

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)

VIABILITA' - VIADOTTI

NW01 – VIADOTTO STRADALE SU NV01

Relazione di calcolo pila

SCALA:

-

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

RS3T 30 D 09 CL NW0100 003 C

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoll - Edin	Gen-2020	A.Ferr 	Gen-2020	A.Barreca 	Gen-2020	ITALFERR S.p.A. U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti Dott. Ing. Paolo Vittozzi Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma N° A 20783
B	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoll - Edin	Feb-2020	A.Ferr 	Feb-2020	A.Barreca 	Feb-2020	
C	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoll - Edin	Mag-2020	A.Ferr 	Mag-2020	A.Barreca 	Mag-2020	

File: RS3T.3.0.D.09.CL.NW.01.0.0.003.C

n. Elab.: 09_639

INDICE

1	PREMESSA	4
1.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	5
3	MATERIALI	6
3.1	VERIFICA S.L.E.	7
3.1.1	<i>Verifiche alle tensioni</i>	7
3.1.2	<i>Verifiche a fessurazione</i>	7
4	ANALISI E VERIFICHE PILA	9
4.1	GENERALITÀ	9
4.2	MODELLI A MENSOLA PER LA VERIFICA DELLE PILE	9
4.3	CONDIZIONI ELEMENTARI E COMBINAZIONI DI CARICO	9
4.4	SISTEMI DI RIFERIMENTO ED UNITÀ DI MISURA	13
4.5	GEOMETRIA DELLA PILA	14
4.6	ANALISI DEI CARICHI	15
4.6.1	<i>Peso proprio elementi strutturali</i>	15
4.6.2	<i>Carichi trasmessi dall'impalcato</i>	15
4.6.3	<i>Azione del Vento</i>	17
4.6.4	<i>Carichi da traffico verticali</i>	19
4.6.5	<i>Carichi da traffico orizzontali</i>	21
4.6.6	<i>Azione sismica</i>	21
4.6.7	<i>Analisi Dinamica Lineare</i>	25
4.6.8	<i>Calcolo delle sollecitazioni in testa pali</i>	26
4.6.9	<i>Riepilogo risultati</i>	27
4.7	SOLLECITAZIONI.....	28
4.7.1	<i>Plinto di fondazione</i>	29

RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW01 00 003	C	3 di 56

4.8	PALI DI FONDAZIONE	31
4.9	VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	32
4.9.1	<i>Pila</i>	33
4.9.2	<i>Zattera di fondazione</i>	42
4.9.3	<i>Palo di fondazione</i>	44
4.10	ESCURSIONE LONGITUDIANLE, GIUNTI E VARCHI	49
4.11	RITEGNI.....	53

1 PREMESSA

Il presente documento si inserisce nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto definitivo del corpo stradale ferroviario, delle opere d'arte e delle opere interferite relative al progetto definitivo della direttrice ferroviaria Messina-Catania-Palermo nell'ambito del nuovo collegamento Palermo - Catania

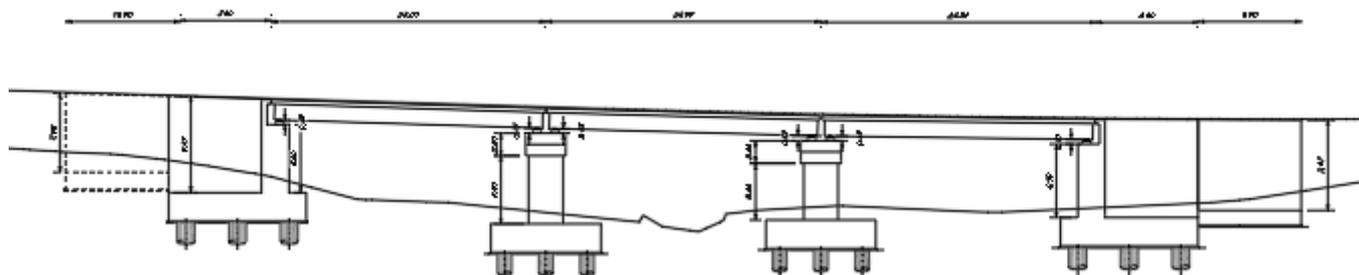
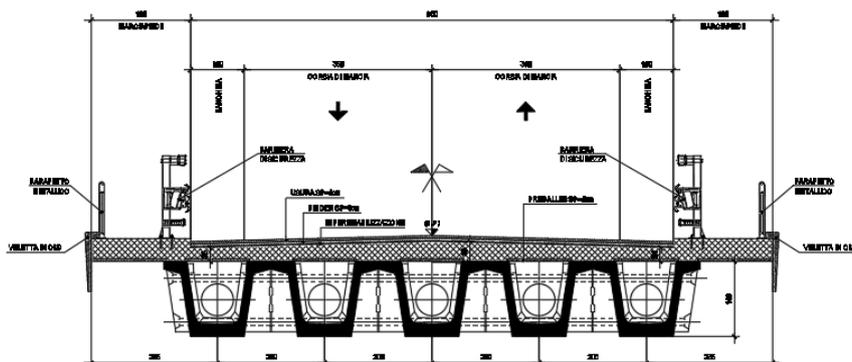
La presente relazione ha per oggetto il dimensionamento e le verifiche di resistenza secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (S.L.) di una delle pile del viadotto NW01 [sulla viabilità NV01](#). In particolare si tratterà la pila di altezza maggiore per tipologia di impalcati afferenti.

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate secondo il DM 17 gennaio 2018.

1.1 Descrizione dell'opera

Per la NV01 - Variante SP41 (continuità provinciale Strada Extraurbana Principale F1 Corsia 3.50m + Banchina 1.00m b=9.00m) in corrispondenza della progressiva 0+430 viene previsto un viadotto a tre campate di luce 24.0m.

Gli impalcati impalcati, realizzati tramite cinque travi a cassone in calcestruzzo prefabbricato, poggiano su spalle e pile in c.a., fondate su pali di grande diametro.



Sezione trasversale e prospetto

	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE – CALTANISSETTA (LOTTO 3A) Viadotto NW01</p>												
<p>RELAZIONE DI CALCOLO PILA</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3T</td> <td>30</td> <td>D 09 CL</td> <td>NW01 00 003</td> <td>C</td> <td>5 di 56</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30	D 09 CL	NW01 00 003	C	5 di 56
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30	D 09 CL	NW01 00 003	C	5 di 56								

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Le principali Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento e prese a riferimento sono le seguenti:

- *Ministero delle Infrastrutture, DM 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».*
- *Ministero delle Infrastrutture, Circolare n°7 21 gennaio 2019, Istruzioni per l'Applicazione delle «Norme tecniche per le costruzioni».*
- *Istruzione RFI DTC SI PS MA IFS 001 A - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture*
- *Istruzione RFI DTC SI CS MA IFS 001 A - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale*
- *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 modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019.*

3 MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali previsti le sottostrutture sono le seguenti:

Calcestruzzo magro e getti di livellamento

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C12/15
- TIPO CEMENTO CEM I±V
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XO

Calcestruzzo per pali di fondazione

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C25/30
- TIPO CEMENTO CEM III±V
- RAPPORTO A/C : ≤ 0.60
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XC2
- COPRIFERRO MINIMO = 60 mm
- DIAMETRO MASSIMO INERTI : 32 mm

Calcestruzzo per fondazioni

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C28/35
- TIPO CEMENTO CEM III±V
- RAPPORTO A/C : ≤ 0.60
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XC2
- COPRIFERRO = 40 mm
- DIAMETRO MASSIMO INERTI : 25 mm

Calcestruzzo elevazione

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C32/40
- TIPO CEMENTO CEM III±V
- RAPPORTO A/C : ≤ 0.50
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XC4
- COPRIFERRO = 40 mm (*)
- DIAMETRO MASSIMO INERTI : 25 mm

IN BARRE E RETI ELETTROSALDATE

B450C saldabile che presenta le seguenti caratteristiche :

- Tensione di snervamento caratteristica $f_{yk} > 450 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica a rottura $f_{tk} > 540 \text{ N/mm}^2$
- $1.15 \leq f_{tk}/f_{yk} < 1.35$

3.1 Verifica S.L.E.

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

3.1.1 Verifiche alle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente a trazione" adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento "Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario RFI DTC INC PO SP IFS 001 A del 2019", ovvero:

Strutture in c.a.

Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- per combinazione di carico caratteristica (rara): $0,55 f_{ck}$;
- per combinazioni di carico quasi permanente: $0,40 f_{ck}$;
- per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare $0,75 f_{yk}$

3.1.2 Verifiche a fessurazione

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico frequente e combinazione quasi permanente. Essendo la struttura a contatto col terreno si considerano condizioni ambientali aggressive; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV]

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente:

Tabella 1 – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione e Condizioni Ambientali

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azione	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	wd	Stato limite	wd
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$

RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW01 00 003	C	8 di 56

		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto Aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

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

Risultando:

$$w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0.3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0.4 \text{ mm}$$

Data la maggior restrittività, alle prescrizioni normative presenti in NTC si sostituiscono in tal caso quelle fornite dal “Manuale di Progettazione delle Opere Civili” secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

Per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, qual è il caso delle strutture in esame così come identificate nel DM 17.1.2018, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l’apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

– Combinazione Caratteristica (Rara) $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

Riguardo infine il valore di calcolo delle fessure da confrontare con i valori limite fissati dalla norma, si è utilizzata la procedura riportata al C4.1.2.2.4.5 della Circolare n. 7/19.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE – CALTANISSETTA (LOTTO 3A) Viadotto NW01					
	RELAZIONE DI CALCOLO PILA	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO NW01 00 003	REV. C

4 ANALISI E VERIFICHE PILA

4.1 Generalità

La pila presenta una sezione **circolare** di diametro 3.00m, una altezza complessiva di 6.00m.

Il pulvino è costituito da una sezione piena di dimensione 3.5x 11.60m ed altezza 2.00m.

Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 1.20 m collegate in testa da una platea di spessore 2.50m.

Per le verifiche dei singoli elementi della pila (pali, platea di fondazione ed elevazioni) è stata effettuata un'analisi dei carichi agenti sul piano appoggi e allo spiccato della fondazione; l'analisi viene riportata nelle pagine seguenti.

4.2 Modelli a mensola per la verifica delle pile

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 alle quali vanno combinate le azioni determinate dalle azioni date dalle forze di inerzia e dal peso proprio delle sottostrutture.

Il modello della struttura è stato implementato in un foglio di calcolo appositamente realizzato per la valutazione delle azioni agenti sulle singole parti della struttura, quali fusto pila e plinto.

Per l'analisi e la verifica del plinto di fondazione, si è utilizzato un modello, a seconda della geometria, di tirante-puntone o trave inflessa.

Per quanto riguarda invece le sollecitazioni sui pali di fondazione a partire dalle azioni risultanti nel baricentro del plinto alla quota di intradosso, sono stati calcolati, per ciascuna combinazione di carico, gli sforzi assiali e di taglio in testa ai pali di fondazione utilizzando il classico modello a piastra rigida.

4.3 Condizioni elementari e combinazioni di carico

Le verifiche di sicurezza strutturali e geotecniche sono state condotte utilizzando combinazioni di carico definite in ottemperanza alle NTC18, secondo quanto riportato nei paragrafi 2.5.3, 5.1.3.12. Di seguito sono mostrati i coefficienti parziali di sicurezza utilizzati allo SLU ed i coefficienti di combinazione adoperati per i carichi variabili nella progettazione delle strutture da ponte.

2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

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

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

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

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

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

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

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

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

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

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

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6):

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

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omissi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

Per le verifiche geotecniche si è fatto riferimento alla combinazione (A1+M1+R3) di coefficienti parziali prevista dall'Approccio 2.

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	$\gamma_{G1} \text{ e } \gamma_{G3}$	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_{Qk}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	γ_{e1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	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

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

Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

4.4 Sistemi di riferimento ed unità di misura

- Asse X parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Y ortogonale all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Z verticale

- Lunghezze = m
- Forze = kN

RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW01 00 003	C	14 di 56

4.5 Geometria della Pila

Generali			
Peso cls	γ_{cls}	25	kN/m ³
Peso terreno	γ_t	20	kN/m ³
Altezza appoggio + baggiolo	h_{ap}	0.45	m
Pulvino			
Altezza	H_p	2.00	m
Lunghezza lungo asse X	b_p	3.5	m
Lunghezza lungo asse Y	L_p	11.60	m
Area Sezione		40.60	m ²
% Vuoti sezione		0%	
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	x_p	0.00	m
Pila			
Altezza	H_m	6.00	m
Lunghezza lungo asse X	b_m	3.00	m
Lunghezza lungo asse Y	L_m	3.00	m
Area Sezione		7.07	m ²
% Vuoti sezione		0%	
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	x_m	0.00	m
Distanza asse baggioli- asse pila (sx)	x_{m1}	-1.00	m
Distanza asse baggioli- asse asse pila (dx)	x_{m2}	1.00	m
Plinto			
Altezza	H_f	2.50	m
Lunghezza lungo asse X	b_f	9.60	m
Lunghezza lungo asse Y	L_f	9.60	m
Spessore ricoprimento medio	h_t	1.00	m
Distanza asse baggioli - baricentro plinto (sx)		-1.00	m
Distanza asse baggioli - baricentro plinto (dx)		1.00	m
Terreno			
Angolo d'attrito interno (φ)		35	°
Coefficiente per il calcolo della spinta a riposo	▼	$K_0 = 0.426$	▼
Sisma			
S_s		1.200	
a_g		0.097	
Coefficiente sismico orizzontale	k_h	0.116	

Tabella 2 – Dati di input

4.6 Analisi dei carichi

4.6.1 Peso proprio elementi strutturali

➤ *Peso proprio strutture*

I pesi degli elementi strutturali sono calcolati utilizzando un peso di volume del calcestruzzo pari a 25 kN/m³.

Impalcato (sx)			
N° Corsie convenzionali		3	
Lunghezza	L	25	m
Peso Proprio	G ₁	230	kN/m
Permanenti portati	G ₂	80	kN/m
n° totale appoggi sulla pila	n	5	
Reazione appoggio i = (G ₁ *L/2)/n	R _i	575.0	kN
Reazione appoggio i = (G ₂ *L/2)/n	R _i	200.0	kN

Impalcato (dx)			
N° Corsie convenzionali		3	
Lunghezza	L	25	m
Peso Proprio	G1	230	kN/m
Permanenti portati	G2	80	kN/m
n° totale appoggi sulla pila	n	5	
Reazione appoggio i = (G ₁ *L/2)/n	R _i	575.0	kN
Reazione appoggio i = (G ₂ *L/2)/n	R _i	200.0	kN

4.6.2 Carichi trasmessi dall'impalcato

I carichi del traffico vengono dedotti dal modello FEM dell'impalcato. Sul singolo appoggio forniscono i risultati in tabella seguente.

