

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)

VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario - sviluppo complessivo 575m

Relazione di calcolo Pile - P8

SCALA:

-

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

RS3T 30 D 09 CL VI1005 002 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	G. Grimaldi	Gen. 2020	A. Ferri	Gen. 2020	A.Barreca	Gen. 2020	A. Vittozzi Gen. 2020
B	1° agg. A consegna CSLPP	G. Grimaldi	Mag. 2020	A. Ferri	Mag. 2020	A.Barreca	Mag. 2020	A. Vittozzi Mag. 2020

ITALFERR S.p.A.
 U.D. Opere Civili e Gestione delle Varianti
 Dott. Ing. Angelo Vittozzi
 Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
 N° A20783

File: RS3T30D09CLVI1005002B

n. Elab.: 09_222_1

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P8</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

INDICE

1.	PREMESSA	3
1.1	Descrizione dell'opera.....	3
2.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	7
3.	MATERIALI	7
3.1	Verifiche SLE.....	8
3.1.1	<i>Verifiche tensionali</i>	8
3.1.2	<i>Verifiche a fessurazione</i>	9
4.	DATI DI BASE	10
4.1	Geometrie di base.....	10
4.2	Modelli di analisi e verifica	12
4.3	Condizioni elementari e combinazioni di carico.....	12
4.4	Sistemi di riferimento ed unità di misura	16
5.	ANALISI DEI CARICHI	17
5.1	Peso proprio elementi strutturali.....	17
5.2	Carichi strutturali trasmessi dall'impalcato.....	18
5.3	Carichi da traffico verticali	18
5.4	Effetti dinamici	20
5.5	Disposizione treni di carico.....	20
5.6	Carichi da traffico orizzontali	24
5.6.1	<i>Forza centrifuga</i>	24
5.6.2	<i>Serpeggio</i>	26
5.6.3	<i>Frenatura ed avviamento</i>	27
5.6.4	<i>Forza d'attrito</i>	28
5.6.5	<i>Azione del Vento</i>	28
5.7	Azione Sismica	31
5.7.1	<i>Inquadramento Sismico</i>	32
5.7.2	<i>Definizione della domanda sismica</i>	33
5.7.3	<i>Calcolo dell'azione Sismica</i>	38
5.7.4	<i>Check analisi statica</i>	39
5.7.5	<i>Analisi statica equivalente</i>	40
5.7.6	<i>Analisi dinamica modale</i>	41
5.8	Azione Idrostatica.....	42
6.	SOLLECITAZIONI	45
6.1	Combinazioni di carico	45
6.1.1	<i>Configurazione 1</i>	45

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P8</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

6.1.2	Configurazione 2	51
6.1.3	Configurazione 3	57
6.2	Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni	63
6.2.1	Stati limiti di esercizio	63
6.2.2	Stati limiti ultimi	69
7.	VERIFICHE STRUTTURALI.....	72
8.	FUSTO PILA	72
8.1	Modellazione	74
8.2	Verifica a presso flessione	74
8.3	Verifica a taglio	83
8.4	Verifica minimi di armatura	84
8.5	Verifica spostamenti.....	86
9.	PULVINO.....	87
9.1	Progettazione armatura principale e secondaria.....	88
9.2	Verifica dei nodi.....	89
10.	PLINTO DI FONDAZIONE	89
10.1	Dimensionamento armature	92
10.2	Verifica a presso-flessione.....	94
10.2.1	Direzione trasversale.....	94
10.2.2	Direzione longitudinale.....	99
10.3	Verifica a punzonamento	104
11.	PALI DI FONDAZIONE.....	105
11.1	Ridistribuzione sollecitazioni testa palo	105
11.2	Verifica strutturale	105
11.3	Verifica a taglio	113
12.	INCIDENZE	114

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P8	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

1. PREMESSA

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 ferroviario VI10 della tratta ferroviaria Palomba-Catenanuova, viadotto ferroviario previsto nell'ambito del progetto definitivo lungo la direttrice ferroviaria Messina-Catania-Palermo del nuovo collegamento Palermo-Catania. In particolare, si tratterà la Pila 8 che rappresenta la tipologica per tutte le pile di altezza minore o uguale a 11.30m, con impalcato 25m.

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

1.1 Descrizione dell'opera

Il viadotto VI10 attraversa un corso d'acqua maggiore e corre parallelamente alla linea torica. Il viadotto è a doppio binario, ha uno sviluppo complessivo di 575m, ed è costituito da 19 campate isostatiche di luce 25m, 40 e 50m (asse pila-asse pila/ asse pila-asse giunto spalla). Le campate da 25 m sono realizzate con un impalcato in cap a due travi mentre, le campate di luce superiore sono realizzate con impalcati misti a due travi.

