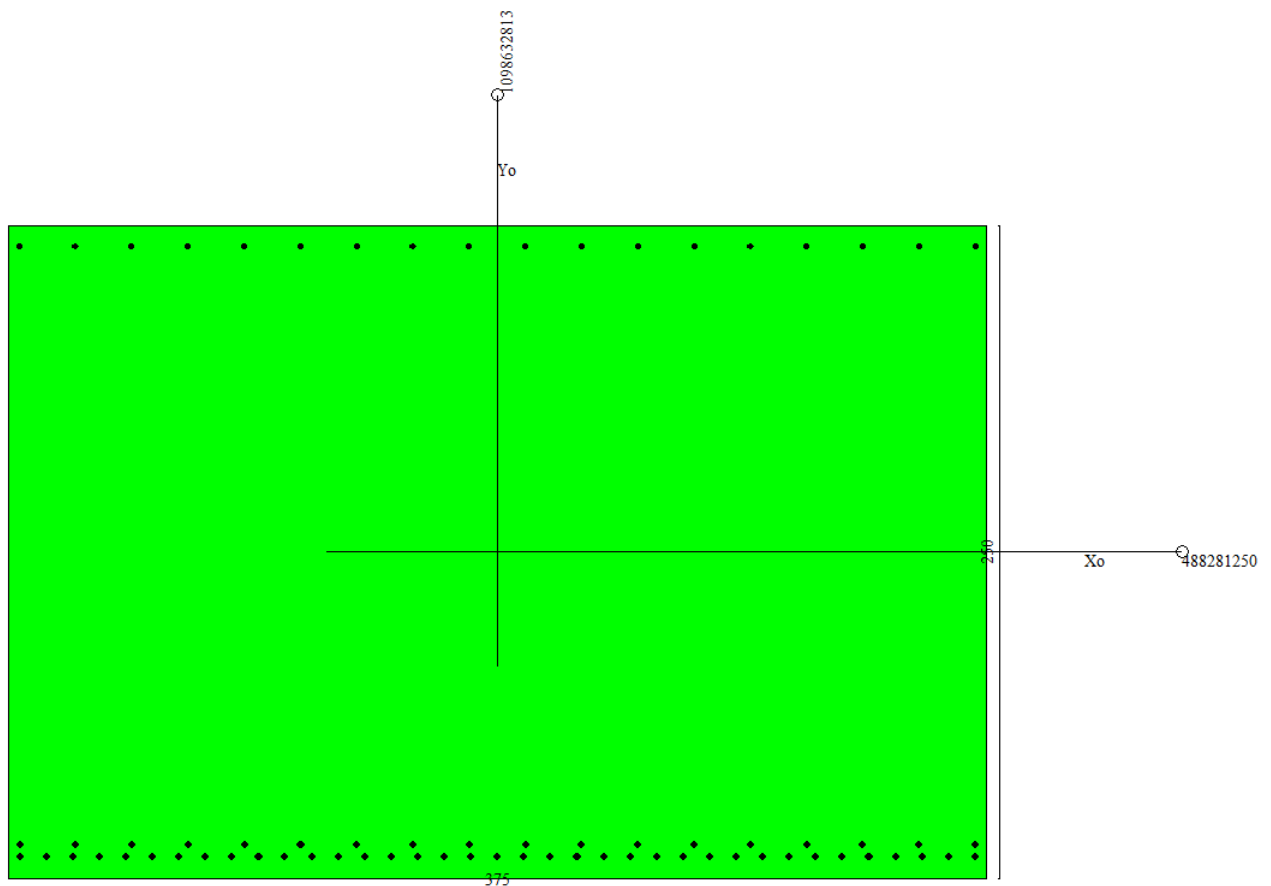


Figura 16 – Schema delle verifiche a flessione del plinto per il palo più caricato

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	86

NOME: PALO 7			CALCOLO MOMENTI PLINTO			
HT (m)	B (m)	S (m)	PP (kN/m)	PT (kN/m)	L (m)	
3,00	3,75	2,50	234,4	225,0	5,08	
	x (m)		SLU	SLV	SLE RA	SLE QP
Palo 7	3,62	N _{Ed} (kN)	6815	7300	5168	4497
		H _{Ed} (kN)	121	1169	87	77
		M _{Ed} (kNm)	16383	21959	12891	10447



Dati

Nome sezione:

PILA P1 H=5m

Tipo sezione

Rettangolare

Base

375,0 [cm]

Altezza

250,0 [cm]

Caratteristiche geometriche

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	87

Area sezione	93750,00	[cmq]
Inerzia in direzione X	1098632812,5	[cm ⁴]
Inerzia in direzione Y	488281250,0	[cm ⁴]
Inerzia in direzione XY	0,0	[cm ⁴]
Ascissa baricentro sezione	X _G = 187,50	[cm]
Ordinata baricentro sezione	Y _G = 125,00	[cm]

Elenco ferri

Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

N°	numero d'ordine
X	Ascissa posizione ferro espresso in [cm]
Y	Ordinata posizione ferro espresso in [cm]
d	Diametro ferro espresso in [mm]
w	Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	w
1	370,80	241,80	24	4,52
2	349,24	241,80	24	4,52
3	327,67	241,80	24	4,52
4	306,11	241,80	24	4,52
5	284,54	241,80	24	4,52
6	262,98	241,80	24	4,52
7	241,41	241,80	24	4,52
8	219,85	241,80	24	4,52
9	198,28	241,80	24	4,52
10	176,72	241,80	24	4,52
11	155,15	241,80	24	4,52
12	133,59	241,80	24	4,52
13	112,02	241,80	24	4,52
14	90,46	241,80	24	4,52
15	68,89	241,80	24	4,52
16	47,33	241,80	24	4,52
17	25,76	241,80	24	4,52
18	4,20	241,80	24	4,52
19	4,40	8,40	28	6,16
20	14,57	8,40	28	6,16
21	24,74	8,40	28	6,16
22	34,92	8,40	28	6,16
23	45,09	8,40	28	6,16
24	55,26	8,40	28	6,16
25	65,43	8,40	28	6,16
26	75,61	8,40	28	6,16
27	85,78	8,40	28	6,16
28	95,95	8,40	28	6,16
29	106,12	8,40	28	6,16
30	116,29	8,40	28	6,16
31	126,47	8,40	28	6,16
32	136,64	8,40	28	6,16
33	146,81	8,40	28	6,16
34	156,98	8,40	28	6,16
35	167,16	8,40	28	6,16
36	177,33	8,40	28	6,16
37	187,50	8,40	28	6,16
38	197,67	8,40	28	6,16
39	207,84	8,40	28	6,16
40	218,02	8,40	28	6,16
41	228,19	8,40	28	6,16
42	238,36	8,40	28	6,16

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	88

43	248,53	8,40	28	6,16
44	258,71	8,40	28	6,16
45	268,88	8,40	28	6,16
46	279,05	8,40	28	6,16
47	289,22	8,40	28	6,16
48	299,39	8,40	28	6,16
49	309,57	8,40	28	6,16
50	319,74	8,40	28	6,16
51	329,91	8,40	28	6,16
52	340,08	8,40	28	6,16
53	350,26	8,40	28	6,16
54	360,43	8,40	28	6,16
55	370,60	8,40	28	6,16
56	4,40	13,00	28	6,16
57	25,94	13,00	28	6,16
58	47,48	13,00	28	6,16
59	69,02	13,00	28	6,16
60	90,56	13,00	28	6,16
61	112,11	13,00	28	6,16
62	133,65	13,00	28	6,16
63	155,19	13,00	28	6,16
64	176,73	13,00	28	6,16
65	198,27	13,00	28	6,16
66	219,81	13,00	28	6,16
67	241,35	13,00	28	6,16
68	262,89	13,00	28	6,16
69	284,44	13,00	28	6,16
70	305,98	13,00	28	6,16
71	327,52	13,00	28	6,16
72	349,06	13,00	28	6,16
73	370,60	13,00	28	6,16