4.6.3 Azione del Vento

Azione del Vento - generale - NTC e EC 1-1-4:2005				
Condizione (ponte carico o scarico)		scarico	carico	
Altitudine sul livello del mare	as	415	415	m
Zona	Z	4	4	
Parametri	Vb,0	28	28	m/s
Parametri	a0	500	500	m
Parametri	ks	0.36	0.36	1/s
Velocità di riferimento (Tr=50anni)	vb=vb0 * (1+ ks(as/ao-1))	28	28	m/s
Periodo di ritorno considerato	TR	75	75	anni
	αR	1.02	1.02	
Velocità di riferimento	Vb(TR)	28.66	28.66	m/s
Densità dell'aria	ρ	1.25	1.25	kg/mc
Pressione cinetica di riferimento	qb=0.5*ρ*vb²	0.51	0.51	kN/mq
Classe di rugosità del terreno		D	D	
Distanza dalla costa		>10	>10	km
Altitudine sul livello del mare		<750	<750	m
Categoria di esposizione del sito	Cat	II	II	
Vento su impalcato				
Parametri	kr	0.19	0.19	
Parametri	z0	0.05	0.05	m
Parametri	zmin	4	4	m
Altezza di riferimento per l'impalcato (EC punto 8.3.1(6))	z	13	13	m
Coefficiente di topografia	ct	1	1	
Coefficiente di esposizione (z)	ce(z)	2.52	2.52	
Larghezza impalcato	b	12.7	12.7	m
Altezza impalcato	h1	1.9	1.9	m
Altezza veicolo o parapetto	h2	1.5	3	m
Altezza totale impalcato (comprese le barriere o treno)	dtot	3.4	4.9	m
Rapporto di forma	b/dtot	3.74	2.59	
Coefficiente di forza (figura 8.3 EC)	cfx	1.38	1.72	
Riepilogo				
Pressione cinetica di riferimento	qb	0.51	0.51	kN/mq
Coefficiente di esposizione	ce	2.52	2.52	
Coefficiente di forza	cfx	1.38	1.72	
Altezza di riferimento (EC punto 8.3.1 (4) e (5))	d	3.4	4.9	m
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	6.1	10.9	kN/m
Pressione statica equivalente	p=f/d	1.79	2.23	kN/mq
Pressione statica equivalente (minima considerata)	pmin	1.5	1.5	kN/mq
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	6.1	10.9	kN/m
Vento impalcato a ponte scarico				
		sx	dx	
Forza statica equivalente	f	6.1	6.1	kN/m
Luce impalcato	L	25	25	m
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	76	76	kN/m
Vento impalcato a ponte carico				
Forza statica equivalente	f	10.9	10.9	kN/m
Luce impalcato	L	25	25	m
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	137	137	kN/m

RELAZIONE DI CALCOLO PILA

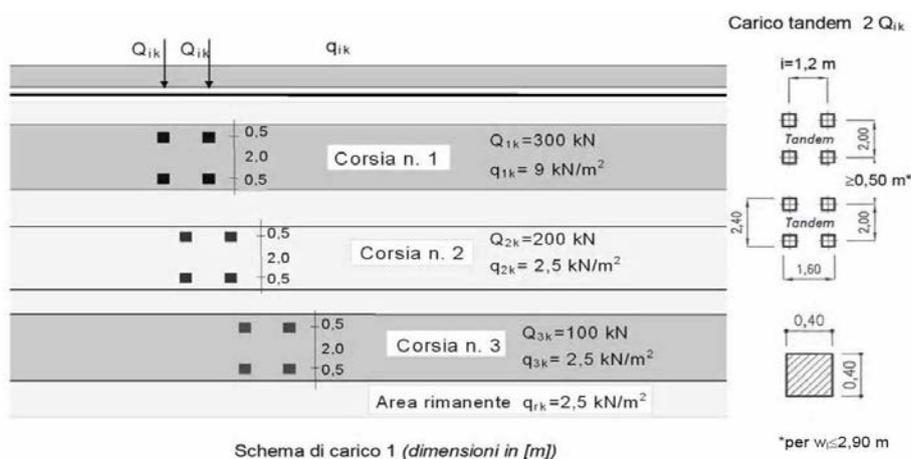
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW01 00 003	C	18 di 56

Vento su Pila e Pulvino					
Parametri	kr	0.19	0.19		
Parametri	z0	0.05	0.05	m	
Parametri	zmin	4	4	m	
Altezza di riferimento per pila e pulvino (EC punto 7.6(2))	z	8.00	8	m	
Coefficiente di topografia	ct	1	1		
Coefficiente di esposizione (z)	ce(z)	2.21	2.21		
		dir.x	dir.x		
Altezza (dir.z)	h	2.00	6.00	m	
Larghezza in direz. Ortogonale al vento	b	11.60	3.00	m	
Larghezza in direz. Parallela al vento	d	3.5	3	m	
Rapporto di forma	d/b	0.30	1.00		
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	cfx	2.13	2.15		
Raggio di arrotondamento (figura 7.24 EC)	r	1	1	m	
Rapporto di forma II	r/b	0.09	0.33		
Fattore di riduzione (figura 7.24 EC)	Ψ	0.78	0.50		
Pressione di riferimento	$q=\Psi*cfx*ce*qb$	1.90	1.22	kN/mq	
Area investita dal vento	$A=b*h$	23.2	18	mq	
Forza statica equivalente	$F=q*A$	44	22	kN	
		dir.y	dir.y		
Altezza (dir.z)	h	2.00	6.00	m	
Larghezza in direz. Ortogonale al vento	b	3.5	3	m	
Larghezza in direz. Parallela al vento	d	11.6	3	m	
Rapporto di forma	d/b	3.31	1.00		
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	cfx	1.30	2.15		
Raggio di arrotondamento (figura 7.24 EC)	r	1	1	m	
Rapporto di forma II	r/b	0.29	0.33		
Fattore di riduzione (figura 7.24 EC)	Ψ	0.50	0.50		
Pressione di riferimento	$q=\Psi*cfx*ce*qb$	0.74	1.22	kN/mq	
Area investita dal vento	$A=b*h$	7	18	mq	
Forza statica equivalente	$F=q*A$	5	22	kN	
Riepilogo					
Vento x					
Pulvino	F	44	kN		
Pila	F	22	kN		
Distanza tra spiccato fusto e testa pulvino	bz	8.00	m		
Forza totale	F Tot	66	kN		
Vento y					
Pulvino	F	5	kN		
Pila	F	22	kN		
Distanza tra spiccato fusto e testa pulvino	bz	8.00	m		
Forza totale	F Tot	27	kN		

4.6.4 Carichi da traffico verticali

L'opera è stata progettata considerando le sollecitazioni dovute al carico da traffico veicolare.

Le azioni variabili del traffico definite nello Schema di Carico 1 sono costituite da carichi concentrati e da carichi uniformemente distribuiti. Tale schema è da assumere a riferimento sia per le verifiche globali, sia per le verifiche locali.



Il numero delle colonne di carichi mobili e la loro disposizione sono quelli massimi compatibili con la larghezza della carreggiata considerata, per i ponti di 1a Categoria.

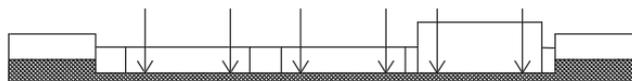
Posizione	Carico asse Q_{ik} [kN]	q_{ik} [kN/m ²]
Corsia Numero 1	300	9
Corsia Numero 2	200	2,5
Corsia Numero 3	100	2,5
Altre corsie	0,00	2,50

Sui marciapiedi si applica lo Schema di Carico 5 (folla) con valore $q=5$ kN/mq.

Di seguito si farà riferimento alle tre condizioni di carico seguenti:

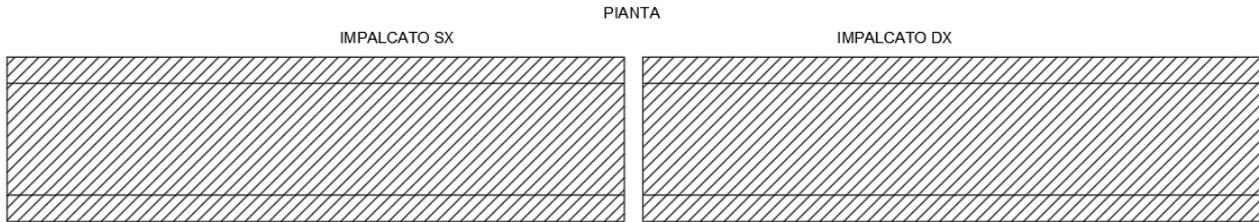
- N max, massimo sforzo normale per la pila: il carico è presente su entrambi gli impalcati, con il numero massimo di corsie convenzionali geometricamente consentite. Si riporta di seguito uno schema esemplificativo:

SEZIONE TRASVERSALE

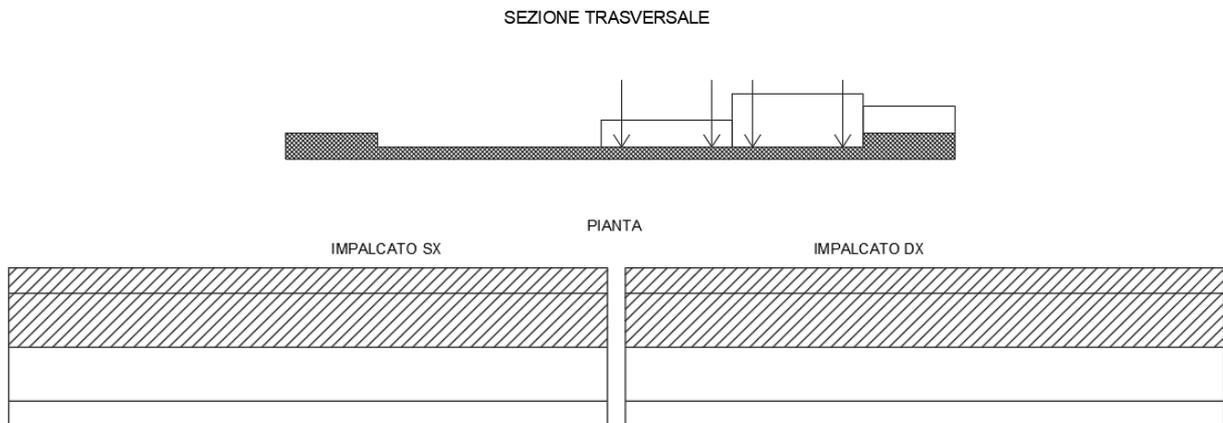


RELAZIONE DI CALCOLO PILA

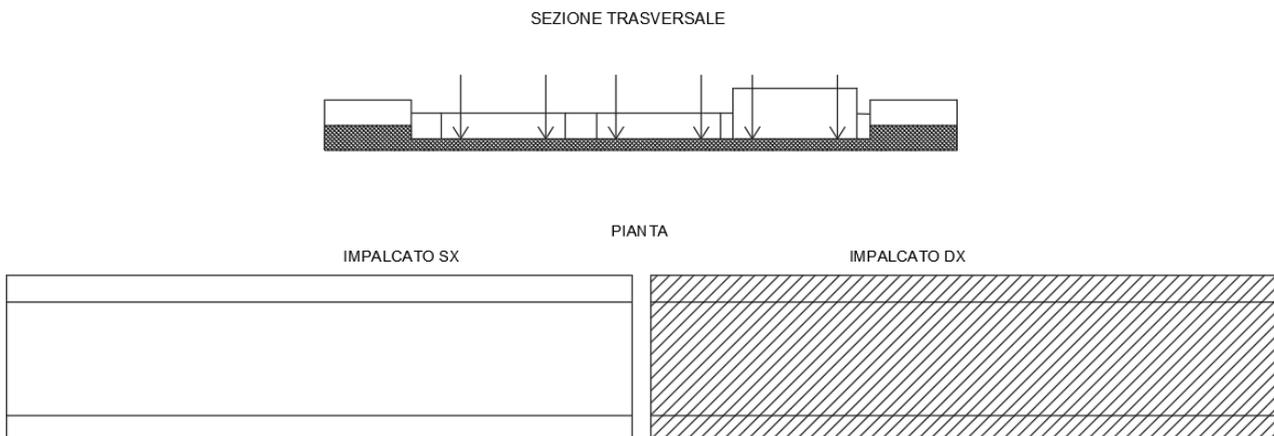
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW01 00 003	C	20 di 56



- M_t max, massimo momento lungo l'asse x (direzione di marcia): il carico è presente su entrambi gli impalcati, ma solo da un lato della carreggiata. Si riporta di seguito uno schema esemplificativo:



- M_L max, massimo momento lungo l'asse y: il carico è presente su un solo impalcato, con il numero massimo di corsie convenzionali geometricamente consentite. Si riporta di seguito uno schema esemplificativo:



4.6.5 Carichi da traffico orizzontali

Frenatura		
L	25	m
q3	428	kN
q3 (filtrata)	428	kN

Centrifuga		
Raggio planimetrico	10000	m
n° corsie	3	
Qv	1200	kN
q4	0	kN

4.6.6 Azione sismica

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 17 gennaio 2018 e relativa circolare applicativa.

➤ Valori di progetto

La pericolosità sismica di base è stata definita sulla base delle coordinate geografiche del sito di realizzazione dell'opera:

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate LONGITUDINE: 13.68837 LATITUDINE: 37.71845

Ricerca per comune REGIONE: Sicilia PROVINCIA: Catania COMUNE: Ramacca

Elaborazioni grafiche

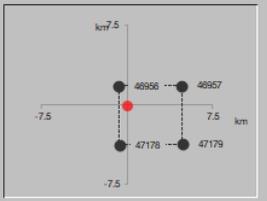
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione: media ponderata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".



INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

I parametri utilizzati per la definizione dell'azione sismica sono riportati di seguito.