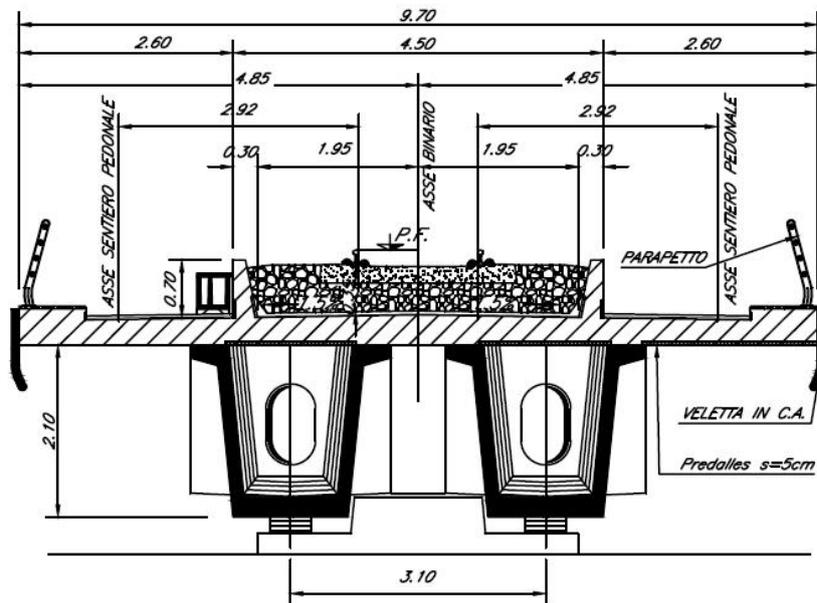
Le pile sono realizzate in c.a. gettato in opera, sono di forma circolare di dimensioni pari a 3.5m. Il pulvino ha una altezza pari a 3.30m. Su esso disposti gli apparecchi di appoggio dell'impalcato secondo lo schema sotto riportato

Il plinto presenta uno spessore di 2.5metri e una pianta rettangolare di 9.6x9.6, mentre le fondazioni previste sono su pali in c.a. di grande diametro F1200 sia per le pile che per le spalle. Il numero di pali pari a 9 e disposti ad interessa minimi di 3.6m. Si è assunta una distanza dal bordo degli stessi di 1.20 m.

Per l'implementazione delle geometrie, vista la vastità delle casistiche, sono state adottate delle schematizzazioni in special modo per plinto di fondazione e pulvino. Per il pulvino, ad esempio, è stata adottata un'altezza costante di 2m ma, tenuto propriamente conto dei reali bracci e delle masse.