Materiale impiegato : Calcestruzzo armato

Caratteristiche calcestruzzo

Resistenza caratteristica calcestruzzo	30,000	[MPa]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

Tensione ammissibile acciaio	450,000	[MPa]
Tensione snervamento acciaio	450,000	[MPa]
Modulo elastico E	210000,000	[MPa]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

Combinazioni

Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
N	sforzo normale espresso in [kN]
M _y	momento lungo Y espresso in [kNm]
M _x	momento lungo X espresso in [kNm]
M _t	momento torcente espresso in [kNm]
T _y	taglio lungo Y espresso in [kN]
T _x	taglio lungo X espresso in [kN]
VD	verifica di dominio
VT	verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM - Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M _y	M _x	M _t	T _y	T _x	VD	VT
1	0,0000	16382,8000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	89

2	0,0000	21959,0900	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	0,0000	12890,8600	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
4	0,0000	10447,0400	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione
 Xc posizione asse neutro espresso in [cm]
 a inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]
 (xi; yi) - (xf; yf) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	Xc	a	(xi; yi)	(xf; yf)
3	65,90	0,00	(0,00; 184,10)	(375,00; 184,10)
4	65,90	0,00	(0,00; 184,10)	(375,00; 184,10)

Risultati tensionali

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione
 Sc-max Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [MPa]
 Sc-min Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [MPa]
 Sf-max Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]
 Sf-min Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]
 tc Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

N°	Sc-max	Sc-min	tc	Sf-max	Sf-min
3	4,379	0,000	0,000	57,513	-175,110
4	3,549	0,000	0,000	46,609	-141,913

Sollecitazioni ultime

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione
 Nu Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]
 Mxu Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]
 Myu Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]
 FS Fattore di sicurezza

Combinazione n° 1

Nu	Mxu	Myu	FS
0,0000	0,0000	<u>30236.3242</u>	1,85

Combinazione n° 2

Nu	Mxu	Myu	FS
0,0000	0,0000	<u>30236.3242</u>	1,38

Risultati fessurazione

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione
 Mx Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]
 My Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]
 sr Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
 Sc Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
 Aeff Area efficace a trazione, espressa in [cmq]
 e Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	90

S_{rm} Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]
w Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M _x	M _y	S _f	S _c	A _{eff}	e	S _{rm}	w
3	0,0000	8549,5401	-116,137	-8,113	11589,55	0,0650	216	0,2394
4	0,0000	8549,5401	-116,137	-8,113	11589,55	0,0449	216	0,1654

Inviluppo verifiche tensionali

Simbologia adottata

TC Tipo combinazione
scc tensione di compressione nel cls espresso in [MPa]
scl tensione di compressione limite nel cls espresso in [MPa]
sct tensione di trazione nel cls espresso in [MPa]
sctl tensione di trazione limite nel cls espresso in [MPa]
sfc, sft tensione minima e massima nell'armatura espressa in [MPa]
sf tensione limite nell'armatura espressa in [MPa]
Comb. Combinazione critica

Sezione n° 1 - PILA P1 H=5m

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	3,549	9,960	-9,913	2,558	-141,913	46,609	450,000	4
SLER	4,379	13,695	-12,232	2,558	-175,110	57,513	337,500	3

Inviluppo verifiche fessurazione

Simbologia adottata

TC Tipo combinazione
sf tensione nell'acciaio espresso in [MPa]
sc tensione nel cls espresso in [MPa]
Aeff Area efficace a trazione espresso in [cmq]
Eps Deformazione espressa in [%]
sr spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w, wl ampiezza fessure e fessura limite espresse in [mm]
Comb. Combinazione critica

Sezione n° 1 - PILA P1 H=5m

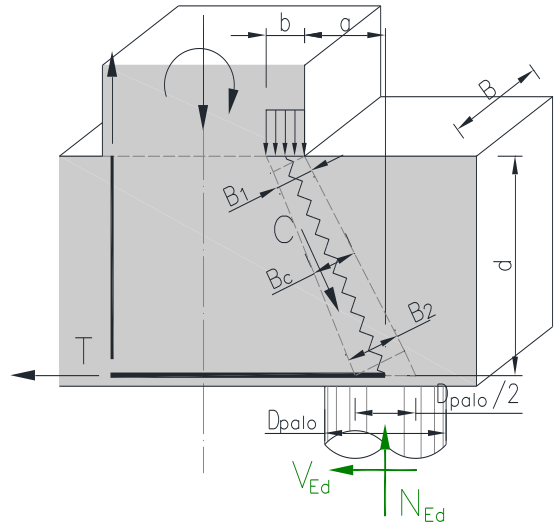
TC	sf	sc	Aeff	Esp	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-116,137	-8,113	1136,564	0,0449	216,484	0,165	0,300	4
SLER	-116,137	-8,113	1136,564	0,0650	216,484	0,239	0,300	3

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	91

Per la valutazione dello stato di sollecitazione del plinto di fondazione dei pali laterali, si considera una distribuzione degli sforzi secondo il modello locale tirante-puntone (strut-tie) data la distanza ridotta tra il filo del fusto pila e il baricentro dei pali.

NOME: SBALZO FONDAZIONE		VERIFICHE LOCALI METODO STRUT-TIE (ENV 1992, CEB-FIP MC90)				Rev. 00.1	
GEOMETRIA		MATERIALI				AZIONI	
D_{palo} (m)	1,50	B (m)	4,50	$f_{y,d}$ (MPa)	391,3	N_{Ed} (kN)	6952,0
b (m)	1,50	θ (rad)	0,744 (42,6°)	f_{ck} (MPa)	24,90	V_{Ed} (kN)	1169,0
a (m)	1,46			α_{cc}	0,85		
d (m)	2,40			v	0,90		
VERIFICA ARMATURA							
- Tiranti tesi							
T (kN)	7570,6			$\sigma_{Ed}/f_{y,d}$			
A_s (mm ²)	41542 (1Ø28/100)			46,6%	VERIFICA OK		
σ_s (MPa)	182,24						
VERIFICA CALCESTRUZZO							
- Armatura di confinamento (NTC2018 §4.1.2.1.2.1)							
A_{sh} (mm ²)	0 (-)	$f_{ck,c}$ (MPa)	24,9				
σ_1 (MPa)	0,00	$f_{cd,c}$ (MPa)	14,1				
α	0,00	$\sigma_{Rd,max}$ (MPa)	12,70				
σ_2 (MPa)	0,00						
- Puntone compressi							
C (kN)	9450,5			$\sigma_{Ed}/\sigma_{Rd,max}$	30,0%	VERIFICA OK	
B_1 (m)	1,10						
B_2 (m)	0,55						
σ_c (MPa)	3,81						
- Verifica duttilità puntone-tirante							
C_{Rd} (kN)	35031,4			$C_{Rd} > T_{Rd}$	VERIFICA OK		
T_{Rd} (kN)	16255,6						



IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	92

11.4.2 Verifiche a taglio-punzonamento (SLU, SLV)

La verifica a taglio-punzonamento viene condotta, in accordo con i paragrafi descrittivi iniziali, rispetto al palo d'angolo caricato con la massima reazione verticale di $V_{Ed} = 7299.7$ kN, vedi schemi di calcolo seguenti.