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE {

SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="45"/>
SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="75"/>

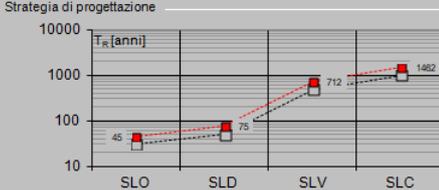
Stati limite ultimi - SLU {

SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="712"/>
SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="1462"/>

Elaborazioni

- Grafici parametrizzazione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametrizzazione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

INTRO FASE 1 **FASE 2** FASE 3

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **B** info $S_E = 1.200$ $C_U = 1.344$ info

Categoria topografica **T1** info $h/H = 1.000$ $S_T = 1.000$ info

(In quota sito, l'altezza livello topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) $\eta = 1.000$ info

Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_i Regol. in altezza **si** info

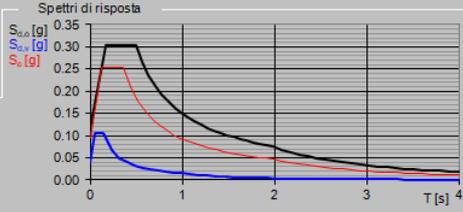
Compon. verticale

Spettro di progetto Fattore q $\eta = 1.000$ info

Elaborazioni

- Grafici spettri di risposta
- Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO FASE 1 FASE 2 **FASE 3**

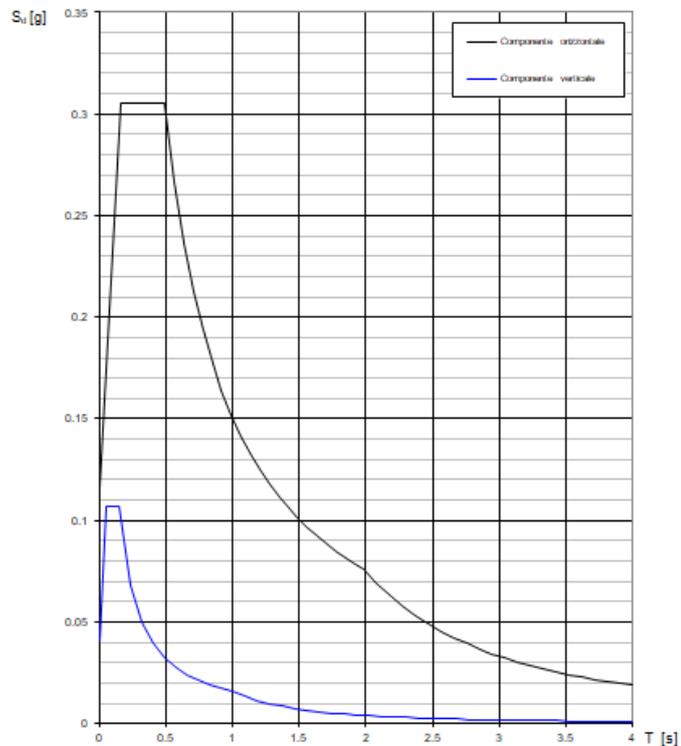
Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato lim SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_n	0.097 g
F_n	2.625
T_c^*	0.368 s
S_s	1.200
C_c	1.344
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_R	0.165 s
T_c	0.494 s
T_D	1.987 s



➤ Calcolo dell'azione Sismica

Per il calcolo delle azioni sismiche si utilizza una Analisi Statica Lineare, come riportata nel cap. 7.9.4.1 delle Normative. Qualora le ipotesi non siano soddisfatte, si è fatto riferimento ad una Analisi Dinamica Modale, attraverso la costruzione di un modello tridimensionale agli Elementi Finiti semplificato.

I Fattori di struttura utilizzati sono:

- $q= 1.5$ per la verifica a presso flessione della pila
- $q= 1.5/1.1$ per la verifica a capacità portante verticale dei pali e verifica del plinto
- $q= 1$ per le verifiche a taglio degli elementi strutturali (vedi anche punto successivo), verifiche a capacità portante orizzontale dei pali.
- Solo per la verifica a taglio dello spiccato della pila, il criterio adottato è quello della gerarchia delle resistenze, così come indicato al punto 7.9.5 delle NTC
- Per l'azione sismica verticale si adotta $q=1$

Il baricentro delle masse viene considerato coincidente con quello dell'impalcato; nel caso particolare risulta $L= 9.80$ m.

Condizione Sismica			
Massa sismica impalcato dir x	mix	8194	kN
Massa efficace pila dir x	mpx	2383	kN
Massa complessiva dir x	mix + mpx	10578	kN
1/5 Massa sismica impalcato dir x	mix/5	1639	kN
Verifica requisito dir x		no	
Massa sismica impalcato dir. y	mi _y	8194	kN
Massa efficace pila dir. Y	mp _y	2383	kN
Massa complessiva dir. Y	mi _y + mp _y	10578	kN
1/5 Massa sismica impalcato dir. Y	mi _y /5	1639	kN
Verifica requisito dir. Y		no	
Massa sismica impalcato dir. z	miz	8194	kN
Massa efficace pila dir. Z	mp _z	2383	kN
Massa complessiva dir. Z	miz + mp _z	10578	kN
1/5 Massa sismica impalcato dir. Z	miz/5	1639	kN
Verifica requisito dir. Z		no	

Inerzia Pila asse y	J _{yy}	3.98	m ⁴
Inerzia Pila asse x	J _{xx}	3.98	m ⁴
Area Pila	A _p	7.07	m ²
Rigidezza Pila asse y	K _y	418226825.2	N/m
Rigidezza Pila asse x	K _x	418226825.2	N/m
rigidezza Pila asse z	K _z	29157906816	N/m
Periodo x	T _x	0.32	s
Periodo y	T _y	0.32	s
Periodo z	T _z	0.04	s

Accelerazione orizzontale Se(T _x) direzione x	a _g x	0.31	
Accelerazione orizzontale Se(T _y) direzione y	a _g y	0.31	
Accelerazione Verticale Se(T _z) direzione z	a _g z	0.06	
q=1.5			
Accelerazione orizzontale Sd(T _x) direzione x	a _g x	0.20	
Accelerazione orizzontale Sd(T _y) direzione y	a _g y	0.20	
Accelerazione Verticale Sd(T _z) direzione z	a _g z	0.06	
q=1.36			
Accelerazione orizzontale Sd(T _x) direzione x	a _g x	0.22	
Accelerazione orizzontale Sd(T _y) direzione y	a _g y	0.22	
Accelerazione Verticale Sd(T _z) direzione z	a _g z	0.06	
q=1			
Accelerazione orizzontale Sd(T _x) direzione x	a _g x	0.31	
Accelerazione orizzontale Sd(T _y) direzione y	a _g y	0.31	
Accelerazione Verticale Sd(T _z) direzione z	a _g z	0.06	

Condizione Sismica - Taglianti Totali			
q=1.5			
Tagliante direzione x	F x	2155	kN
Tagliante direzione y	F y	2155	kN
Tagliante direzione z	F z	616	kN
q=1.36			
Tagliante direzione x	F x	2377	kN
Tagliante direzione y	F y	2377	kN
Tagliante direzione z	F z	616	kN
q=1			
Tagliante direzione x	F x	3232	kN
Tagliante direzione y	F y	3232	kN
Tagliante direzione z	F z	616	kN

4.6.7 Analisi Dinamica Lineare

Non essendo soddisfatti i criteri per l'analisi statica si svolge una Analisi Dinamica Lineare. L'analisi viene svolta considerando per la pila una rigidezza non fessurata e fessurata con riduzione della rigidezza pari ad al 50%.

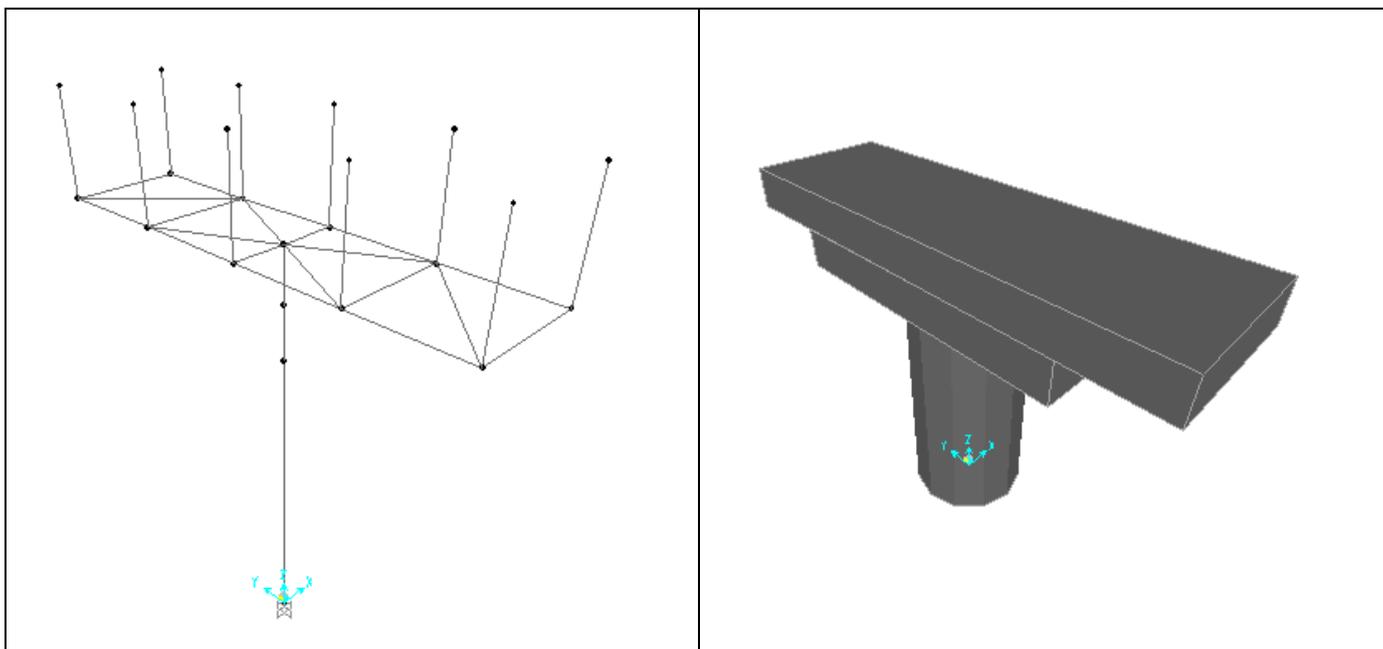


Figura 1: Modello FEM

Si riportano di seguito i risultati della analisi modale:

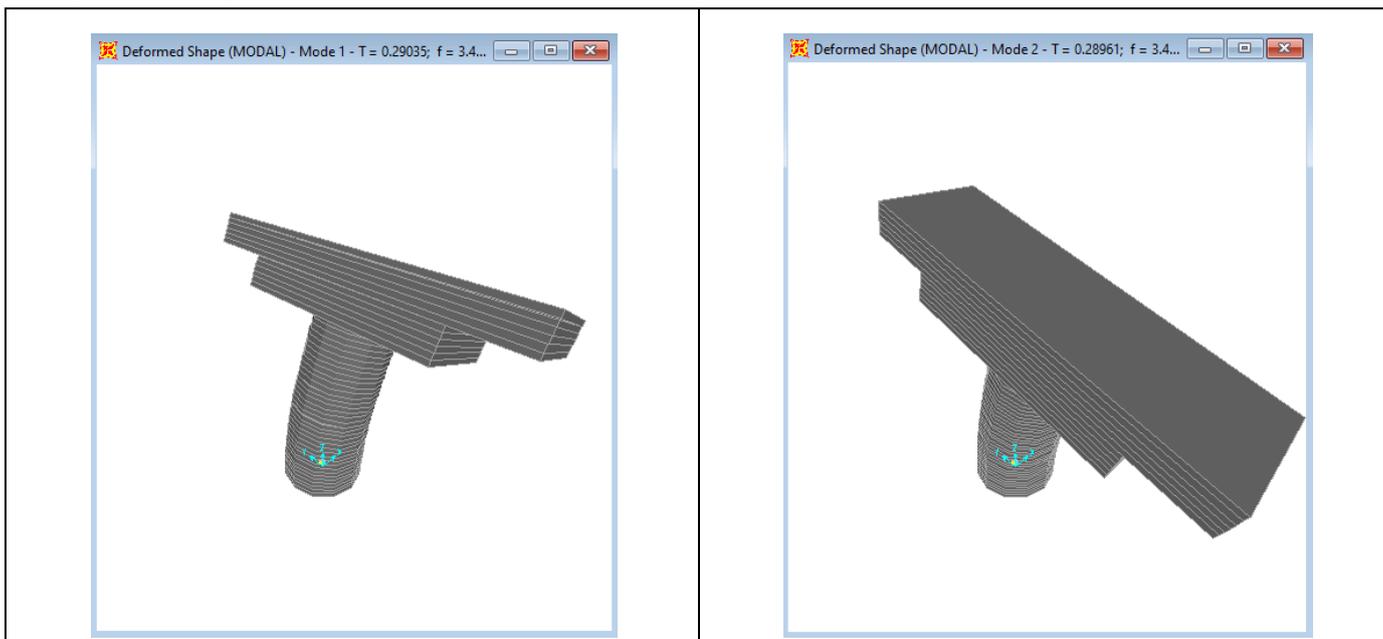


Figura 2: Modello FEM – Analisi Modale (100% rigidezza)