Figura 1: schema appoggi impalcati sx e dx



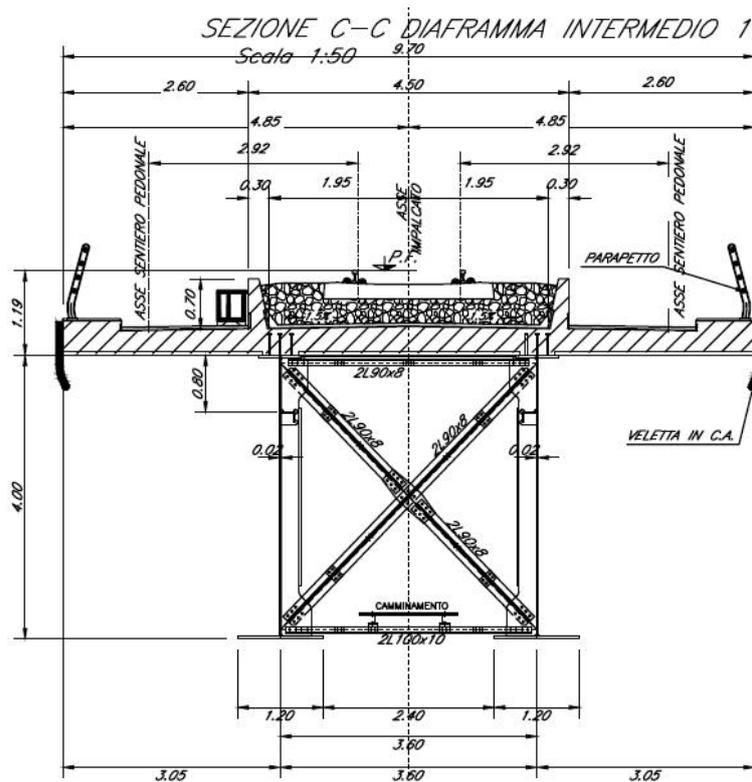
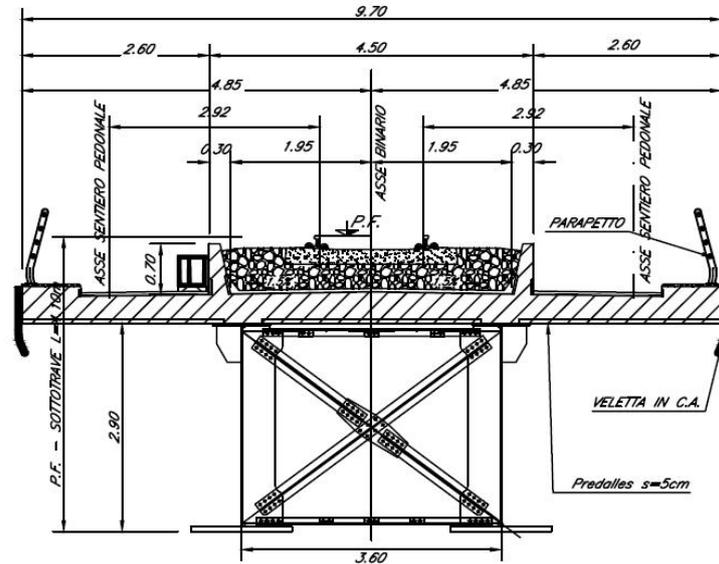