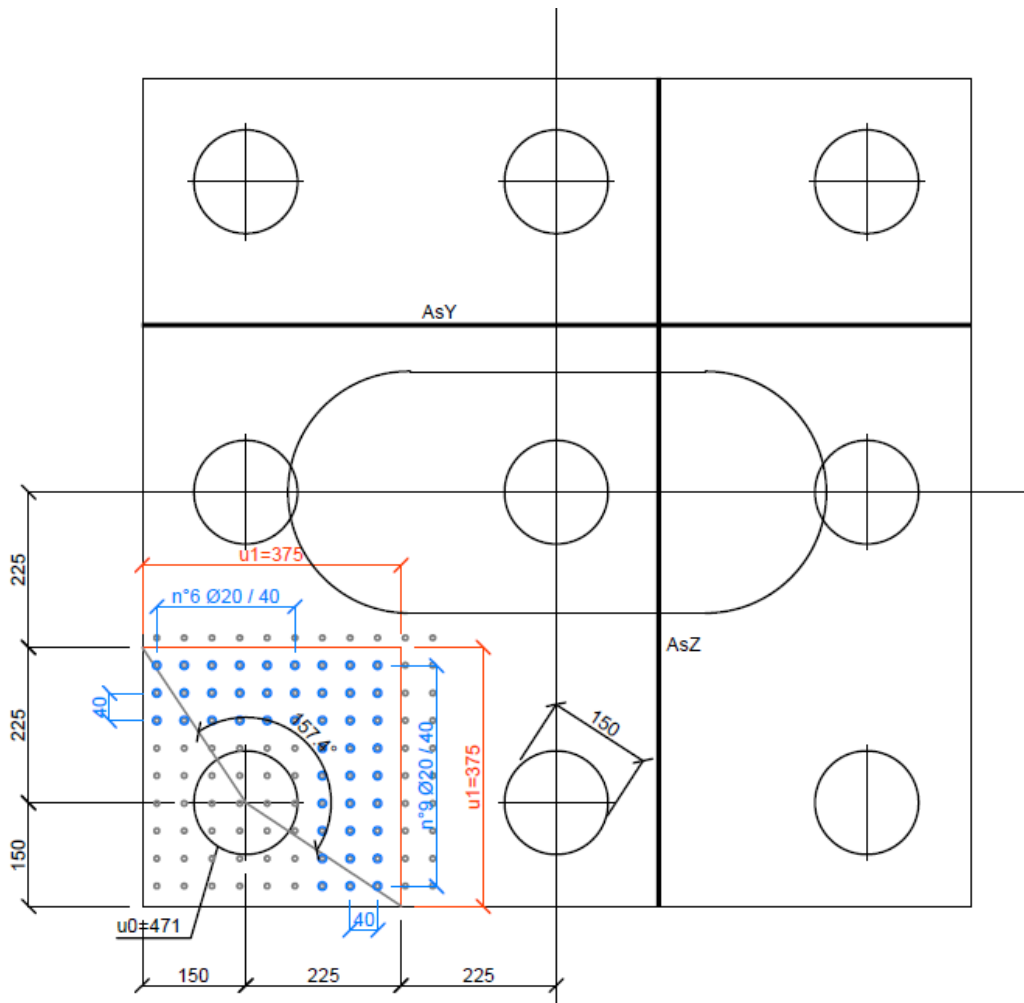
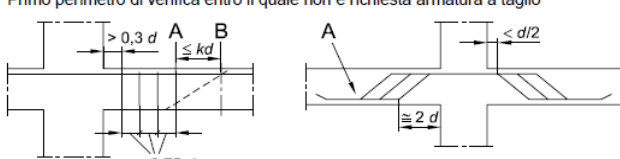


Figura 17 – Schema delle verifiche a taglio-punzonamento per il palo più caricato

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	93

NOME: PILA P1 H=5m		CALCOLO TAGLIO-PUNZONAMENTO - UNI ENV 1992-1-1: 2005							Rev. 10		
DATI SEZIONE E ARMATURE						AZIONE CALCOLO			CALCESTRUZZO		
	d	A _c	A _s	ρ _i	N _{Ed}	σ _{cp}	V _{ed}	β	f _{ck}	f _{cd}	γ _c
	(m)	(m ²)	(cm ²)	(%)	(kN)	(MPa)	(kN)		(MPa)	(MPa)	
direzione Y	2,41	2,41	92,32	0,38%	0,0	0,00	7299,7	1,50	24,90	14,11	1,50
direzione Z	2,39	2,39	61,54	0,26%	0,0	0,00					
VERIFICA AREA CARICATA (§6.4.5)											
Verifiche a taglio-punzonamento eseguite sul perimetro u ₁ posto a 0,83d < 2d da bordo pilastro						c	u ₀	v	V _{Ed}	V _{Rd,max}	V _{Ed} /V _{Rd,max}
						(m)	(m)		(MPa)	(MPa)	
						1,50	4,71	0,54	0,97	3,81	25,4% VERIFICA OK
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§6.4.4)											
Angolo settore di verifica (°)	a	k ₁	k	d	ρ _i	V _{min}	σ _{cp}	V _{Ed}	V _{Rd,c}	V _{Ed} /V _{Rd,c}	
	(m)			(m)	(%)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)		
157	1,98	0,10	1,29	2,40	0,31%	0,26	0,00	0,61	0,74	81,8% VERIFICA OK	
A	Perimetro di verifica più esterno che richiede armatura a taglio						Perimetro A (u ₁ con V _{Ed} < V _{Rd,cs})			u ₁ (m)	r _{u1} (m)
B	Primo perimetro di verifica entro il quale non è richiesta armatura a taglio						da bordo pilastro a 0,83d			7,50	2,73
							Perimetro B (u _{out,ef} con V _{Ed} < V _{Rd,c})			u _{out,ef} (m)	r _{min} (m)
							oltre 0,62d da bordo pilastro			6,14	2,23
											
(*) Staffe / Plioi: n° totale barre su una fila di passo radiale s, estesa a u ₁ Ferri piegati: n° totale barre all'interno del campo radiale s, = 1,5d esteso a u ₁											

Non si è reso necessario l'inserimento di armatura trasversale per questa sezione.

11.5 VERIFICHE PULVINO A SBALZO

Nel presente paragrafo sono stati eseguite le verifiche strutturali dei pulvini a sbalzo sui quali poggiano le travi degli impalcati, considerando le massime azioni di scarico agli appoggi individuate nelle tabelle di riepilogo seguenti delle capacità dei dispositivi per i vari stati limite.

Per le azioni allo SLE RA e QP si considerano uguale al massimo valore di SLE per restare a favore di sicurezza.