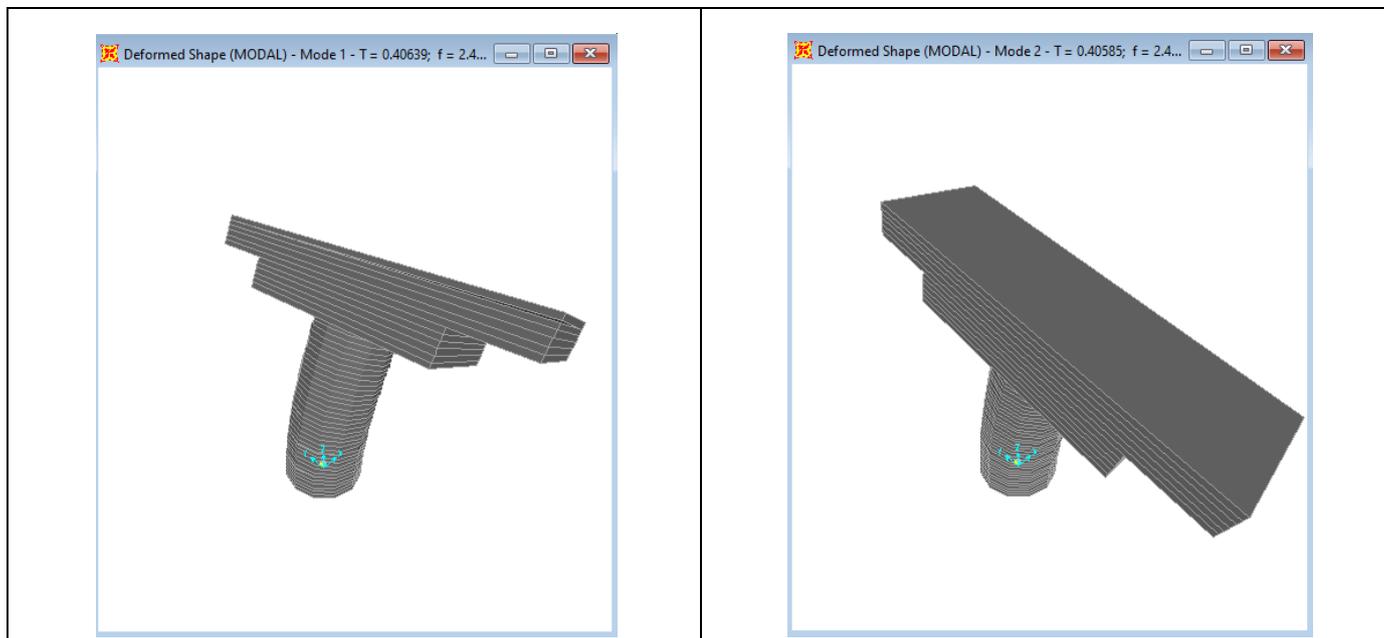


Figura 3: Modello FEM – Analisi Modale (50% rigidezza)

4.6.8 Calcolo delle sollecitazioni in testa pali

Le sollecitazioni agenti in testa palo vengono calcolate nell'ipotesi di platea di fondazione infinitamente rigida, attraverso la relazione

$$R(x, y) = \frac{N}{n} + \frac{M_l}{J_l} \cdot y + \frac{M_t}{J_t} \cdot x$$

dove

N, M_l, M_t sono lo sforzo normale e i momenti flettenti longitudinale e trasversale agenti al baricentro della palificata, n è il numero di pali e J_l, J_t sono le inerzie longitudinale e trasversale della palificata

$$J_l = \sum y_i^2 \quad J_t = \sum x_i^2$$

Per quanto riguarda le sollecitazioni orizzontali in testa palo, si assume che le azioni di taglio di ripartiscano uniformemente tra i pali, risultando

$$T(x, y) = \frac{\sqrt{H_l^2 + H_t^2}}{n}$$

dove H_l, H_t sono le forze orizzontali longitudinale e trasversale agenti al baricentro della palificata.

4.6.9 Riepilogo risultati

Il foglio automatico, sulla base di calcoli sviluppati nei fogli successivi, restituisce, per ciascuna combinazione i risultati del controllo di verifica.

Per ciascuna combinazione vengono riassunti:

- Le sollecitazioni al livello del piano di fondazione in termini di sforzo normale N, forza orizzontale T e momento ribaltante M.
- Per i carichi sui pali in termini di N_{max} , N_{min} , T ed M.

SPICCATO PILA: condizione statica								
Descrizione carico	F_Z	F_X	F_Y	b_{ix}	b_{iy}	b_{iz}	M_x	M_y
	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Pila	3090			0.00	0.00	0	0	0
Vento su pila dir. x		66		0.00	0.00	8.00	0	528
Vento su pila dir.y			27.1	0.00	0.00	8.00	217	0
INTRADOSSO FONDAZIONE: condizione statica								
Descrizione carico	F_Z	F_X	F_Y	b_{ix}	b_{iy}	b_{iz}	M_x	M_y
	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Pila	3090			0.00	0.00	0	0	0
Plinto	5760			0.00	0.00	1.25	0.00	0
Rinterro	1663			0.00	0.00	0.00	0.00	0
Vento su pila dir. x		66		0.00	0.00	10.50	0	693
Vento su pila dir.y			27.12473269	0.00	0.00	10.50	285	0
INTRADOSSO FONDAZIONE: condizione sismica								
Descrizione carico	F_Z	F_X	F_Y	b_{ix}	b_{iy}	b_{iz}	M_x	M_y
	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Plinto sisma x		670		0.00	0.00	1.25	0.00	838
Plinto sisma y			670	0.00	0.00	1.25	838	0
Plinto sisma z	335			0.00	0.00	1.25	0	0
Rinterro sisma z	97			0.00	0.00	0.00	0	0

4.7 Sollecitazioni

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DELLA PILA					
	N _x [kN]	T _x [kN]	T _y [kN]	M _x [kN*m]	M _y [kN*m]
A2 - SLU - N max gr.1	14506	406	642	6804	3429
A2 - SLU - MT max gr.1	13243	406	642	11558	3429
A2 - SLU - ML max gr.1	13649	457	621	6630	6050
A2 - SLU - N max gr.2	13357	900	642	6635	8498
A2 - SLU - MT max gr.2	12560	900	642	9316	8498
A2 - SLU - ML max gr.2	12904	952	621	6462	10373
A2 - SLU - N max gr.3	13357	406	642	6635	3429
A2 - SLU - MT max gr.3	12560	406	642	9316	3429
A2 - SLU - ML max gr.3	12904	457	621	6462	5305
A2 - SLU - Vento ponte scarico	11440	388	535	4960	3240
A2 - SLU - N max gr.1	13906	336	573	6215	2840
A2 - SLU - MT max gr.1	12643	336	573	10969	2840
A2 - SLU - ML max gr.1	13049	388	551	6041	5460
A2 - SLU - N max gr.2	12757	831	573	6046	7908
A2 - SLU - MT max gr.2	11960	831	573	8726	7908
A2 - SLU - ML max gr.2	12304	882	551	5873	9784
A2 - SLU - N max gr.3	12757	336	573	6046	2840
A2 - SLU - MT max gr.3	11960	336	573	8726	2840
A2 - SLU - ML max gr.3	12304	388	551	5873	4715
A2 - SLU - Vento ponte scarico	10840	318	465	4371	2651
A1 - SLU - N max gr.1	18533	470	743	7882	3974
A1 - SLU - MT max gr.1	17051	470	743	13463	3974
A1 - SLU - ML max gr.1	17527	530	719	7681	7042
A1 - SLU - N max gr.2	17184	1051	743	7684	9924
A1 - SLU - MT max gr.2	16249	1051	743	10830	9924
A1 - SLU - ML max gr.2	16653	1110	719	7484	12118
A1 - SLU - N max gr.3	17184	470	743	7684	3974
A1 - SLU - MT max gr.3	16249	470	743	10830	3974
A1 - SLU - ML max gr.3	16653	530	719	7484	6168
A1 - SLU - Vento ponte scarico	14934	569	739	6751	4766
A1 - SLU - N max gr.1	14439	354	627	6900	2992
A1 - SLU - MT max gr.1	12957	354	627	12481	2992
A1 - SLU - ML max gr.1	13433	413	602	6699	6060
A1 - SLU - N max gr.2	13090	935	627	6701	8942
A1 - SLU - MT max gr.2	13090	935	627	6701	8942
A1 - SLU - ML max gr.2	12155	994	602	9653	9417
A1 - SLU - N max gr.3	12559	935	627	6697	10660
A1 - SLU - MT max gr.3	13090	354	627	6701	2992
A1 - SLU - ML max gr.3	12155	413	602	9653	3467
A1 - SLU - Vento ponte scarico	12559	453	643	6827	5502
SLE Rara - N max gr.1	10840	233	477	4546	1965
SLE Rara - MT max gr.1	13506	323	504	5390	2726
SLE Rara - ML max gr.1	12408	362	488	9393	3042
SLE Rara - N max gr.2	12761	323	504	5386	4646
SLE Rara - MT max gr.2	12507	753	504	5243	7133
SLE Rara - ML max gr.2	11814	792	488	7443	7450
SLE Rara - N max gr.3	12113	753	504	5240	8406
SLE Rara - MT max gr.3	12507	323	504	5243	2726
SLE Rara - ML max gr.3	11814	362	488	7443	3042
SLE Rara - Vento ponte scarico	12113	389	515	5326	4526
SLE Freq. - N max gr.1	12840	300	300	2976	2535
SLE Freq. - MT max gr.1	12016	300	300	6077	2535
SLE Freq. - ML max gr.1	12281	300	300	2973	3976
SLE Freq. - N max gr.2	12090	623	300	2866	5841
SLE Freq. - MT max gr.2	11570	623	300	4614	5841
SLE Freq. - ML max gr.2	11795	623	300	2864	6796
SLE Freq. - N max gr.3	12090	300	300	2866	2535
SLE Freq. - MT max gr.3	11570	300	300	4614	2535
SLE Freq. - ML max gr.3	11795	300	300	2864	3490
SLE Freq. - Vento ponte scarico	10840	246	268	2335	2070
SLE Q.P. - ML max gr.3	10840	323	323	2726	2726
SLV -dir X_1	11410	2493	897	8863	25481
SLV -dir X_2	11038	2493	897	8863	25481
SLV -dir Y_1	11340	983	2407	25160	9628
SLV -dir Y_2	10968	983	2407	25160	9628
SLV -dir Z+	11993	983	897	8864	9628
SLV -dir Z-	10753	983	897	8864	9628
SLV -dir X_1	11410	2714	964	9546	27756
SLV -dir X_2	11038	2714	964	9546	27756
SLV -dir Y_1	11340	1050	2628	27435	10310
SLV -dir Y_2	10968	1050	2628	27435	10310
SLV -dir Z+	11993	1050	964	9547	10310
SLV -dir Z-	10753	1050	964	9547	10310
SLV -dir X_1	11410	3571	1221	12178	36531
SLV -dir X_2	11038	3571	1221	12178	36531
SLV -dir Y_1	11340	1307	3485	36210	12943
SLV -dir Y_2	10968	1307	3485	36210	12943
SLV -dir Z+	11993	1307	1221	12179	12943
SLV -dir Z-	10753	1307	1221	12179	12943

Tabella 3 – Sollecitazioni della base della pila

TABLE: Base Reactions

OutputCase	CaseType	StepType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ	GlobalMX	GlobalMY
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m
EX_1	Combination	Max	3039	912	10958	8577	28579
EX_1	Combination	Min	-3039	-912	10958	-8577	-28579
EY_1	Combination	Max	912	3039	10958	28580	8577
EY_1	Combination	Min	-912	-3039	10958	-28580	-8577
EX_2	Combination	Max	3039	912	10859	8577	28579
EX_2	Combination	Min	-3039	-912	10859	-8577	-28579
EY_2	Combination	Max	912	3039	10859	28580	8577
EY_2	Combination	Min	-912	-3039	10859	-28580	-8577
EZ_1	Combination	Max	912	912	11075	8575	8574
EZ_1	Combination	Min	-912	-912	11074	-8575	-8574
EZ_2	Combination	Max	912	912	10742	8575	8574
EZ_2	Combination	Min	-912	-912	10742	-8575	-8574
			3039	3039		28580	28579

Tabella 4 – Sollecitazioni della base della pila Dinamica 50%(EI)

TABLE: Base Reactions

OutputCase	CaseType	StepType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ	GlobalMX	GlobalMY
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m
EX_1	Combination	Max	3043	913	10958	8583	28600
EX_1	Combination	Min	-3043	-913	10958	-8583	-28600
EY_1	Combination	Max	913	3044	10958	28606	8582
EY_1	Combination	Min	-913	-3044	10958	-28606	-8582
EX_2	Combination	Max	3043	913	10859	8583	28600
EX_2	Combination	Min	-3043	-913	10859	-8583	-28600
EY_2	Combination	Max	913	3044	10859	28606	8582
EY_2	Combination	Min	-913	-3044	10859	-28606	-8582
EZ_1	Combination	Max	913	913	11075	8582	8580
EZ_1	Combination	Min	-913	-913	11075	-8582	-8580
EZ_2	Combination	Max	913	913	10742	8582	8580
EZ_2	Combination	Min	-913	-913	10742	-8582	-8580
			3043	3044		28606	28600

Tabella 5 – Sollecitazioni della base della pila Dinamica 100%(EI)

Come si può vedere dai valori massimi indicati in grassetto (per $q=1$), le sollecitazioni della Analisi Lineare Statica sono superiori rispetto a quelli ottenuti dall'analisi Dinamica; pertanto in favore di sicurezza si adotteranno quelli ricavate dalla Analisi Lineare Statica.

4.7.1 Plinto di fondazione

Nella tabella che segue sono indicati la risultante e momento risultante rispetto al baricentro del plinto di fondazione.