Figura 2: sezione trasversale impalcato

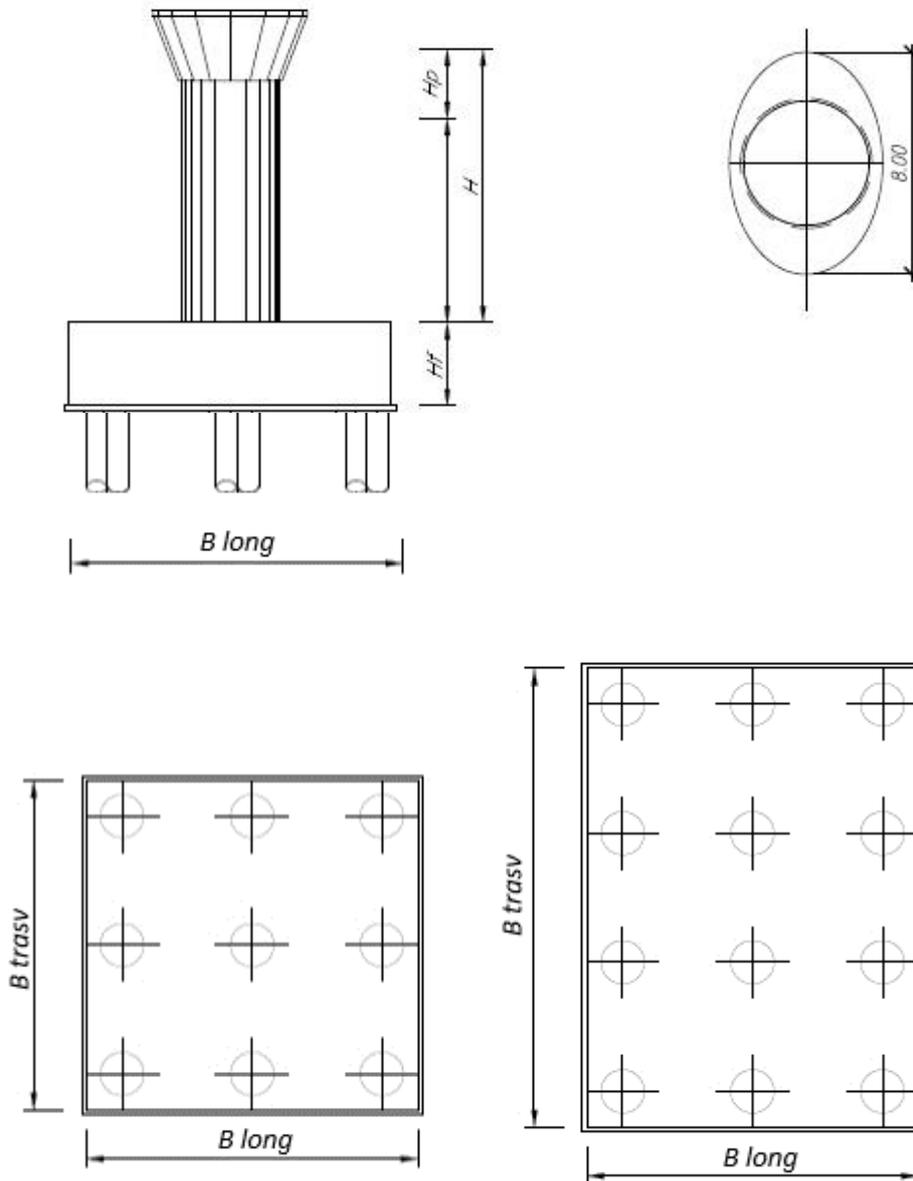


Figura 3: pianta, sezione e prospetti pila

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P8	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

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 e Trasporti, Circolare 21 gennaio 2019, n. 7/C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018»*
- *Istruzione RFI DTC SI PS MA IFS 001 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture*
- *Istruzione RFI DTC SI CS MA IFS 001 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale*
- *Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 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 pali di fondazione, cordoli, opere provvisori, calcestruzzo fondazioni

classe di resistenza conglomerato		dasse	C25/30	
resistenza caratteristica cubica a comp.		R _{ck}	30	<i>MPa</i>
modulo elastico		E _c	31476	<i>MPa</i>
resistenza media cilindrica a comp.		f _{cm}	33	<i>MPa</i>
resistenza cilindrica caratteristica a comp.		f _{cd}	25	<i>MPa</i>

- Calcestruzzo fondazioni armate

classe di resistenza conglomerato		dasse	C28/35	
resistenza caratteristica cubica a comp.		R _{ck}	34	<i>MPa</i>
modulo elastico		E _c	32308	<i>MPa</i>
resistenza media cilindrica a comp.		f _{cm}	36	<i>MPa</i>
resistenza cilindrica caratteristica a comp.		f _{cd}	28	<i>MPa</i>

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P8	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

- Calcestruzzo elevazione pile (compresi pulvini, baggioli e ritegni), spalle

classe di resistenza conglomerato		classe	C32/40	
resistenza caratteristica cubica a comp.		Rck	40	<i>MPa</i>
modulo elastico		Ec	33346	<i>MPa</i>
resistenza media cilindrica a comp.		fcm	40	<i>MPa</i>
resistenza cilindrica caratteristica a comp.		fck	32	<i>MPa</i>

- Acciaio ordinario per calcestruzzo armato

denominazione tipo d'acciaio		nome	B450	
modulo elastico		Es	210000	<i>MPa</i>
tensione media di snervamento		fym	480	<i>MPa</i>
tensione caratteristica di snervamento		fyk	450	<i>MPa</i>
tensione di snervamento di calcolo		fyd	391.30	<i>MPa</i>
tensione caratteristica a rottura		ftk	540	<i>MPa</i>

Le verifiche del plinto di fondazione vengono condotte, a favore di sicurezza, con una classe di calcestruzzo C25/30.

3.1 Verifiche SLE

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

3.1.1 Verifiche tensionali

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" adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento "Specifiche per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario", ovvero:

tensione massima di compressione del calcestruzzo

- per combinazione caratteristica (rara) : 0.55 fck
- per combinazione quasi permanente : 0.40 fck

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P8	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

- per spessori minori di 5cm tali valori devono essere decrementati del 30%.

tensione massima di trazione dell'acciaio

- per combinazione caratteristica (rara) : $0.75 f_{yk}$

Per il caso in esame risulta in particolare per l'elevazione:

$$\begin{aligned} \sigma_{c \max QP} &= (0,40 f_{ck}) = 12.8 \quad \text{MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Quasi Permanente}) \\ \sigma_{c \max R} &= (0,55 f_{ck}) = 17.6 \quad \text{MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica - Rara}) \\ \sigma_{s \max R} &= (0,75 f_{yk}) = 337.5 \quad \text{MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica - Rara}) \end{aligned}$$

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	wk	Stato limite	wk
A	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
C	Molto Aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Tabella 2 - 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:

- $w_1 = 0.2 \text{ mm}$
- $w_2 = 0.3 \text{ mm}$
- $w_3 = 0.4 \text{ mm}$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P8	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

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 par. 4.1.2.2.4.2 del 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 del D.M. 9 gennaio 1996, in accordo a quanto previsto al punto ” C4.1.2.2.4.5 Verifica allo stato limite di fessurazione” della Circolare 21 gennaio 2019 n.7/C.S.L.L:PP..