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
	IV02 - Relazione di calcolo pile									
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	94

Link	StepType	ENV-SLE			ENV-SLU			ENV-SLV			ENV-SLC			Elem.	Tipo
		V	Hx	Hy	V	Hx	Hy	V	Hx	Hy	V	Hx	Hy		
Text	Text	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN		
AP-F-1-1	max	-601	1127	0	-889	1505	0	-87	2375	0	72	2865	0	SA	UT
AP-F-1-1	min	-1641	-616	0	-2267	-859	0	-1811	-2580	0	-1969	-3070	0	SA	UT
AP-F-1-2	max	-729	559	234	-1053	755	326	-264	2171	1258	-144	2647	1525	SA	FF
AP-F-1-2	min	-2174	-619	-267	-2984	-846	-373	-1604	-2344	-1350	-1724	-2820	-1618	SA	FF
AP-F-1-3	max	-710	465	286	-1022	637	391	-385	2553	1300	-298	3087	1570	SA	FF
AP-F-1-3	min	-2127	-484	-188	-2918	-648	-265	-1394	-2539	-1332	-1481	-3074	-1601	SA	FF
AP-F-1-4	max	-511	1289	0	-747	1769	0	-125	2976	0	-6	3548	0	SA	UT
AP-F-1-4	min	-2092	-970	0	-2866	-1296	0	-1416	-2603	0	-1535	-3175	0	SA	UT
AP-M-2-1	max	-3072	0	0	-4270	0	0	-1861	0	0	-1540	0	0	P1	MD
AP-M-2-1	min	-4505	0	0	-6199	0	0	-4881	0	0	-5202	0	0	P1	MD
AP-M-2-2	max	-3198	0	387	-4431	0	565	-2084	0	3480	-1814	0	4179	P1	UL
AP-M-2-2	min	-5402	0	-345	-7378	0	-505	-4858	0	-3389	-5127	0	-4088	P1	UL
AP-M-2-3	max	-3107	0	430	-4303	0	622	-2086	0	3512	-1840	0	4217	P1	UL
AP-M-2-3	min	-5468	0	-383	-7448	0	-561	-4781	0	-3465	-5027	0	-4169	P1	UL
AP-M-2-4	max	-2968	0	0	-4112	0	0	-1643	0	0	-1332	0	0	P1	MD
AP-M-2-4	min	-5887	0	0	-7980	0	0	-5243	0	0	-5553	0	0	P1	MD
AP-M-3-1	max	-649	0	0	-951	0	0	-221	0	0	-89	0	0	SB	MD
AP-M-3-1	min	-1622	0	0	-2241	0	0	-1660	0	0	-1793	0	0	SB	MD
AP-M-3-2	max	-726	0	202	-1049	0	295	-370	0	1287	-271	0	1540	SB	UL
AP-M-3-2	min	-2134	0	-266	-2930	0	-369	-1473	0	-1300	-1572	0	-1552	SB	UL
AP-M-3-3	max	-699	0	232	-1008	0	323	-366	0	1279	-271	0	1538	SB	UL
AP-M-3-3	min	-2099	0	-168	-2880	0	-244	-1413	0	-1280	-1508	0	-1539	SB	UL
AP-M-3-4	max	-548	0	0	-800	0	0	-209	0	0	-102	0	0	SB	MD
AP-M-3-4	min	-2073	0	0	-2841	0	0	-1374	0	0	-1481	0	0	SB	MD

Figura 18 – Scarichi appoggi sul pulvino a sbalzo della pila

11.5.1 Verifiche a flessione (SLU, SLV, SLE)

Per valutare lo stato di sollecitazione del pulvino, si considera uno schema di trave a mensola incastrata con luce trasversale libera LT1 che va dall'interno del fusto pila fino all'esterno del bordo libero del pulvino, larghezza longitudinale B, secondo la geometria illustrata nello schema seguente.

Si considera un appoggio sulla mensola con vari casi di dispositivi (UL)-(MD) in modo da considerare ogni possibile configurazione di carico, individuando sulla sezione di attacco al fusto pila le peggiori condizioni di sollecitazione per ogni direzione principale.

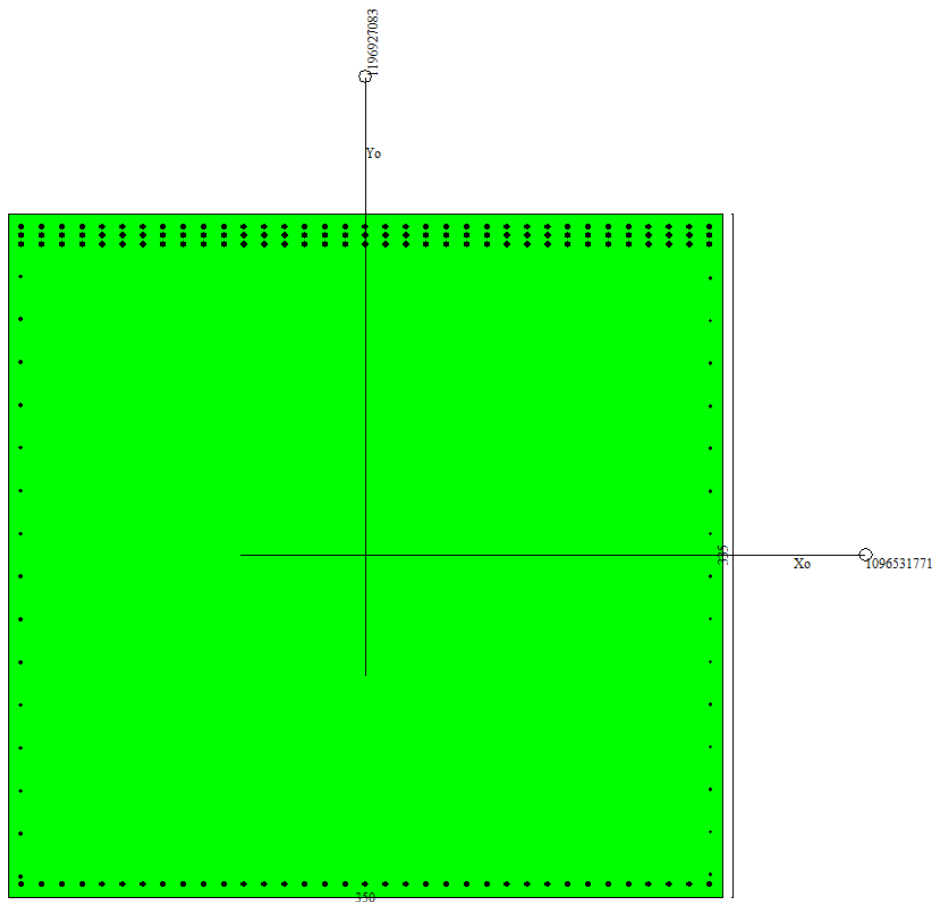
Si hanno quindi una terna di azioni V, T, L per lo appoggio considerato, posto a delle distanze x, y, z rispetto al baricentro della sezione di attacco, che producono sulla stessa dei momenti flettenti e dei tagli longitudinali $M_{L_{Ed}}$, $V_{L_{Ed}}$ e trasversali $M_{T_{Ed}}$, $V_{T_{Ed}}$, oltre un'azione normale di N_{Ed} .

Si considera il peso proprio della mensola stessa e il peso proprio del ritegno laterale di bordo, amplificati del fattore 1.35 allo SLU e 1.00 allo SLV e SLE.