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA INTRADOSSO FONDAZIONE					
	Nz [kN]	Tx [kN]	Ty [kN]	Mx [kN*m]	My [kN*m]
A2 - SLU - N max gr.1	22428	406	642	8410	4444
A2 - SLU - MT max gr.1	21166	406	642	13164	4444
A2 - SLU - ML max gr.1	21571	457	621	8183	7193
A2 - SLU - N max gr.2	21279	900	642	8241	10749
A2 - SLU - MT max gr.2	20482	900	642	10921	10749
A2 - SLU - ML max gr.2	20826	952	621	8015	12753
A2 - SLU - N max gr.3	21279	406	642	8241	4444
A2 - SLU - MT max gr.3	20482	406	642	10921	4444
A2 - SLU - ML max gr.3	20826	457	621	8015	6448
A2 - SLU - Vento ponte scarico	19362	388	535	6298	4210
A2 - SLU - N max gr.1	21329	336	573	7646	3680
A2 - SLU - MT max gr.1	20067	336	573	12400	3680
A2 - SLU - ML max gr.1	20472	388	551	7419	6429
A2 - SLU - N max gr.2	20180	831	573	7477	9985
A2 - SLU - MT max gr.2	19383	831	573	10158	9985
A2 - SLU - ML max gr.2	19727	882	551	7251	11989
A2 - SLU - N max gr.3	20180	336	573	7477	3680
A2 - SLU - MT max gr.3	19383	336	573	10158	3680
A2 - SLU - ML max gr.3	19727	388	551	7251	5684
A2 - SLU - Vento ponte scarico	18263	318	465	5534	3447
A1 - SLU - N max gr.1	28804	470	743	9740	5150
A1 - SLU - MT max gr.1	27322	470	743	15321	5150
A1 - SLU - ML max gr.1	27798	530	719	9478	8366
A1 - SLU - N max gr.2	27455	1051	743	9542	12551
A1 - SLU - MT max gr.2	26519	1051	743	12688	12551
A1 - SLU - ML max gr.2	26923	1110	719	9281	14893
A1 - SLU - N max gr.3	27455	470	743	9542	5150
A1 - SLU - MT max gr.3	26519	470	743	12688	5150
A1 - SLU - ML max gr.3	26923	530	719	9281	7492
A1 - SLU - Vento ponte scarico	25205	569	739	8598	6190
A1 - SLU - N max gr.1	21863	354	627	8467	3877
A1 - SLU - MT max gr.1	20380	354	627	14048	3877
A1 - SLU - ML max gr.1	20856	413	602	8205	7093
A1 - SLU - N max gr.2	20513	935	627	8269	11279
A1 - SLU - MT max gr.2	20513	935	627	8269	11279
A1 - SLU - ML max gr.2	19578	994	602	11159	11902
A1 - SLU - N max gr.3	19982	935	627	8265	12997
A1 - SLU - MT max gr.3	20513	354	627	8269	3877
A1 - SLU - ML max gr.3	19578	413	602	11159	4501
A1 - SLU - Vento ponte scarico	19982	453	643	8435	6635
SLE Rara - N max gr.1	18263	233	477	5738	2546
SLE Rara - MT max gr.1	20929	323	504	6651	3532
SLE Rara - ML max gr.1	19831	362	488	10614	3948
SLE Rara - N max gr.2	20184	323	504	6647	5453
SLE Rara - MT max gr.2	19930	753	504	6504	9015
SLE Rara - ML max gr.2	19237	792	488	8664	9430
SLE Rara - N max gr.3	19536	753	504	6501	10287
SLE Rara - MT max gr.3	19930	323	504	6504	3532
SLE Rara - ML max gr.3	19237	362	488	8664	3948
SLE Rara - Vento ponte scarico	19536	389	515	6615	5498
SLE Freq. - N max gr.1	20263	300	300	3726	3285
SLE Freq. - MT max gr.1	19439	300	300	6827	3285
SLE Freq. - ML max gr.1	19704	300	300	3723	4726
SLE Freq. - N max gr.2	19513	623	300	3616	7397
SLE Freq. - MT max gr.2	18994	623	300	5364	7397
SLE Freq. - ML max gr.2	19218	623	300	3614	8352
SLE Freq. - N max gr.3	19513	300	300	3616	3285
SLE Freq. - MT max gr.3	18994	300	300	5364	3285
SLE Freq. - ML max gr.3	19218	300	300	3614	4240
SLE Freq. - Vento ponte scarico	18263	246	268	3006	2684
SLE Q.P. - ML max gr.3	18263	323	323	3532	3532
SLV -dir X_1	18963	3163	1098	11358	32551
SLV -dir X_2	18332	3163	1098	11358	32551
SLV -dir Y_1	18893	1184	3077	32015	12338
SLV -dir Y_2	18261	1184	3077	32015	12338
SLV -dir Z+	19849	1184	1098	11359	12338
SLV -dir Z-	17745	1184	1098	11359	12338
SLV -dir X_1	18963	3385	1165	12207	35381
SLV -dir X_2	18332	3385	1165	12207	35381
SLV -dir Y_1	18893	1251	3299	34844	13187
SLV -dir Y_2	18261	1251	3299	34844	13187
SLV -dir Z+	19849	1251	1165	12208	13187
SLV -dir Z-	17745	1251	1165	12208	13187
SLV -dir X_1	18963	4241	1422	15481	46295
SLV -dir X_2	18332	4241	1422	15481	46295
SLV -dir Y_1	18893	1508	4155	45759	16461
SLV -dir Y_2	18261	1508	4155	45759	16461
SLV -dir Z+	19849	1508	1422	15482	16461
SLV -dir Z-	17745	1508	1422	15482	16461

Tabella 6 – Sollecitazioni ad intradosso del baricentro fondazione

4.8 Pali di fondazione

Le sollecitazioni risultanti sono riportati nelle seguenti tabelle:

SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA								
C.C.	N	T _x	T _y	M _x	M _y	N _{max/palo}	N _{min/palo}	T _{/palo}
n°	kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kN
AI - SLU - N max gr.1	28804	470	743	9740	5150	3890	2511	98
AI - SLU - MT max gr.1	27322	470	743	15321	5150	3984	2088	98
AI - SLU - ML max gr.1	27798	530	719	9478	8366	3915	2263	99
AI - SLU - N max gr.2	27455	1051	743	9542	12551	4073	2028	143
AI - SLU - MT max gr.2	26519	1051	743	12688	12551	4115	1778	143
AI - SLU - ML max gr.2	26923	1110	719	9281	14893	4111	1872	147
AI - SLU - N max gr.3	27455	470	743	9542	5150	3731	2370	98
AI - SLU - MT max gr.3	26519	470	743	12688	5150	3772	2121	98
AI - SLU - ML max gr.3	26923	530	719	9281	7492	3768	2215	99
AI - SLU - Vento ponte scarico	25205	569	739	8598	6190	3485	2116	104
AI - SLU - N max gr.1	21863	354	627	8467	3877	3001	1858	80
AI - SLU - MT max gr.1	20380	354	627	14048	3877	3094	1435	80
AI - SLU - ML max gr.1	20856	413	602	8205	7093	3026	1609	81
AI - SLU - N max gr.2	20513	935	627	8269	11279	3184	1374	125
AI - SLU - MT max gr.2	20513	935	627	8269	11279	3184	1374	125
AI - SLU - ML max gr.2	19578	994	602	11159	11902	3243	1108	129
AI - SLU - N max gr.3	19982	935	627	8265	12997	3205	1236	125
AI - SLU - MT max gr.3	20513	354	627	8269	3877	2842	1717	80
AI - SLU - ML max gr.3	19578	413	602	11159	4501	2900	1450	81
AI - SLU - Vento ponte scarico	19982	453	643	8435	6635	2918	1522	87
						4115	1108	147

Tabella 7 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLU

SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA								
C.C.	N	T _x	T _y	M _x	M _y	N _{max/palo}	N _{min/palo}	T _{/palo}
n°	kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kN
SLV -dir.X 1	18963	3385	1165	12207	35381	4310	-96	398
SLV -dir.X 2	18332	3385	1165	12207	35381	4240	-166	398
SLV -dir.Y 1	18893	1251	3299	34844	13187	4323	-124	392
SLV -dir.Y 2	18261	1251	3299	34844	13187	4253	-195	392
SLV -dir.Z+	19849	1251	1165	12208	13187	3381	1030	190
SLV -dir.Z-	17745	1251	1165	12208	13187	3147	796	190
						4323	-195	398

Tabella 8 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLV q=1.36

SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA								
C.C.	N	T _x	T _y	M _x	M _y	N _{max/palo}	N _{min/palo}	T _{/palo}
n°	kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kN
SLV -dir.X 1	18963	4241	1422	15481	46295	4967	-753	497
SLV -dir.X 2	18332	4241	1422	15481	46295	4897	-823	497
SLV -dir.Y 1	18893	1508	4155	45759	16461	4980	-781	491
SLV -dir.Y 2	18261	1508	4155	45759	16461	4910	-852	491
SLV -dir.Z+	19849	1508	1422	15482	16461	3684	727	230
SLV -dir.Z-	17745	1508	1422	15482	16461	3450	493	230
						4980	-852	497

Tabella 9 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLV q=1

SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA

C.C.	N	T _x	T _y	M _x	M _y	N _{max/palo}	N _{min/palo}	T _{palo}
n°	kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kN
SLE Rara - N max gr.1	18263	233	477	5738	2546	2413	1646	59
SLE Rara - MT max gr.1	20929	323	504	6651	3532	2797	1854	67
SLE Rara - ML max gr.1	19831	362	488	10614	3948	2878	1529	68
SLE Rara - N max gr.2	20184	323	504	6647	5453	2803	1683	67
SLE Rara - MT max gr.2	19930	753	504	6504	9015	2933	1496	101
SLE Rara - ML max gr.2	19237	792	488	8664	9430	2975	1300	103
SLE Rara - N max gr.3	19536	753	504	6501	10287	2948	1393	101
SLE Rara - MT max gr.3	19930	323	504	6504	3532	2679	1750	67
SLE Rara - ML max gr.3	19237	362	488	8664	3948	2721	1554	68
SLE Rara - Vento ponte scarico	19536	389	515	6615	5498	2731	1610	72
						2975	1300	103

Tabella 10 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLE

4.9 Verifiche degli elementi strutturali

Per tutti gli elementi strutturali della pila (fusto, pali, ...) vengono svolte le seguenti verifiche:

- verifiche a rottura (pressoflessione e taglio) per le combinazioni allo stato limite ultimo (SLU).
- verifiche tensionali per le combinazioni rare, frequenti e quasi permanenti (SLE)
- verifiche a fessurazione per le combinazioni rara (SLE)

RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW01 00 003	C	33 di 56

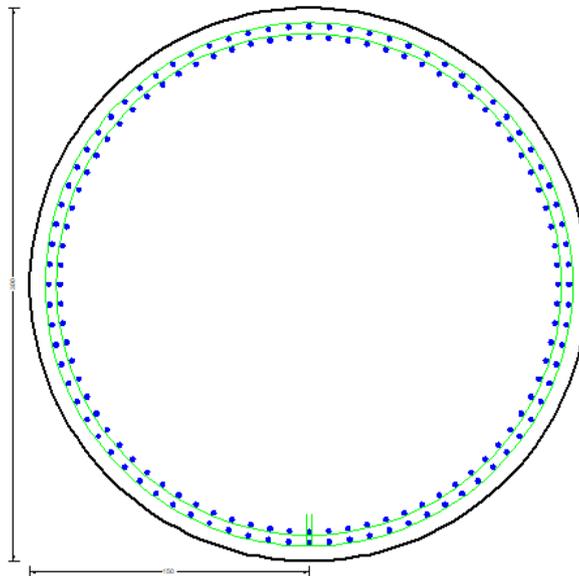
4.9.1 Pila

Taglio di progetto:

Direzione		Long.(Myy,Tx)	Trasv(Mxx,Ty)	
Altezza pila	H	10.3	10.3	m
Fattore di struttura		1.5	1.5	
Fattore di sovrarresistenza (eq. 7.9.7)	γ_{Rd}	1	1	
Fattore di sovrarresistenza filtrato (eq. 7.9.7)	γ_{Rd}	1	1	
Taglio agente (q=1)	V	3571	3485	kN
Momento agente (q=1)	M	36531	36210	kN*m
Taglio agente (con q)	VEd	2493	2407	kN
Momento agente (con q)	MEd	25481	25160	kN*m
Momento Resistente	MRd	45912	45609	kN*m
Rapporto di sovrarresistenza	MRd/MEd	1.80	1.81	
Tipo sezione (EC8-2; eq. 6.11)		NON CRITICA	NON CRITICA	
Angolo inclinazione bielle compresse	Teta	da calc.	da calc.	
Limite superiore Vgr	Vgr.max= V	3571	3485	kN
Taglio di progetto per la gerarchia della resistenza (eq. 7.9.12)	Vgr	4491	4362	kN
Taglio di progetto per la gerarchia della resistenza filtrato (eq. 7.9.12)	Vgr	3571	3485	kN
fattore di sicurezza aggiuntivo per la resistenza a taglio (eq. 7.9.10)	γ_{Bd}	1	1.21	
fattore di sicurezza aggiuntivo per la resistenza a taglio filtrato (eq. 7.9.10)	γ_{Bd}	1	1.21	
Riassumendo				
Taglio di calcolo	Vgr	3571	3485	kN
fattore di sicurezza aggiuntivo filtrato (eq. 7.9.10)	γ_{Bd}	1.20	1.21	
Angolo inclinazione bielle compresse	Teta	da calc.	da calc.	

Nota: nella successiva fase progettuale si dovranno predisporre opportune armature trasversali all'interno delle zone dissipative atte a confinare adeguatamente il nucleo di calcestruzzo della sezione e contrastare l'instabilità delle barre verticali compresse al fine di garantire la necessaria duttilità strutturale come richiesto dal punto 7.9.6.1 della NTC 2018.

$$A_s = \phi 26/10 + \phi 26/10 \text{ spirale } \phi 12/15$$



CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.800 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	9.400 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	182.60 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50 MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Conglomerato:	C32/40

Raggio circ.:	150.0 cm
X centro circ.:	0.0 cm

RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW01 00 003	C	35 di 56

Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro	Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro	Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio	Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N°Barre	Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
Ø	Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	140.0	80	26
2	0.0	0.0	134.0	80	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	12 mm
Passo staffe:	15.0 cm
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	18533.00	3974.00	7882.00	470.00	743.00
2	17051.00	3974.00	13463.00	470.00	743.00
3	17527.00	7042.00	7681.00	530.00	719.00
4	17184.00	9924.00	7684.00	1051.00	743.00
5	16249.00	9924.00	10830.00	1051.00	743.00
6	16653.00	12118.00	7484.00	1110.00	719.00
7	17184.00	3974.00	7684.00	470.00	743.00
8	16249.00	3974.00	10830.00	470.00	743.00
9	16653.00	6168.00	7484.00	530.00	719.00
10	14934.00	4766.00	6751.00	569.00	739.00
11	14439.00	2992.00	6900.00	354.00	627.00
12	12957.00	2992.00	12481.00	354.00	627.00
13	13433.00	6060.00	6699.00	413.00	602.00
14	13090.00	8942.00	6701.00	935.00	627.00
15	13090.00	8942.00	6701.00	935.00	627.00
16	12155.00	9417.00	9653.00	994.00	602.00
17	12559.00	10660.00	6697.00	935.00	627.00
18	13090.00	2992.00	6701.00	354.00	627.00
19	12155.00	3467.00	9653.00	413.00	602.00
20	12559.00	5502.00	6827.00	453.00	643.00
21	11410.00	25481.00	8863.00	2493.00	897.00
22	11038.00	25481.00	8863.00	3571.00	897.00
23	11340.00	9628.00	25160.00	983.00	3485.00
24	10968.00	9628.00	25160.00	983.00	2407.00
25	11993.00	9628.00	8864.00	983.00	897.00
26	10753.00	9628.00	8864.00	983.00	897.00

RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW01 00 003	C	36 di 56

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	10840.00	1965.00	4546.00
2	13506.00	2726.00	5390.00
3	12408.00	3042.00	9393.00
4	12761.00	4646.00	5386.00
5	12507.00	7133.00	5243.00
6	11814.00	7450.00	7443.00
7	12113.00	8406.00	5240.00
8	12507.00	2726.00	5243.00
9	11814.00	3042.00	7443.00
10	12113.00	4526.00	5326.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	12840.00	2535.00 (2210.22)	2976.00 (0.00)
2	12016.00	2535.00 (16747.99)	6077.00 (40148.93)
3	12281.00	3976.00 (2850.72)	2973.00 (47890.45)
4	12090.00	5841.00 (41373.88)	2866.00 (20300.90)
5	11570.00	5841.00 (23461.24)	4614.00 (18532.81)
6	11795.00	6796.00 (29063.05)	2864.00 (12247.88)
7	12090.00	2535.00 (3691.00)	2866.00 (48688.31)
8	11570.00	2535.00 (56180.96)	4614.00 (102255.99)
9	11795.00	3490.00 (2850.72)	2864.00 (47890.45)
10	10840.00	2070.00 (3174.15)	2335.00 (50743.98)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	10840.00	2726.00 (2889.02)	2726.00 (47160.38)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.7 cm

RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW01 00 003	C	37 di 56

Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.4 cm
Copriferro netto minimo staffe: 7.5 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	18533.00	3974.00	7882.00	18533.08	24215.85	48018.49	6.09849.5(212.1)	
2	S	17051.00	3974.00	13463.00	17051.07	14957.49	50661.77	3.76849.5(212.1)	
3	S	17527.00	7042.00	7681.00	17526.87	35901.93	39164.13	5.10849.5(212.1)	
4	S	17184.00	9924.00	7684.00	17184.02	41841.42	32387.55	4.22849.5(212.1)	
5	S	16249.00	9924.00	10830.00	16249.02	35336.15	38552.59	3.56849.5(212.1)	
6	S	16653.00	12118.00	7484.00	16652.93	44714.89	27617.02	3.69849.5(212.1)	
7	S	17184.00	3974.00	7684.00	17184.11	24303.31	46992.89	6.12849.5(212.1)	
8	S	16249.00	3974.00	10830.00	16249.20	18017.77	49094.80	4.53849.5(212.1)	
9	S	16653.00	6168.00	7484.00	16652.99	33423.92	40561.55	5.42849.5(212.1)	
10	S	14934.00	4766.00	6751.00	14933.99	29644.08	41996.16	6.22849.5(212.1)	
11	S	14439.00	2992.00	6900.00	14438.99	20307.76	46850.82	6.79849.5(212.1)	
12	S	12957.00	2992.00	12481.00	12957.10	11659.03	48634.68	3.90849.5(212.1)	
13	S	13433.00	6060.00	6699.00	13433.22	33774.39	37355.09	5.57849.5(212.1)	
14	S	13090.00	8942.00	6701.00	13090.18	40103.91	30045.72	4.48849.5(212.1)	
15	S	13090.00	8942.00	6701.00	13090.18	40103.91	30045.72	4.48849.5(212.1)	
16	S	12155.00	9417.00	9653.00	12155.04	34518.16	35389.82	3.67849.5(212.1)	
17	S	12559.00	10660.00	6697.00	12558.93	42108.14	26453.45	3.95849.5(212.1)	
18	S	13090.00	2992.00	6701.00	13089.85	20424.94	45763.60	6.83849.5(212.1)	
19	S	12155.00	3467.00	9653.00	12155.21	16718.06	46525.96	4.82849.5(212.1)	
20	S	12559.00	5502.00	6827.00	12559.25	31204.48	38726.30	5.67849.5(212.1)	
21	S	11410.00	25481.00	8863.00	11409.98	46172.92	16066.44	1.81849.5(212.1)	
22	S	11038.00	25481.00	8863.00	11037.85	45912.10	15970.43	1.80849.5(212.1)	
23	S	11340.00	9628.00	25160.00	11339.88	17450.05	45609.48	1.81849.5(212.1)	
24	S	10968.00	9628.00	25160.00	10967.83	17353.71	45348.74	1.80849.5(212.1)	
25	S	11993.00	9628.00	8864.00	11993.20	36281.78	33404.74	3.77849.5(212.1)	
26	S	10753.00	9628.00	8864.00	10752.96	35602.45	32776.87	3.70849.5(212.1)	

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Xs min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Xs max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Ys max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	133.9	106.1	0.00313	124.7	63.6	-0.00709	-124.7	-63.6
2	0.00350	143.9	57.7	0.00312	133.1	43.3	-0.00738	-133.1	-43.3
3	0.00350	110.6	120.1	0.00312	106.5	90.9	-0.00728	-106.5	-90.9

RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW01 00 003	C	38 di 56

4	0.00350	91.8	134.7	0.00312	82.3	113.3	-0.00735	-82.3	-113.3
5	0.00350	110.6	117.7	0.00312	106.5	90.9	-0.00755	-106.5	-90.9
6	0.00350	78.8	138.2	0.00312	73.1	119.4	-0.00747	-73.1	-119.4
7	0.00350	133.2	99.4	0.00313	124.7	63.6	-0.00736	-124.7	-63.6
8	0.00350	140.8	72.2	0.00312	133.1	43.3	-0.00754	-133.1	-43.3
9	0.00350	115.8	116.0	0.00312	106.5	90.9	-0.00746	-106.5	-90.9
10	0.00350	122.5	99.5	0.00311	113.3	82.3	-0.00783	-113.3	-82.3
11	0.00350	137.6	59.7	0.00310	129.3	53.6	-0.00795	-129.3	-53.6
12	0.00350	145.9	35.0	0.00309	136.1	32.7	-0.00830	-136.1	-32.7
13	0.00350	111.2	100.6	0.00309	106.5	90.9	-0.00818	-106.5	-90.9
14	0.00350	90.0	120.0	0.00309	82.3	113.3	-0.00826	-82.3	-113.3
15	0.00350	90.0	120.0	0.00309	82.3	113.3	-0.00826	-82.3	-113.3
16	0.00350	107.4	104.7	0.00309	99.0	99.0	-0.00849	-99.0	-99.0
17	0.00350	79.8	127.0	0.00309	73.1	119.4	-0.00839	-73.1	-119.4
18	0.00350	137.0	61.2	0.00309	129.3	53.6	-0.00826	-129.3	-53.6
19	0.00350	141.2	50.7	0.00308	133.1	43.3	-0.00849	-133.1	-43.3
20	0.00350	116.8	94.1	0.00309	106.5	90.9	-0.00839	-106.5	-90.9
21	0.00350	49.3	141.7	0.00308	43.3	133.1	-0.00868	-43.3	-133.1
22	0.00350	49.3	141.7	0.00308	43.3	133.1	-0.00878	-43.3	-133.1
23	0.00350	140.1	53.6	0.00308	129.3	53.6	-0.00870	-129.3	-53.6
24	0.00350	140.1	53.6	0.00307	129.3	53.6	-0.00880	-129.3	-53.6
25	0.00350	101.6	110.4	0.00308	90.9	106.5	-0.00853	-90.9	-106.5
26	0.00350	101.6	110.4	0.00307	90.9	106.5	-0.00886	-90.9	-106.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000032596	0.000016434	-0.001975652	----	----
2	0.000035988	0.000010623	-0.002128452	----	----
3	0.000027413	0.000025133	-0.002078631	----	----
4	0.000022913	0.000029592	-0.002113833	----	----
5	0.000028089	0.000025740	-0.002214873	----	----
6	0.000019869	0.000032172	-0.002171901	----	----
7	0.000033252	0.000017197	-0.002115290	----	----
8	0.000035767	0.000013125	-0.002214864	----	----
9	0.000029177	0.000024047	-0.002171462	----	----
10	0.000031928	0.000022540	-0.002362400	----	----
11	0.000036212	0.000015702	-0.002420529	----	----
12	0.000039561	0.000009484	-0.002602222	----	----
13	0.000029870	0.000027021	-0.002541734	----	----
14	0.000024328	0.000032464	-0.002585185	----	----
15	0.000024328	0.000032464	-0.002585185	----	----
16	0.000029607	0.000028883	-0.002704324	----	----
17	0.000021820	0.000034732	-0.002652591	----	----
18	0.000037038	0.000016537	-0.002584292	----	----
19	0.000038921	0.000013979	-0.002703344	----	----
20	0.000031929	0.000025732	-0.002651092	----	----
21	0.000013804	0.000039686	-0.002802767	----	----
22	0.000013915	0.000040005	-0.002853404	----	----
23	0.000039304	0.000015041	-0.002812541	----	----
24	0.000039619	0.000015161	-0.002863049	----	----
25	0.000028108	0.000030531	-0.002724870	----	----
26	0.000028868	0.000031356	-0.002893166	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW01 00 003	C	39 di 56

Diam. Staffe: 12 mm
Passo staffe: 15.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [kN] = proiezione di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro
Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	875.04	21663.38	6287.50248.3	217.8	269.3	2.500	1.139	4.1	29.5(0.0)
2	S	845.66	21484.17	6330.34248.7	219.2	268.0	2.500	1.128	3.9	29.5(0.0)
3	S	888.14	21518.38	6322.66248.7	218.9	268.0	2.500	1.132	4.1	29.5(0.0)
4	S	1285.89	21493.34	6328.26248.7	219.1	268.0	2.500	1.129	6.0	29.5(0.0)
5	S	1257.84	21349.62	6359.43249.2	220.1	266.6	2.500	1.122	5.8	29.5(0.0)
6	S	1322.21	21456.12	6335.99248.7	219.5	268.0	2.500	1.125	6.2	29.5(0.0)
7	S	875.87	21494.32	6325.70248.7	219.1	268.0	2.500	1.129	4.1	29.5(0.0)
8	S	859.43	21349.61	6360.03249.2	220.1	266.6	2.500	1.122	4.0	29.5(0.0)
9	S	891.92	21455.83	6336.85248.7	219.5	268.0	2.500	1.125	4.2	29.5(0.0)
10	S	931.87	21174.00	6393.91249.7	221.4	265.2	2.500	1.112	4.3	29.5(0.0)
11	S	716.08	21137.73	6404.00249.7	221.8	265.2	2.500	1.109	3.3	29.5(0.0)
12	S	692.25	20946.16	6444.78250.2	223.2	263.8	2.500	1.098	3.2	29.5(0.0)
13	S	723.50	20981.07	6437.76250.2	222.9	263.7	2.500	1.101	3.3	29.5(0.0)
14	S	1124.22	20955.93	6442.79250.2	223.1	263.8	2.500	1.099	5.2	29.5(0.0)
15	S	1124.22	20955.93	6442.79250.2	223.1	263.8	2.500	1.099	5.2	29.5(0.0)
16	S	1125.03	20801.20	6473.36250.7	224.2	262.2	2.500	1.091	5.1	29.5(0.0)
17	S	1125.27	20831.88	6465.29250.7	223.9	262.2	2.500	1.095	5.1	29.5(0.0)
18	S	716.85	20955.44	6444.34250.2	223.1	263.8	2.500	1.099	3.3	29.5(0.0)
19	S	706.17	20800.69	6475.76250.7	224.2	262.2	2.500	1.091	3.2	29.5(0.0)
20	S	784.91	20831.08	6467.29250.7	223.9	262.2	2.500	1.095	3.6	29.5(0.0)
21	S	2649.31	20658.06	6501.37251.2	225.1	260.7	2.500	1.086	12.0	29.5(0.0)
22	S	3667.48	20629.79	6508.82251.2	225.4	260.7	2.500	1.083	16.6	29.5(0.0)
23	S	3606.15	20652.91	6503.85251.2	225.2	260.7	2.500	1.085	16.4	29.5(0.0)
24	S	2599.35	20624.47	6511.26251.2	225.4	260.7	2.500	1.083	11.8	29.5(0.0)
25	S	1330.74	20788.63	6480.49250.7	224.3	262.3	2.500	1.090	6.1	29.5(0.0)
26	S	1330.74	20608.24	6517.73251.2	225.6	260.7	2.500	1.081	6.0	29.5(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------

RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW01 00 003	C	40 di 56

1	S	2.74	137.7	1010.0	-0.7	-129.3	-53.6	449	10.6
2	S	3.37	133.9	1010.0	-0.3	-124.7	-63.6	338	5.3
3	S	4.67	142.7	1010.0	-27.8	-133.1	-43.3	3821	148.7
4	S	3.63	113.6	1010.0	-7.0	-106.5	-90.9	1168	37.2
5	S	4.26	88.8	1010.0	-19.1	-82.3	-113.3	2868	111.5
6	S	4.94	106.0	1010.0	-37.0	-99.0	-99.0	4640	148.7
7	S	4.68	79.4	1010.0	-29.5	-73.1	-119.4	4035	148.7
8	S	3.22	133.1	1010.0	-1.6	-124.7	-63.6	336	5.3
9	S	3.89	138.9	1010.0	-15.7	-129.3	-53.6	2566	106.2
10	S	3.53	114.3	1010.0	-8.0	-106.5	-90.9	1332	42.5

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}

Ver. Esito della verifica

e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata

e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata

k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]

kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]

k2 = 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]

k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]

Cf Coprifero [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa

e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]

Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]

sr max Massima distanza tra le fessure [mm]

wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi

Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]

My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00001	0	0.500	26.0	87	0.00000 (0.00000)	483	0.001 (0.20)	44497.67	102944.75
2	S	-0.00001	0	0.500	26.0	87	0.00000 (0.00000)	577	0.000 (0.20)	63659.77	125871.68
3	S	-0.00016	0	0.500	26.0	87	0.00008 (0.00008)	409	0.034 (0.20)	6853.49	21162.02
4	S	-0.00005	0	0.500	26.0	87	0.00002 (0.00002)	435	0.009 (0.20)	27013.39	31316.00
5	S	-0.00011	0	0.500	26.0	87	0.00006 (0.00006)	409	0.023 (0.20)	20702.39	15216.97
6	S	-0.00020	0	0.500	26.0	87	0.00011 (0.00011)	434	0.048 (0.20)	14100.53	14087.28
7	S	-0.00016	0	0.500	26.0	87	0.00009 (0.00009)	416	0.037 (0.20)	18342.63	11434.14
8	S	-0.00002	0	0.500	26.0	87	0.00000 (0.00000)	575	0.003 (0.20)	39386.30	75752.88
9	S	-0.00009	0	0.500	26.0	87	0.00005 (0.00005)	403	0.019 (0.20)	10298.34	25197.41
10	S	-0.00005	0	0.500	26.0	87	0.00002 (0.00002)	434	0.010 (0.20)	24401.61	28714.75