Considerando quanto sopra riportato, per una semplice implementazione nel programma di calcolo RC-SEC, la combinazione RARA riferita al gruppo 4 è stata implementata fittiziamente come “frequente” in modo da separarla ed applicare la restrizione dei 0.2mm. Tutte le combinazioni RARE restanti sono state verificate per le sole verifiche tensionali.

4. DATI DI BASE

4.1 Geometrie di base

La pila presenta una sezione circolare piena di dimensioni 3.5m, una altezza complessiva di 11.30m. Il pulvino è costituito da una sezione piena ellissoidale ed altezza variabile in funzione del tipo d’impalcato. Nei calcoli si è incrementato del 10% la massa del pulvino per tener conto di velette, baggioli e ritegni. Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 1200mm collegate in testa da una platea di spessore 2.5m.

PILA						
altezza pila- estradosso fond/estradosso pulvino				Hp	11.3	m
tipologia di sezione					circolare	
larghezza trasversale pila				b	0.000	m
larghezza longitudinale pila				d	0.000	m
raggio della sezione				R	1.75	m
area della sezione				A	9.621	m ²
inerzia sezione direzione trasversale				I11	7.366	m ⁴
inerzia sezione direzione longitudinale				I22	7.366	m ⁴
calcestruzzo				fck	32	MPa
massa pulvino				mp	2237	kN
PULVINO						
asse minore ellisse				a	5.48	m
asse maggiore ellisse				b	8	m
altezza pulvino				h	2	m
massa pulvino		<i>compresa del +10%</i>		mp	2295	kN
FONDAZIONE						
asse minore ellisse				a	9.6	m
asse maggiore ellisse				b	9.6	m
altezza della fondazione				h	2.5	m
altezza terreno di ricoprimento				ht	1.5	m
area netta per calcolo ricoprimento				A	82.5	m ³
peso di volume del terreno				y	19	kN/3
Ulteriori distanze e bracci						
distanza asse pila e appoggi per momento longitud.				il	1.2	
interasse tra i binari (se singolo 0)				ib	4	m
dist. tra interasse del singolo binario e asse pila				a	2	m

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P8	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

4.2 Modelli di analisi e verifica

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 sono state 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 omessi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.
⁽⁴⁾ Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.
⁽⁵⁾ Aliquota di carico da traffico da considerare.
⁽⁶⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁷⁾ 1,20 per effetti locali

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Azioni		Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Azioni singole da traffico	Treno di carico LM 71	0,80 ⁽³⁾	(1)	0,0
	Treno di carico SW /0	0,80 ⁽³⁾	0,80	0,0
	Treno di carico SW/2	0,0 ⁽³⁾	0,80	0,0
	Treno scarico	1,00 ⁽³⁾	-	-
	Centrifuga	(2) (3)	(2)	(2)
	Azione laterale (serpeggio)	1,00 ⁽³⁾	0,80	0,0

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Si usano gli stessi coefficienti Ψ adottati per i carichi che provocano dette azioni.

(3) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti Ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Nel seguito si riportano le azioni considerate ai fini della valutazione delle sollecitazioni agenti sulle sottostrutture e quindi, alle verifiche strutturali.