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	96

NOME: PILA P1				CALCOLO SOLLECITAZIONI SBALZO PULVINO						
B (m)	S1 (m)	S2 (m)	S3 (m)	SR (m)	PP1 (kN/m)	PP2 (kN/m)	PP3 (kN/m)	PPR (kN/m)		
3,50	1,35	3,35	0,35	0,60	118,1	293,1	30,6	52,5		
				LT1 (m)	LT2 (m)	LT3 (m)	LTR (m)			
				5,69	1,39	1,49	1,05			
				x (m)	y (m)	z (m)	SLU	SLV	SLE RA	SLE QP
Appoggio	4,24	-0,20	1,79	V ₁ (kN)	7980	5243	5887	5887		
				T ₁ (kN)	622	3512	430	430		
				L ₁ (kN)	0	0	0	0		
Pesi permanenti caratteristici				MT _{Ed} (kNm)	-39623	-31979	-29193	-29193		
				ML _{Ed} (kNm)	-1596	-1049	-1177	-1177		
MT _{Ed} (kNm)		3462	VT _{Ed} (kN)	9860	6635	7279	7279			
VT _{Ed} (kN)		1392	VL _{Ed} (kN)	0	0	0	0			
				N _{Ed} (kN)	622	3512	430	430		
				T _{Ed} (kNm)	-1596	-1049	-1177	-1177		



IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	97

Dati

Nome sezione:

Pulvino P1

Tipo sezione

Rettangolare

Base

350,0 [cm]

Altezza

335,0 [cm]

Caratteristiche geometriche

Area sezione

117250,00 [cmq]

Inerzia in direzione X

1196927083,3 [cm⁴]

Inerzia in direzione Y

1096531770,8 [cm⁴]

Inerzia in direzione XY

0,0 [cm⁴]

Ascissa baricentro sezione

X_G = 175,00 [cm]

Ordinata baricentro sezione

Y_G = 167,50 [cm]

Elenco ferri

Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

N° numero d'ordine

X Ascissa posizione ferro espresso in [cm]

Y Ordinata posizione ferro espresso in [cm]

d Diametro ferro espresso in [mm]

w Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	w
1	344,00	11,00	20	3,14
2	344,00	31,87	20	3,14
3	344,00	52,73	20	3,14
4	344,00	73,60	20	3,14
5	344,00	94,47	20	3,14
6	344,00	115,33	20	3,14
7	344,00	136,20	20	3,14
8	344,00	157,07	20	3,14
9	344,00	177,93	20	3,14
10	344,00	198,80	20	3,14
11	344,00	219,67	20	3,14
12	344,00	240,53	20	3,14
13	344,00	261,40	20	3,14
14	344,00	282,27	20	3,14
15	344,00	303,13	20	3,14
16	6,00	304,00	20	3,14
17	6,00	283,00	20	3,14
18	6,00	262,00	20	3,14
19	6,00	241,00	20	3,14
20	6,00	220,00	20	3,14
21	6,00	199,00	20	3,14
22	6,00	178,00	20	3,14
23	6,00	157,00	20	3,14
24	6,00	136,00	20	3,14
25	6,00	115,00	20	3,14
26	6,00	94,00	20	3,14

LINEA PESCARA – BARI

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

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	98

27	6,00	73,00	20	3,14
28	6,00	52,00	20	3,14
29	6,00	31,00	20	3,14
30	6,00	10,00	20	3,14
31	343,50	328,50	30	7,07
32	333,59	328,50	30	7,07
33	323,68	328,50	30	7,07
34	313,76	328,50	30	7,07
35	303,85	328,50	30	7,07
36	293,94	328,50	30	7,07
37	284,03	328,50	30	7,07
38	274,12	328,50	30	7,07
39	264,21	328,50	30	7,07
40	254,29	328,50	30	7,07
41	244,38	328,50	30	7,07
42	234,47	328,50	30	7,07
43	224,56	328,50	30	7,07
44	214,65	328,50	30	7,07
45	204,74	328,50	30	7,07
46	194,82	328,50	30	7,07
47	184,91	328,50	30	7,07
48	175,00	328,50	30	7,07
49	165,09	328,50	30	7,07
50	155,18	328,50	30	7,07
51	145,26	328,50	30	7,07
52	135,35	328,50	30	7,07
53	125,44	328,50	30	7,07
54	115,53	328,50	30	7,07
55	105,62	328,50	30	7,07
56	95,71	328,50	30	7,07
57	85,79	328,50	30	7,07
58	75,88	328,50	30	7,07
59	65,97	328,50	30	7,07
60	56,06	328,50	30	7,07
61	46,15	328,50	30	7,07
62	36,24	328,50	30	7,07
63	26,32	328,50	30	7,07
64	16,41	328,50	30	7,07
65	6,50	328,50	30	7,07
66	343,50	324,10	30	7,07
67	333,59	324,10	30	7,07
68	323,68	324,10	30	7,07
69	313,76	324,10	30	7,07
70	303,85	324,10	30	7,07
71	293,94	324,10	30	7,07
72	284,03	324,10	30	7,07
73	274,12	324,10	30	7,07
74	264,21	324,10	30	7,07
75	254,29	324,10	30	7,07
76	244,38	324,10	30	7,07
77	234,47	324,10	30	7,07
78	224,56	324,10	30	7,07
79	214,65	324,10	30	7,07
80	204,74	324,10	30	7,07
81	194,82	324,10	30	7,07
82	184,91	324,10	30	7,07
83	175,00	324,10	30	7,07
84	165,09	324,10	30	7,07
85	155,18	324,10	30	7,07

LINEA PESCARA – BARI

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

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	99

86	145,26	324,10	30	7,07
87	135,35	324,10	30	7,07
88	125,44	324,10	30	7,07
89	115,53	324,10	30	7,07
90	105,62	324,10	30	7,07
91	95,71	324,10	30	7,07
92	85,79	324,10	30	7,07
93	75,88	324,10	30	7,07
94	65,97	324,10	30	7,07
95	56,06	324,10	30	7,07
96	46,15	324,10	30	7,07
97	36,24	324,10	30	7,07
98	26,32	324,10	30	7,07
99	16,41	324,10	30	7,07
100	6,50	324,10	30	7,07
101	343,50	319,70	30	7,07
102	333,59	319,70	30	7,07
103	323,68	319,70	30	7,07
104	313,76	319,70	30	7,07
105	303,85	319,70	30	7,07
106	293,94	319,70	30	7,07
107	284,03	319,70	30	7,07
108	274,12	319,70	30	7,07
109	264,21	319,70	30	7,07
110	254,29	319,70	30	7,07
111	244,38	319,70	30	7,07
112	234,47	319,70	30	7,07
113	224,56	319,70	30	7,07
114	214,65	319,70	30	7,07
115	204,74	319,70	30	7,07
116	194,82	319,70	30	7,07
117	184,91	319,70	30	7,07
118	175,00	319,70	30	7,07
119	165,09	319,70	30	7,07
120	155,18	319,70	30	7,07
121	145,26	319,70	30	7,07
122	135,35	319,70	30	7,07
123	125,44	319,70	30	7,07
124	115,53	319,70	30	7,07
125	105,62	319,70	30	7,07
126	95,71	319,70	30	7,07
127	85,79	319,70	30	7,07
128	75,88	319,70	30	7,07
129	65,97	319,70	30	7,07
130	56,06	319,70	30	7,07
131	46,15	319,70	30	7,07
132	36,24	319,70	30	7,07
133	26,32	319,70	30	7,07
134	16,41	319,70	30	7,07
135	6,50	319,70	30	7,07
136	6,50	6,50	30	7,07
137	16,41	6,50	30	7,07
138	26,32	6,50	30	7,07
139	36,24	6,50	30	7,07
140	46,15	6,50	30	7,07
141	56,06	6,50	30	7,07
142	65,97	6,50	30	7,07
143	75,88	6,50	30	7,07
144	85,79	6,50	30	7,07

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	100

145	95,71	6,50	30	7,07
146	105,62	6,50	30	7,07
147	115,53	6,50	30	7,07
148	125,44	6,50	30	7,07
149	135,35	6,50	30	7,07
150	145,26	6,50	30	7,07
151	155,18	6,50	30	7,07
152	165,09	6,50	30	7,07
153	175,00	6,50	30	7,07
154	184,91	6,50	30	7,07
155	194,82	6,50	30	7,07
156	204,74	6,50	30	7,07
157	214,65	6,50	30	7,07
158	224,56	6,50	30	7,07
159	234,47	6,50	30	7,07
160	244,38	6,50	30	7,07
161	254,29	6,50	30	7,07
162	264,21	6,50	30	7,07
163	274,12	6,50	30	7,07
164	284,03	6,50	30	7,07
165	293,94	6,50	30	7,07
166	303,85	6,50	30	7,07
167	313,76	6,50	30	7,07
168	323,68	6,50	30	7,07
169	333,59	6,50	30	7,07
170	343,50	6,50	30	7,07