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.67	114.2	1010.0	7.2	-106.5	-90.9	----	----
2	S	3.38	138.4	1010.0	-6.0	-129.3	-53.6	941	26.5
3	S	2.91	89.8	1010.0	1.9	-82.3	-113.3	----	----
4	S	3.36	66.1	1010.0	-5.4	-63.6	-124.7	871	26.5
5	S	3.65	93.0	1010.0	-12.4	-90.9	-106.5	2145	95.6
6	S	3.64	58.3	1010.0	-11.2	-53.6	-129.3	1910	79.6
7	S	2.56	112.4	1010.0	6.2	-106.5	-90.9	----	----
8	S	2.92	131.5	1010.0	-0.6	-124.7	-63.6	680	21.2
9	S	2.72	95.2	1010.0	2.9	-90.9	-106.5	----	----
10	S	2.20	112.2	1010.0	6.8	-106.5	-90.9	----	----

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
-------	-----	----	----	----	---	----	-------------	--------	----	---------	---------

RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW01 00 003	C	41 di 56

1	S	-0.00028	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	2210.22	0.00
2	S	-0.00004	0	0.500	26.0	87	0.00002 (0.00002)	452	0.008 (0.20)	16747.99	40148.93
3	S	-0.00027	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	2850.72	47890.45
4	S	-0.00004	0	0.500	26.0	87	0.00002 (0.00002)	441	0.007 (0.20)	41373.88	20300.90
5	S	-0.00007	0	0.500	26.0	87	0.00004 (0.00004)	395	0.015 (0.20)	23461.24	18532.81
6	S	-0.00007	0	0.500	26.0	87	0.00003 (0.00003)	402	0.014 (0.20)	29063.05	12247.88
7	S	-0.00026	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	3691.00	48688.31
8	S	-0.00001	0	0.500	26.0	87	0.00000 (0.00000)	437	0.001 (0.20)	56180.96	102255.99
9	S	-0.00027	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	2850.72	47890.45
10	S	-0.00019	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	3174.15	50743.98

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.42	106.1	1010.0	3.8	-99.0	-99.0	----	----

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00029	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	2889.02	47160.38

4.9.2 Zattera di fondazione

Per la valutazione delle sollecitazioni nel plinto di fondazione, è necessario valutare preventivamente le sollecitazioni agenti nei pali di fondazione. Tali sollecitazioni sono state valutate mediante una ripartizione rigida delle sollecitazioni agenti a base plinto.

Si vedano i paragrafi precedenti da cui risulta :

$$N_{\max} = 4115 \text{ kN (CC. SLU)}$$

$$N_{\max} = 4323 \text{ kN (CC. SLV } q=1.36)$$

$$T_{\max} = 398 \text{ kN (CC. SLV } q=1.36)$$

Il plinto fondazione è stato verificato ipotizzando un meccanismo di tirante puntone. Si riporta di seguito la verifica. La larghezza di diffusione è stata valutata in corrispondenza del filo esterno della pila, mediante una diffusione a 45° a partire dal piano medio del palo (vedi figura seguente), mentre l'altezza della biella compressa è stata valutata pari a $0.2 d_p$ (con d_p altezza utile della sezione del plinto).

La verifica è stata eseguita in corrispondenza del palo più sollecitato.

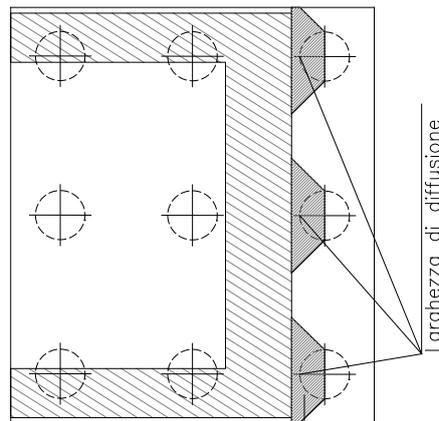
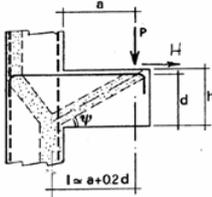


Figura 1 – Diffusione delle azioni dal palo alla pila

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche strutturali del plinto di fondazione, condotte con riferimento al metodo usualmente utilizzato per la verifica delle mensole tozze, ovvero il metodo del tirante-puntone, di cui nel seguito si riporta lo schema e di verifica generale e relative formulazioni proposte a riguardo al C4.1.2.1.5 dalla Circolare Ministeriale n° 7/19.

VERIFICA - MECCANISMO TIRANTE PUNTO.



P,H : Carichi Esterni di Progetto (P_{Ed}, H_{Ed})

Pr : Portanza mensola in termini di resistenza dell'armatura metallica

$$P_R = P_{Rs} = (A_s f_{sd} - H_{Ed}) \frac{1}{\lambda} \quad \lambda = \text{ctg} \psi \approx 1 / (0,9d)$$

Pr : Portanza mensola in termini di resistenza della Biella compressa

$$P_{Rc} = 0,4 b d f_{cd} \frac{c}{1 + \lambda^2} \geq P_{Rs}$$

CONDIZIONI DI VERIFICA

- $P_R \geq P_{Ed}$
- $\dots \geq P_{Rs}$

Dati di progetto

b(m)=	3.60	m	dimensione trasversale verifica
P_{Ed} (KN) =	4323.00	KN	Carico complessivo VERTICALE sulla fascia di dimensione b
H_{Ed} (KN) =	398.00	KN	Carico complessivo ORIZZONTALE sulla fascia di dimensione b
a(m) =	3.60	m	distanza P da incastro
h(m) =	2.50	m	spessore mensola
δ (m) =	0.12	m	copriferro riferito al baricentro delle armature compressive in trazione
d(m) =	2.38	m	altezza utile
l(m) =	4.08	m	a+0,2d
λ =	1.90		$\lambda = \text{ctg} \psi \approx 1 / (0,9d)$

Tipo di mensola (Valutazione coefficiente c)

sblazi di piastre (no staffatura)

c(m) = 1.00

Caratteristiche Materiali

f_{cd} =	14.1	MPa	Calcestruzzo
f_{yd} =	391.0	MPa	Acciaio

Caratteristiche Armature di Progetto

Registro tipo	R1						
n° R1 =	1	$\phi 1$ (mm) =	22.0	p1(cm) =	10.0	$\theta 1^{\circ}$ =	0.0
$A_{\phi i}$ (mm ²) =	380.13	nb tot 1 =	36.0	A_{ϕ} TOT (mm ²) =	13684.77	A_{ϕ} CAL(mm ²) =	13684.77
Registro tipo	R2						
n° R2 =	1	$\phi 2$ (mm) =	22.0	p2(cm) =	10.0	$\theta 2^{\circ}$ =	0.0
$A_{\phi i}$ (mm ²) =	380.13	nb tot 2 =	36.0	A_{ϕ} TOT (mm ²) =	13684.77	A_{ϕ} CAL(mm ²) =	13684.77
Registro tipo	R3						
n° R3 =	0	$\phi 3$ (mm) =	26.0	p3(cm) =	10.0	$\theta 3^{\circ}$ =	0.0
$A_{\phi i}$ (mm ²) =	530.93	nb tot 3 =	0.0	A_{ϕ} TOT (mm ²) =	0.00	A_{ϕ} CAL(mm ²) =	0.00

Verifiche di resistenza

Ψ = 0.484 rad = 27.72 °

P_{Rs} = 5414.6 KN

P_{Rc} = 10457.4 KN

4.9.3 Palo di fondazione

Viene verificata la sezione di incastro con la platea di fondazione; le sollecitazioni sono ricavate dall'analisi elastica con $q=1$.

Il momento flettente agente in testa palo viene derivato dal taglio in testa palo nell'ipotesi di elasticità lineare sia per il palo che per il terreno. Risulta

$$M = T * \alpha$$

$$\alpha = 2.3 \text{ (vedi relazione geotecnica)}$$

	N	M	V
SLU	4115	338	147
SLU	1108	338	147
SLV $q=1$	4980	1143	497
SLV $q=1$	-852	1143	497

Caratteristiche della sezione:

Sezione circolare $\varnothing 120 \text{ cm}$

$$A_s = 24\phi 26 \quad \text{staffe } \phi 12/20$$

La lunghezza del palo è pari a $L = 31.00\text{m}$

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto f_{cd} :	14.160 MPa
	Resis. compr. ridotta f_{cd}' :	7.080 MPa
	Def.unit. max resistenza $ec2$:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu :	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale E_c :	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione f_{ctm} :	2.560 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	ACCIAIO -	Tipo:
Resist. caratt. snervam. f_{yk} :		450.00 MPa
Resist. caratt. rottura f_{tk} :		450.00 MPa
Resist. snerv. di progetto f_{yd} :		391.30 MPa
Resist. ultima di progetto f_{td} :		391.30 MPa
Deform. ultima di progetto E_{pu} :		0.068
Modulo Elastico E_f :		2000000 daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 * \beta_2$:		1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 * \beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50 MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW01 00 003	C	45 di 56

Forma del Dominio: Circolare
Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 60.0 cm
X centro circ.: 0.0 cm
Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	51.0	24	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
Passo staffe: 20.0 cm
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	4115.00	338.00	147.00
2	1108.00	338.00	147.00
3	4980.00	1143.00	497.00
4	-852.00	1143.00	497.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	2975.00	238.00	0.00
2	1300.00	238.00	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
---------	---	----	----

RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW01 00 003	C	46 di 56

1	2701.00	177.00 (2210.22)	0.00 (0.00)
2	1520.00	177.00 (16747.99)	0.00 (40148.93)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	10.7 cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.5 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm ²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	4115.00	338.00	4115.04	3187.91	9.43	127.4(33.9)
2	S	1108.00	338.00	1107.84	2554.30	7.56	127.4(33.9)
3	S	4980.00	1143.00	4980.03	3298.76	2.89	127.4(33.9)
4	S	-852.00	1143.00	-851.78	1910.00	1.67	127.4(33.9)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	60.0	0.00287	0.0	51.0	-0.00427	0.0	-51.0
2	0.00350	0.0	60.0	0.00258	0.0	51.0	-0.00781	0.0	-51.0
3	0.00350	0.0	60.0	0.00292	0.0	51.0	-0.00364	0.0	-51.0
4	0.00350	0.0	60.0	0.00219	0.0	51.0	-0.01263	0.0	-51.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette) § 4.1.2.1.2.1 NTC: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000069999	-0.000699959	----	----
2	0.000000000	0.000101908	-0.002614487	----	----
3	0.000000000	0.000064326	-0.000359586	----	----
4	0.000000000	0.000145288	-0.005217306	----	----

RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW01 00 003	C	47 di 56

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [kN] = V_y ortogonale all'asse neutro
Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff	
1	S	147.00	2574.18	852.15	93.1	77.0	109.5	2.500	1.250	2.0	11.3(0.0)
2	S	147.00	2309.09	936.48	95.3	84.6	104.5	2.500	1.069	1.8	11.3(0.0)
3	S	497.00	2514.08	833.14	92.8	75.3	109.4	2.500	1.250	6.7	11.3(0.0)
4	S	497.00	2104.75	1008.36	100.1	91.1	94.6	2.500	1.000	5.6	11.3(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.38	0.0	1010.0	19.4	0.0	-51.0	----	----
2	S	2.11	0.0	1010.0	0.3	0.0	-51.0	0	0.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}

Ver. Esito della verifica

e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata

e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata

k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]

kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]

k2 = 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]

k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]

Cf Coprifero [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa

e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]

sr max Massima distanza tra le fessure [mm]

wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi

Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]

My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW01 00 003	C	48 di 56

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00001	0	----	----	----	----	0.000 (0.20)	44497.67	102944.75	
2	S	-0.00001	0		.0	77	0.00000 (0.00000)	0	0.002 (0.20)	4222.72	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.88	0.0	1010.0	20.0	0.0	-51.0	----	----
2	S	1.99	0.0	1010.0	6.6	0.0	-51.0	----	----

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00028	0	----	----	----	----	0.000 (0.20)	2210.22	0.00
2	S	-0.00004	0	----	----	----	----	0.000 (0.20)	16747.99	40148.93

4.10 Escursione Longitudinale, giunti e varchi

Le escursioni longitudinali che i vincoli mobili devono consentire, sono state determinate in accordo con quanto indicato nel §2.1.5 della specifica RFI per i ponti [3].

Per i ponti e viadotti costituiti da una serie di travi semplicemente appoggiate l'entità dell'escursione totale dei giunti e degli apparecchi d'appoggio viene valutato mediante la seguente relazione:

$$EL = k_1 \cdot (E_1 + E_2 + E_3) = k_1 \cdot (2 \cdot Dt + 4 \cdot dEd \cdot k_2 + 2 \cdot deg)$$

dove:

E_1 = spostamento dovuto alla variazione termica uniforme;

E_2 = spostamento dovuto alla risposta della struttura all'azione sismica;

E_3 = spostamento dovuto all'azione sismica fra le fondazioni di strutture non collegate;

k_1 = 0,45 coefficiente che tiene conto della non contemporaneità dei valori massimi corrispondenti a ciascun evento singolo;

k_2 = 0,55 coefficiente legato alla probabilità di moto in controfase di due pile adiacenti;

dEd = è lo spostamento relativo totale tra le parti, pari allo spostamento dE prodotto dall'azione sismica di progetto, calcolato come indicato nel §7.3.3.3 delle NTC [1];

deg = è lo spostamento relativo tra le parti dovuto agli spostamenti relativi del terreno, da valutare secondo il §3.2.3.3 e §3.2.4.2 delle NTC [1];

In favore di sicurezza $deg = d_{ij \max} =$

$$d_{ij \max} = 1,25 \sqrt{d_{gi}^2 + d_{gj}^2}$$

Dove d_{gi} e d_{gj} sono gli spostamenti massimi del suolo nei punti i e j , calcolati con riferimento alle caratteristiche locali del sottosuolo:

$$d_g = 0,025 \cdot a_g \cdot S \cdot T_C \cdot T_D$$

In ogni caso, dovrà risultare:

$$EL \geq E_0 \quad e \quad EL \geq E_i \quad \text{con } i = 1, 2, 3$$

dove:

E_0 = escursione valutata secondo i criteri validi nelle zone non sismiche;

E_i = il maggiore dei due termini indicati nella espressione precedente.