Materiale impiegato : Calcestruzzo armato

Caratteristiche calcestruzzo

Resistenza caratteristica calcestruzzo	40,000	[MPa]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

Tensione ammissibile acciaio	450,000	[MPa]
Tensione snervamento acciaio	450,000	[MPa]
Modulo elastico E	200000,000	[MPa]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

Combinazioni

Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
N	sforzio normale espresso in[kN]
M _y	momento lungo Y espresso in [kNm]
M _x	momento lungo X espresso in [kNm]
M _t	momento torcente espresso in [kNm]
T _y	taglio lungo Y espresso in [kN]
T _x	taglio lungo X espresso in [kN]
VD	verifica di dominio
VT	verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM - Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M _y	M _x	M _t	T _y	T _x	VD	VT
1	-622,0000	-39622,6400	-1596,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	-3512,0000	-31979,0700	-1048,6000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	-430,0000	-29192,8500	-1177,4000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
4	-430,0000	-29192,8500	-1177,4000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA													
	IV02 - Relazione di calcolo pile				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	101

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione
Xc posizione asse neutro espresso in [cm]
a inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]
(xi; yi) - (xf; yf) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	Xc	a	(xi; yi)	(xf; yf)
3	115,70	-2,88	(2299,71; 0,00)	(-4350,71; 335,00)
4	115,70	-2,88	(2299,71; 0,00)	(-4350,71; 335,00)

Risultati tensionali

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione
Sc-max Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [MPa]
Sc-min Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [MPa]
Sf-max Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]
Sf-min Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]
tc Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

N°	Sc-max	Sc-min	tc	Sf-max	Sf-min
3	4,736	0,000	0,000	66,858	-141,031
4	4,736	0,000	0,000	66,858	-141,031

Sollecitazioni ultime

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione
Nu Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]
Mxu Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]
Myu Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]
FS Fattore di sicurezza

Combinazione n° 1

Nu	Mxu	Myu	FS
<u>-1447,3640</u>	<u>-3713,8149</u>	<u>-92199,9694</u>	2,33
<u>-15713,3062</u>	<u>-40319,0301</u>	<u>-39622,6400</u>	25,26
<u>-1448,4987</u>	<u>-1596,0000</u>	<u>-92272,2548</u>	2,33
<u>-36107,9144</u>	<u>-1596,0000</u>	<u>-39622,6400</u>	58,05
<u>-622,0000</u>	<u>-60705,8189</u>	<u>-39622,6400</u>	38,04
<u>-622,0000</u>	<u>-3760,0743</u>	<u>-93348,4148</u>	2,36
<u>-622,0000</u>	<u>-1596,0000</u>	<u>-93426,5867</u>	2,36

Combinazione n° 2

Nu	Mxu	Myu	FS
<u>-8953,9969</u>	<u>-2673,4514</u>	<u>-81532,0313</u>	2,55
<u>-35661,3446</u>	<u>-10647,6327</u>	<u>-31979,0700</u>	10,15
<u>-8957,6379</u>	<u>-1048,6000</u>	<u>-81565,1850</u>	2,55
<u>-40875,9551</u>	<u>-1048,6000</u>	<u>-31979,0700</u>	11,64
<u>-3512,0000</u>	<u>-57869,9246</u>	<u>-31979,0700</u>	55,19
<u>-3512,0000</u>	<u>-2929,0609</u>	<u>-89327,3361</u>	2,79
<u>-3512,0000</u>	<u>-1048,6000</u>	<u>-89380,3652</u>	2,79

Risultati fessurazione

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	102

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione
Mx Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]
My Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]
sr Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
sc Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
Aeff Area efficace a trazione, espressa in [cmq]
e Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]
Srm Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]
w Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	Mx	My	sr	sc	Aeff	e	Srm	w
3	-768,6444	-19058,0276	-92,908	-6,377	14413,67	0,0552	212	0,1990
4	-768,6444	-19058,0276	-92,908	-6,377	14413,67	0,0552	212	0,1990

Inviluppo verifiche a pressoflessione

Simbologia adottata

N Sforzo normale espresso in [kN]
Mx Momento in direzione X espresso in [kNm]
My Momento in direzione Y espresso in [kNm]
Nu Sforzo normale ultimo espresso in [kN]
Mx,u Momento ultimo in direzione X espresso in [kNm]
My,u Momento ultimo in direzione Y espresso in [kNm]
FS Fattore di sicurezza
Comb. Combinazione critica

Sezione n° 1 - Pulvino P1

N	Mx	My	N	Mx,u	My,u	FS	Comb.
-622,00	-1596,00	-39622,64	-1447,36	-3713,81	-92199,97	2.327	1
-3512,00	-1048,60	-31979,07	-35661,34	-10647,63	-31979,07	10.154	2
-622,00	-1596,00	-39622,64	-1448,50	-1596,00	-92272,25	2.329	1
-3512,00	-1048,60	-31979,07	-40875,96	-1048,60	-31979,07	11.639	2
-622,00	-1596,00	-39622,64	-622,00	-60705,82	-39622,64	38.036	1
-622,00	-1596,00	-39622,64	-622,00	-3760,07	-93348,41	2.356	1
-622,00	-1596,00	-39622,64	-622,00	-1596,00	-93426,59	2.358	1

Inviluppo verifiche tensionali

Simbologia adottata

TC Tipo combinazione
scc tensione di compressione nel cls espresso in [MPa]
scl tensione di compressione limite nel cls espresso in [MPa]
sct tensione di trazione nel cls espresso in [MPa]
sctl tensione di trazione limite nel cls espresso in [MPa]
sfc, sft tensione minima e massima nell'armatura espressa in [MPa]
sf tensione limite nell'armatura espressa in [MPa]
Comb. Combinazione critica

Sezione n° 1 - Pulvino P1

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	4,736	14,940	-9,681	3,099	-141,031	66,858	450,000	4
SLER	4,736	18,260	-9,681	3,099	-141,031	66,858	337,500	3

Inviluppo verifiche fessurazione

Simbologia adottata

TC Tipo combinazione
sf tensione nell'acciaio espresso in [MPa]
sc tensione nel cls espresso in [MPa]
Aeff Area efficace a trazione espresso in [cmq]
Eps Deformazione espressa in [%]
sr spaziatura tra le fessure espressa in [mm]

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
IV02 - Relazione di calcolo pile				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	103

w, wl ampiezza fessure e fessura limite espresse in [mm]
 Comb. Combinazione critica

Sezione n° 1 - Pulvino P1

TC	sf	sc	Aeff	Esp	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-92,908	-6,377	1413,520	0,0552	212,023	0,199	0,200	4
SLER	-92,908	-6,377	1413,520	0,0552	212,023	0,199	0,200	3

11.5.2 Verifiche a taglio (SLU, SLV)

Si effettuano le verifiche a taglio per la direzione trasversale, considerando la condizione critica tra SLU e SLV, ed un'armatura a taglio in direzione trasversale composta sia da staffe 1Ø16/20 a n°6 braccia verticali.

In accordo con il §7.9.6.2 del D.M. 14/01/2008, si verifica che le armature di confinamento per le pile non sono necessarie dato che $v_k \leq 0.08$.

NOME: SLU TRASV PULVINO P1		CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2008)							Rev. 10.1	
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO			
b _w	d	θ	cotg θ	N _{Ed}	V _{Ed}	M _{Ed}	f _{ck}	f _{cd}	γ _c	
(m)	(m)	(°)		(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)		
3,50	3,22	45,00	1,00	622,0	9859,7	39622,6	33,20	18,81	1,50	
1,00 ≤ cotg θ ≤ 2,50										
VERIFICA ARMATURE LONGITUDINALI (§4.1.2.1.3.1)										
	f _{yd}	n	Ø	A _{sl,Ø}	A _{sl}	F _{Rd}	ΔF _{td}	F _{Ed}	F _{Rd}	F _{Ed} /F _{Rd}
	(MPa)		(mm)	(cm ²)	(cm ²)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	
Barre B450C	391,3	35	30	7,07	247,40	9680,9	4929,9	18623,5	29042,7	64,1% VERIFICA OK
		70	30	7,07	494,80	19361,8				
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)										
	A _{sl}	k ₁	k	ρ _l (%)	V _{min}	σ _{cp}	α _c	V _{Rd}	V _{Ed} /V _{Rd}	
	(cm ²)			(%)	(MPa)	(MPa)		(kN)		
	742,20	0,15	1,25	0,66%	0,28	0,00	1,00	4720,0	208,9%	Necessaria armatura
VERIFICA CON ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.2)										
	f _{ywd}	n _b	Ø	A _{sw}	α	s	V _{Rsd}	V _{Rcd}	V _{Rd}	V _{Ed} /V _{Rd}
	(MPa)		(mm)	(cm ²)	(°)	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
Staffe / Pioli (1)	391,3	8,0	20	25,13	90	0,20	14228,1	47631,8	14228,1	69,3% VERIFICA OK

Si omettono inoltre le verifiche taglio-torsione in quanto, rispetto alle dimensioni geometriche della sezione, le sollecitazioni di torsione valutate risultano poco significative nei confronti della resistenza globale della sezione strutturale complessiva.

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	104

12. VERIFICHE LOCALI

12.1 BAGGIOLI

Si procede alla verifica del baggiolo tipologico di dimensioni 100x100x80 cm, armato in verticale con 1Ø22/10 distribuiti sui lati perimetrali, armato in orizzontale con 1Ø12/10 staffe cerchiati esterne (n°2 braccia per direzione) e 4Ø12/10 ganci interni (n°4 braccia per direzione).

Al fine di mantenere un abbondante margine di sicurezza, i carichi di progetto verticale N_{Ed} ed orizzontale V_{Ed} sono stati ipotizzati come i massimi concomitanti previsti su tutti gli appoggi (UL)-(M), vedi tabelle specifiche, inoltre l'impronta degli appoggi stessi è stata assunta cautelativamente assunta di 60x60 cm.

Le verifiche sono state svolte secondo le indicazioni del CEB-FIP Model Code 90 e secondo quanto riportato in letteratura riguardo gli studi di diffusione delle tensioni di compressione e trazione su un volume generico di calcestruzzo (Leonhardt, 1973).

Per le azioni dell'appoggio si considera una eccentricità addizionale di 5 cm, quindi una centratura non ottimale delle azioni sul volume di calcestruzzo del baggiolo con conseguente riduzione dell'area efficace di contatto.

Si sono considerate le armature di cerchiatura come collaboranti per il 100% ai fini dell'aumento della resistenza a compressione del calcestruzzo in zona compressa (Region I), mentre per le tensioni di trazione interna si sono considerate solo le armature trasversali interne (Region II).

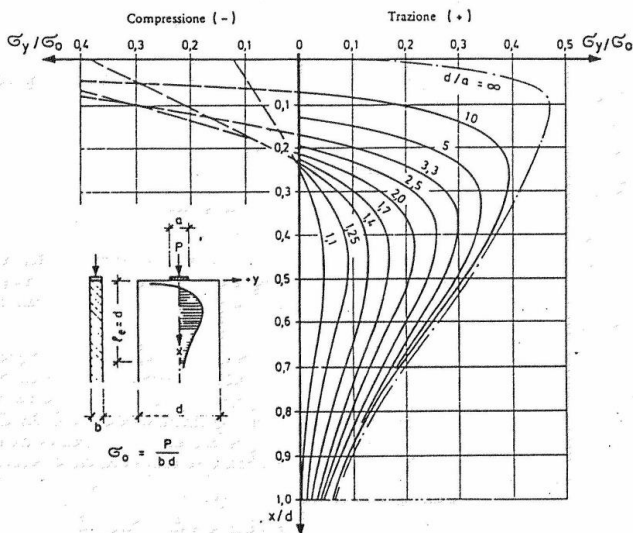


Fig. 3.6: Curve e grandezza delle tensioni trasversali σ_y , riferite a $\sigma_0 = \frac{P}{b \cdot d}$, lungo l'asse x per condizioni diverse d/a (40)

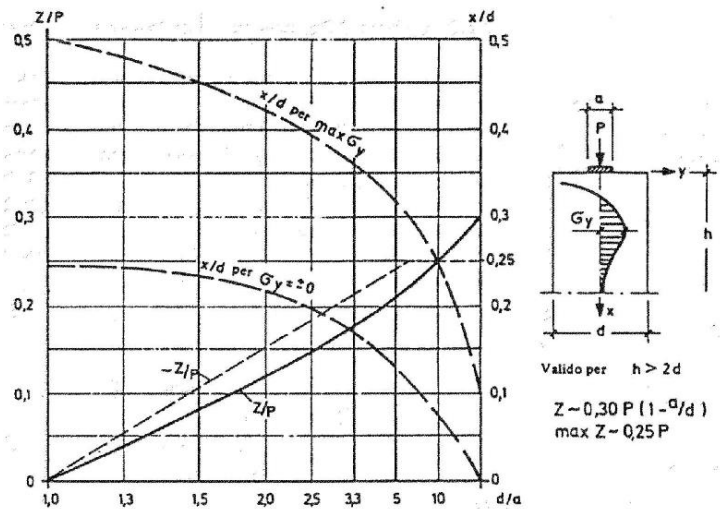


Fig. 3.8: Grandezza della forza di fenditura risultante Z, riferita al carico P, distanza della tensione massima trasversale $\max \sigma_y$ e distanza del punto con $\sigma_y = 0$ dal bordo caricato in lastre con $h > 2d$ (40)

Figura 20 – Grafici da F. Leonhardt, 1973 "Casi speciali di dimensionamento delle strutture in c.a. e c.a.p."