Nei casi in cui anche una sola delle due precedenti disuguaglianze non risultasse verificata, dovrà assumersi

$$EL = \max(E0; Ei).$$

Per garantire un valore minimo di escursione, in funzione della sismicità del sito, il valore EL dovrà essere assunto non minore di:

$$EL \geq 3,3 \cdot L/1000 + 0,1 \text{ m e } EL \geq 0,15 \text{ m per } ag(SLV) \geq 0,25 \text{ g}$$

$$EL \geq 2,3 \cdot L/1000 + 0,073 \text{ m e } EL \geq 0,10 \text{ m per } ag(SLV) < 0,25 \text{ g}$$

dove:

L = la lunghezza del ponte (m).

- a) La corsa degli apparecchi d'appoggio mobili deve essere non inferiore a

$$EC_{min} = \pm(EL/2 + EL/8) \text{ con un minimo di } \pm(EL/2 + 15 \text{ mm}).$$

- b) Il giunto fra le testate di due travi adiacenti dovrà consentire una escursione totale pari a:

$$EG_{min} = \pm(EL/2 + 10 \text{ mm})$$

- c) Il varco da prevedere fra le testate degli impalcati adiacenti, a temperatura media ambiente, dovrà essere non inferiore a:

$$EV_{min} = EL/2 + 20 \text{ mm}$$

- d) Il ritegno sismico dovrà essere disposto ad una distanza, dal bordo della trave supportata dal vincolo mobile, pari a:

$$ER_{min} = V - 10 \text{ mm}$$

Di seguito vengono valutati preliminarmente i diversi contributi relativi alle diverse azioni (termica, sismica e moto delle fondazioni) e successivamente vengono riportati i calcoli delle diverse grandezze.

a_g		0.097	g
F_0		2.625	
S_s		1.2	
S_t		1	
T_c		0.494	s
T_D		1.987	s
Accel. massima al suolo	$S \cdot a_{gmax}$	0.12	g
Accel. massima spettro (plateau)	$F_0 \cdot S \cdot a_{gmax}$	0.31	g
Inerzia Pila asse y	J_{yy}	3.98	m ⁴
Altezza pila	h1	8.0	m

RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW01 00 003	C	51 di 56

Altezza baricentro impalcato	h_2	1.8	m	
Altezza totale	$h=h_1+h_2$	9.8		
Rigidezza Pila asse y	K	209319671	N/m	
Forza agente in fase sismica in dir.x <u>per $q=1$</u>	F	3232	kN	
Fattore di struttura	q	1		
Spostamento testa pila	$d_{Ee} = F/K$	0.015	m	
μ_d (par.7.3.3.3 NTC)		1		
Spostamento testa pila (par.7.3.3.3 NTC)	$d_E = d_{Ee} * \mu_d$	0.015	m	
k1		0.45		
k2		0.55		
d_g (par.3.2.3.2.1 NTC)		0.03	m	
d_{ij} max (par.3.2.4.2)		0.05		
Lunghezza impalcato		25	m	
Dilatazione termica impalcato	D_t	0.008	m	
E1	$2 * D_t$	0.016	m	
E2	$4 * d_E * k_2$	0.034	m	
E3	$2 * d_{ij}$ max	0.099	m	
EL	$k_1 * (E_1 + E_2 + E_3)$	0.052	m	Spalla - Spalla
EL	$k_1 * (E_1 + E_2 + E_3)$	0.067	m	Spalla - Pila
EL	$k_1 * (E_1 + E_2 + E_3)$	0.082	m	Pila - Pila
EL min 1		0.1305	m	
EL min 2		0.100	m	
EL min	$\max(EL_{min1}; EL_{min2})$	0.1305	m	
EL progetto	$\max(EL; EL_{min}; E_i)$	0.131	m	Spalla - Spalla
EL progetto	$\max(EL; EL_{min}; E_i)$	0.131	m	Spalla - Pila
EL progetto	$\max(EL; EL_{min}; E_i)$	0.131	m	Pila - Pila
Corsa apparecchi di appoggio mobili	par 2.5.2.1.5.2	0.082	+/- m	Spalla - Spalla
Corsa apparecchi di appoggio mobili	par 2.5.2.1.5.5	0.082	+/- m	Spalla - Pila
Corsa apparecchi di appoggio mobili	par 2.5.2.1.5.5	0.082	+/- m	Pila - Pila

RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW01 00 003	C	52 di 56

Escursione dei giunti	par 2.5.2.1.5.3	0.075	+/- m	Spalla - Spalla
Escursione dei giunti	par 2.5.2.1.5.3	0.075	+/- m	Spalla - Pila
Escursione dei giunti	par 2.5.2.1.5.3	0.075	+/- m	Pila - Pila
Ampiezza dei varchi 'V'	par 2.5.2.1.5.4	0.085	m	Pila - Pila
Ritegni sismici	par 2.5.2.1.5.5	0.075	m	Pila - Pila



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE – CALTANISSETTA (LOTTO 3A)
Viadotto NW01

RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW01 00 003	C	53 di 56

4.11 Ritegni

Dati i bassi valori di sollecitazione, rispetto alla cautelatività dell'approccio adottato ed ai meccanismi resistenti ipotizzati, per l'elemento in oggetto in questa fase progettuale si omettono le verifiche SLE tensionali e a fessurazione.

Le massime forze sismiche afferenti ai differenti impalcati sono le seguenti:

Imp 25,00 m: $P_{max} = [(G1+G2)*L+0.2*Q]*a_{max} = 2500 \text{ kN}$

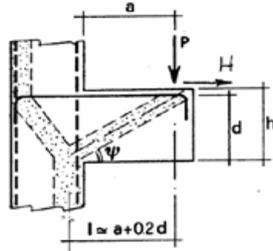
Il ritegno longitudinale è dunque soggetto ad una forza orizzontale pari a:

Imp 25,00 m: $P_{max} = 2500 \text{ kN}$

Le sollecitazioni vengono applicate ad una sezione avente le seguenti caratteristiche:

$B = 4,70 \text{ m}$

$H = 0,50 \text{ m}$



P,H : Carichi Esterni di Progetto (P_{Fn}, H_{Fn})

Pr : Portanza mensola in termini di resistenza dell'armatura metallica

$$P_R = P_{Rs} = (A_s f_{yd} - H_{Ed}) \frac{1}{\lambda} \quad \lambda = \text{ctg}\psi \geq 1/(0,9d)$$

Pr : Portanza mensola in termini di resistenza della Biella compressa

$$P_{Rc} = 0,4 b d f_{cd} \frac{c}{1 + \lambda^2} \geq P_{Rs}$$

CONDIZIONI DI VERIFICA

- $P_R \geq P_{Ed}$
- $\lambda \geq P_{Rs}$

Dati di progetto

b(m)=	4.70	m	dimensione trasversale verifica	
P_{Ed} (KN) =	2500	KN	Carico complessivo VERTICALE sulla fascia di dimensione b	2
H_{Ed} (KN) =	0.00	KN	Carico complessivo ORIZZONTALE sulla fascia di dimensione b	
a(m) =	0.50	m	distanza P da incastro	
h(m) =	0.50	m	spessore mensola	
δ (m) =	0.08	m	copriferro riferito al baricentro delle armature compressive in trazione	
d(m) =	0.42	m	altezza utile	
l(m) =	0.58	m	a+0,2d	
λ =	1.54		$\lambda = \text{ctg}\psi \geq 1/(0,9d)$	

Tipo di mensola (Valutazione coefficiente c)

sblazi di travi (con staffatura)

c(m) = 1.50

Caratteristiche Materiali

f_{cd} =	18.8	MPa	Calcestruzzo
f_{yd} =	391.0	MPa	Acciaio

Caratteristiche Armature di Progetto

Registro tipo R1					
n° R1 =	1	ϕ 1(mm) =	22.0	p1(cm) =	10.0
$A_{\phi i}$ (mm ²) =	380.13	nb tot 1 =	47.0	$A_{\phi TOT}$ (mm ²) =	17866.22
				$A_{\phi CAL}$ (mm ²) =	17866.22
Registro tipo R2					
n° R2 =	0	ϕ 2(mm) =	26.0	p2(cm) =	10.0
$A_{\phi i}$ (mm ²) =	530.93	nb tot 2 =	0.0	$A_{\phi TOT}$ (mm ²) =	0.00
				$A_{\phi CAL}$ (mm ²) =	0.00
Registro tipo R3					
n° R3 =	0	ϕ 3(mm) =	26.0	p3(cm) =	10.0
$A_{\phi i}$ (mm ²) =	530.93	nb tot 3 =	0.0	$A_{\phi TOT}$ (mm ²) =	0.00
				$A_{\phi CAL}$ (mm ²) =	0.00

Verifiche di resistenza

Ψ =	0.574	rad	=	32.91	°
P_{Rs} =	4521.6	KN		PRs > PEd - Verifica Soddisfatta	
P_{Rc} =	6574.3	KN		PRc > PRs - Verifica Soddisfatta	

Il ritegno trasversale è dunque soggetto ad una forza orizzontale pari a:

$$(Imp\ 25,00\ m)/2: P_{max} = 1250\ kN$$

Le sollecitazioni vengono applicate ad una sezione avente le seguenti caratteristiche:

$$B = 0,50\ m$$

$$H = 0,90\ m$$

Dati di progetto

$b(m) =$	0.50	m	dimensione trasversale verifica
$P_{Ed} (KN) =$	1250	KN	Carico complessivo VERTICALE sulla fascia di dimensione b
$H_{Ed} (KN) =$	0.00	KN	Carico complessivo ORIZZONTALE sulla fascia di dimensione b
$a(m) =$	0.50	m	distanza P da incastro
$h(m) =$	0.90	m	spessore mensola
$\delta(m) =$	0.10	m	copriferro riferito al baricentro delle armature complessive in trazione
$d(m) =$	0.80	m	altezza utile
$l(m) =$	0.66	m	$a+0,2d$
$\lambda =$	0.92		$\lambda = ctg\psi \approx l/(0,9d)$

Tipo di mensola (Valutazione coefficiente C)

sblazi di travi (con staffatura)

$c(m) =$ **1.50**

Caratteristiche Materiali

$f_{cd} =$	18.8	MPa	Calcestruzzo
$f_{yd} =$	391.0	MPa	Acciaio

Caratteristiche Armature di Progetto

<u>Registro tipo</u>	R1						
$n^{\circ} R1 =$	1	$\phi 1(mm) =$	22.0	$p1(cm) =$	10	$\theta 1^{\circ} =$	0.0
$A_{\phi i} (mm^2) =$	380.13	$nb\ tot\ 1 =$	5.0	$A_{\phi\ TOT} (mm^2) =$	1900.66	$A_{\phi\ CAL}(mm^2) =$	1900.66
<u>Registro tipo</u>	R2						
$n^{\circ} R2 =$	1	$\phi 2(mm) =$	22.0	$p2(cm) =$	10.0	$\theta 2^{\circ} =$	0.0
$A_{\phi i} (mm^2) =$	380.13	$nb\ tot\ 2 =$	5.0	$A_{\phi\ TOT} (mm^2) =$	1900.66	$A_{\phi\ CAL}(mm^2) =$	1900.66
<u>Registro tipo</u>	R3						
$n^{\circ} R3 =$	0	$\phi 3(mm) =$	26.0	$p3(cm) =$	10.0	$\theta 3^{\circ} =$	0.0
$A_{\phi i} (mm^2) =$	530.93	$nb\ tot\ 3 =$	0.0	$A_{\phi\ TOT} (mm^2) =$	0.00	$A_{\phi\ CAL}(mm^2) =$	0.00

Verifiche di resistenza

$\Psi =$	0.829	rad	$=$	47.49	$^{\circ}$
$P_{RS} =$	1621.4	KN		PRs > PEd - Verifica Soddisfatta	
$P_{RC} =$	2451.8	KN		PRc > PRs - Verifica Soddisfatta	

RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW01 00 003	C	56 di 56

Il pulvino è soggetto ad una forza verticale pari a:

$P_{max} = 3557$ kN (scarico massimo SLU appoggi)

Le sollecitazioni vengono applicate ad una sezione avente le seguenti caratteristiche:

$B = 3,50$ m

$H = 2,00$ m

Dati di progetto

$b(m) =$	3.50	m	dimensione trasversale verifica
$P_{Ed} (KN) =$	3557	KN	Carico complessivo VERTICALE sulla fascia di dimensione b
$H_{Ed} (KN) =$	106.70	KN	Carico complessivo ORIZZONTALE sulla fascia di dimensione b
$a(m) =$	2.50	m	distanza P da incastro
$h(m) =$	2.00	m	spessore mensola
$\delta(m) =$	0.10	m	copriferro riferito al baricentro delle armature complessive in trazione
$d(m) =$	1.90	m	altezza utile
$l(m) =$	2.88	m	$a+0,2d$
$\lambda =$	1.68		$\lambda = ctg\psi \geq l/(0,9d)$

Tipo di mensola (Valutazione coefficiente c)

sblazi di travi (con staffatura)

$c(m) = 1.50$

Caratteristiche Materiali

$f_{cd} =$	18.8	MPa	Calcestruzzo
$f_{yd} =$	391.0	MPa	Acciaio

Caratteristiche Armature di Progetto

<u>Registro tipo</u>	R1				
$n^{\circ} R1 =$	1	$\phi 1(mm) =$	26.0	$p1(cm) =$	10.0
$A_{\phi i} (mm^2) =$	530.93	$nb\ tot\ 1 =$	35.0	$A_{\phi\ TOT} (mm^2) =$	18582.50
				$A_{\phi\ CAL}(mm^2) =$	18582.50
<u>Registro tipo</u>	R2				
$n^{\circ} R2 =$	1	$\phi 2(mm) =$	26.0	$p2(cm) =$	10.0
$A_{\phi i} (mm^2) =$	530.93	$nb\ tot\ 2 =$	35.0	$A_{\phi\ TOT} (mm^2) =$	18582.50
				$A_{\phi\ CAL}(mm^2) =$	18582.50
<u>Registro tipo</u>	R3				
$n^{\circ} R3 =$	0	$\phi 3(mm) =$	26.0	$p3(cm) =$	10.0
$A_{\phi i} (mm^2) =$	530.93	$nb\ tot\ 3 =$	0.0	$A_{\phi\ TOT} (mm^2) =$	0.00
				$A_{\phi\ CAL}(mm^2) =$	0.00

Verifiche di resistenza

$\Psi =$ rad = °

$P_{RS} =$ KN

$P_{RC} =$ KN