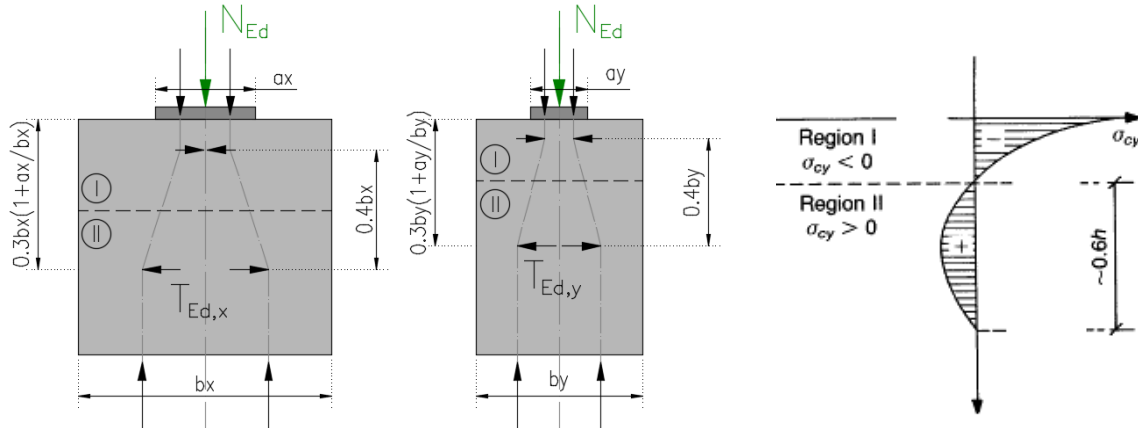
IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	105

NOME: **BAGGIOLO TIPO**

VERIFICA BAGGIOLI (CEB-FIP MODEL CODE 90, F. LEONHARDT - 1973)

Rev. 09



GEOMETRIA, AZIONI E MATERIALI VOLUME DI CALCOLO (MC90 §3.3.1, Leonhart §3.3.1)

N_{Ed} (kN)	7980.0	b_x (m)	1.300	$f_{y,d}$ (MPa)	391.3
M_{Ed} (kNm)	399.0	b_y (m)	1.300	f_{ck} (MPa)	33.2
e_{max} (m)	0.050	a_x (m)	0.750	a'_{cc}	0.85
		a_y (m)	0.750	a'_y (m)	0.700

	Altezza (m)	Posiz. T_{Ed} (m)	Altezza zona Region II (m)	Altezza zona Region I (grafico) (m)	Posizione zona Region II da (m)	Posizione zona Region I a (m)	Posizione zona Region II da (m)	Posizione zona Region I a (m)	b/a'
Direz. X	1.30	0.62	0.78	0.22	0.22	1.00	0.00	0.22	1.86
Direz. Y	1.30	0.62	0.78	0.23	0.23	1.01	0.00	0.23	1.86

VERIFICA ARMATURE ORIZZONTALI (Trazione, Region II, MC90 §3.3.1, Leonhart §3.3.1)

Direz.	A_{sh} (cm ²)	T_{Rd} (kN)	T_{Ed} (kN)	T_{Ed}/T_{Rd}	
Direz. X	5x6Ø16	60.29	2359.1	> 1104.9	46.8% VERIFICA OK
Direz. Y	5x6Ø16	60.29	2359.1	> 1104.9	46.8% VERIFICA OK

VERIFICA CALCESTRUZZO CONFINATO (Compressione, Region I, MC90 §3.3.1, Leonhart §3.3.1)

Direz.	A_{sh} (cm ²)	σ_l (MPa)	α	σ_2 (MPa)	$i_{ck,c}$ (MPa)	$i_{cd,c}$ (MPa)	σ_{Ed} (MPa)	$\sigma_{Ed}/f_{cd,c}$	
Direz. X	2x6Ø16	24.12	0.73	1.00	0.73	36.8	20.9	> 20.7	99.3% VERIFICA OK
Direz. Y	2x6Ø16	24.12	0.73	1.00	0.73	36.8	20.9	> 19.8	95.0% VERIFICA OK

ν 0.20 (formule cls confinato da EN 1992-1-1: 2005, NTC2018) (stress compression σ_{Ed} con distribuzione approssimata triangolare)

C_{Ed} (kN) 1596.0 ($C_{Ed} = \nu N_{Ed}$)

VERIFICA ARMATURE VERTICALI (Giunto di taglio, MC90 §6.10.2)

$V_{Ed,x}$ (kN)	$N_{Ed,min}$ (kN)	μ	β_{fctd} (MPa)	A_{sv} (cm ²)	T_{Rd} (MPa)	T_{Ed} (MPa)	T_{Ed}/T_{Rd}
0.0	1643.0	0.60	0.00	197.57	4.76	2.08	43.7% VERIFICA OK
$V_{Ed,y}$ (kN)	$\sigma_{Ed,min}$ (MPa)						
3512.0	3.35						
V_{Ed} (kN)	$f_{cd,c}$ (MPa)						
3512.0	20.9						

$\tau_{Rd} = \beta f_{ctd} + \mu(\rho f_{yd} + \sigma_{ed}) < 0.25 f_{cd}$

Figura 21 – Baggioli tipo – Verifica del calcestruzzo armato a compressione e trazione

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
IV02 - Relazione di calcolo pile				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	106

13. APPOGGI E GIUNTI

13.1 APPOGGI

Si riportano di seguito le caratteristiche degli appoggi di pila desunti dalla relazione di calcolo impalcato.

Link	StepType	ENV-SLE			ENV-SLU			ENV-SLV			ENV-SLC			Elem.	Tipo
		V	Hx	Hy	V	Hx	Hy	V	Hx	Hy	V	Hx	Hy		
Text	Text	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN		
AP-M-2-1	max	-3072	0	0	-4270	0	0	-1861	0	0	-1540	0	0	P1	MD
AP-M-2-1	min	-4505	0	0	-6199	0	0	-4881	0	0	-5202	0	0	P1	MD
AP-M-2-2	max	-3198	0	387	-4431	0	565	-2084	0	3480	-1814	0	4179	P1	UL
AP-M-2-2	min	-5402	0	-345	-7378	0	-505	-4858	0	-3389	-5127	0	-4088	P1	UL
AP-M-2-3	max	-3107	0	430	-4303	0	622	-2086	0	3512	-1840	0	4217	P1	UL
AP-M-2-3	min	-5468	0	-383	-7448	0	-561	-4781	0	-3465	-5027	0	-4169	P1	UL
AP-M-2-4	max	-2968	0	0	-4112	0	0	-1643	0	0	-1332	0	0	P1	MD
AP-M-2-4	min	-5887	0	0	-7980	0	0	-5243	0	0	-5553	0	0	P1	MD

Link	StepType	ENV-SLE			ENV-SLU			ENV-SLV			ENV-SLC			Elem.	Tipo
		ex	ey	α	ex	ey	α	ex	ey	α	ex	ey	α		
Text	Text	mm	mm	rad*10 ³	mm	mm	rad*10 ³	mm	mm	rad*10 ³	mm	mm	rad*10 ³		
AP-M-2-1	max	14	1	1	20	1	1	13	3	1	14	3	1	P1	MD
AP-M-2-1	min	-12	-1	-1	-16	-1	-1	-11	-3	-1	-12	-3	-1	P1	MD
AP-M-2-2	max	14	0	1	20	0	1	13	0	1	14	0	1	P1	UL
AP-M-2-2	min	-12	0	-1	-16	0	-1	-11	0	-1	-12	0	-1	P1	UL
AP-M-2-3	max	14	0	1	20	0	1	13	0	1	14	0	1	P1	UL
AP-M-2-3	min	-12	0	-1	-16	0	-1	-11	0	-1	-12	0	-1	P1	UL
AP-M-2-4	max	14	1	1	20	2	1	13	3	1	14	3	1	P1	MD
AP-M-2-4	min	-11	-1	-1	-16	-2	-2	-11	-3	-1	-11	-3	-1	P1	MD

Figura 22 - Caratteristiche appoggi

IV02 - Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	05	001	B	107

14. RIEPILOGO INCIDENZE C.A.

Dalle verifiche effettuate sugli elementi in c.a. costituenti la sottostruttura in oggetto, si riassumono di seguito i principali valori di incidenza di armature previsti rispetto ai volumi totali di calcestruzzo.

Sottostruttura	Plinto (kg/m²)	Elevazione (kg/m²)	Pulvino (kg/m²)	Baggioli (kg/m²)
PILA P1 H=5m	140	100	120	350