Nome Combinazione	G1	G2	Treno	Treno scarico	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver	Idra
A1_SLU_gr1_Treno	1.35	1.5	1.45	0	0.725	1.45	1.45	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr2_Scarico	1.35	1.5	0	1.45	0	1.45	1.45	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr3_Fre/avv	1.35	1.5	1.45	0	1.45	0.725	0.725	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr4_centrif	1.35	1.5	1.16	0	1.16	1.16	1.16	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr1+vento	1.35	1.5	1.45	0	0.725	1.45	1.45	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr2+vento	1.35	1.5	0	1.45	0	1.45	1.45	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr3+vento	1.35	1.5	1.45	0	1.45	0.725	0.725	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr4+vento	1.35	1.5	1.16	0	1.16	1.16	1.16	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr1	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr2	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr3	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr4	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr1	1.35	1.5	1.16	0	0.58	1.16	1.16	0.72	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr2	1.35	1.5	0	1.16	0	1.16	1.16	0.72	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr3	1.35	1.5	1.16	0	1.16	0.58	0.58	0.72	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr4	1.35	1.5	1.16	0	1.16	1.16	1.16	0.9	0	0	0	0	1.5
SLE_rar_gr1_Treno	1	1	1	0	0.5	1	1	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr2_Scarico	1	1	0	1	0	1	1	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr3_Fre/avv	1	1	1	0	1	0.5	0.5	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr4_centrif	1	1	0.8	0	0.8	0.8	0.8	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr1+vento	1	1	1	0	0.5	1	1	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_gr2+vento	1	1	0	1	0	1	1	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_gr3+vento	1	1	1	0	1	0.5	0.5	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_gr4+vento	1	1	0.8	0	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr2	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr3	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr4	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_fre_gr1_Treno	1	1	0.8	0	0.4	0.8	0.8	0.4	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr2_Scarico	1	1	0	0.8	0	0.8	0.8	0.4	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr3_Fre/avv	1	1	0.8	0	0.8	0.4	0.4	0.4	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr4_centrif	1	1	0.8	0	0.8	0.8	0.8	0.5	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr1+vento	1	1	0.8	0	0.4	0.8	0.8	0.4	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr2+vento	1	1	0	0.8	0	0.8	0.8	0.4	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr3+vento	1	1	0.8	0	0.8	0.4	0.4	0.4	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr4+vento	1	1	0.8	0	0.8	0.8	0.8	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr1	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr2	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr3	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr4	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_gr1_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr2_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0.2	0	0	0	1

Nome Combinazione	G1	G2	Treno	Treno scarico	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver	Idra
SLE_qp_gr1_Treno_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr2_Scarico_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3_Fre/avv	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr4_centrif_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr1+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr2+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr3+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr4+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr1_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr2	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr3	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr4	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr1_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr2_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
E_103x_	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	1	0.3	0.3	1
E_103y_	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	0.3	1	0.3	1
E_103z_	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	0.3	0.3	1	1

Le combinazioni di carico sismiche che tengo conto della componente verticale negativa non vengono riportate in quanto poco significative.

Gli scarichi agli appoggi, riportati nei paragrafi seguenti, fanno riferimento alla seguente terna di assi:

- asse X coincidente con l'asse trasversale del ponte;
- asse Y coincidente con l'asse longitudinale del ponte;
- asse Z coincidente con l'asse verticale del ponte;

Per quanto riguarda la risposta alle diverse componenti dell'azione sismica, poiché si è adottata un'analisi in campo lineare, essa può essere calcolata separatamente per ciascuna delle componenti. Gli effetti sulla struttura (sollecitazioni, deformazioni, spostamenti, ecc) sono combinate successivamente applicando l'espressione

$$1.00 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_z$$

con rotazione ed inversione dei coefficienti moltiplicativi e conseguente individuazione degli effetti più gravosi.

4.4 Sistemi di riferimento ed unità di misura

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P8</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

5. ANALISI DEI CARICHI

5.1 Peso proprio elementi strutturali

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

viadotto a binario					Singolo				
lato impalcato					SX			DX	
tipologia di impalcato					2'TR			2'TR	
luce impalcato					25	m		25	m
DATI DI INPUT FOGLIO VERIFICHE									
altezza cassoncino				h	2.1	m		2.1	m
spessore medio soletta				s	0.41	m		0.41	m
estradosso impalcato				H	2.51	m		2.51	m
spessore ballast + rotaia				hb	0.88	m		0.88	m
altezza PF da estradosso trave				h2	1.19	m		1.19	m
lunghezza travata				L	24.3	m		24.3	m
luce appoggi travata				La	22.8	m		22.8	m
larghezza totale impalcato				B	9.7	m			
peso permanente strutturale				G1	4050	kN		4050	kN
peso permanenti non strutt				G2	3084	kN		3084	kN

Altezze da intradosso del cassoncino									
baricentro del cassoncino				gc	0.89	m		0.89	m
area cassoncino				Ac	1.14	m ²		1.14	m ²
baricentro della soletta				gs	2.32	m		2.32	m
area soletta				As	1.00	m ²		1.00	m ²
baricentro sezione trave+soletta			(da intradosso trave)	Gb1	1.56	m		1.56	m
baricentro del ballast			(da intradosso trave)	Gb2	2.95	m		2.95	m
altezza piano del ferro			(da intradosso trave)	H	3.29	m		3.29	m
baricentro treno			(da intradosso trave)	Gb3	5.09	m		5.09	m

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P8	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

5.2 Carichi strutturali trasmessi dall'impalcato

Si riportano di seguito gli scarichi agli appoggi dedotti dall'analisi dell'impalcato, per la campata sinistra e destra:

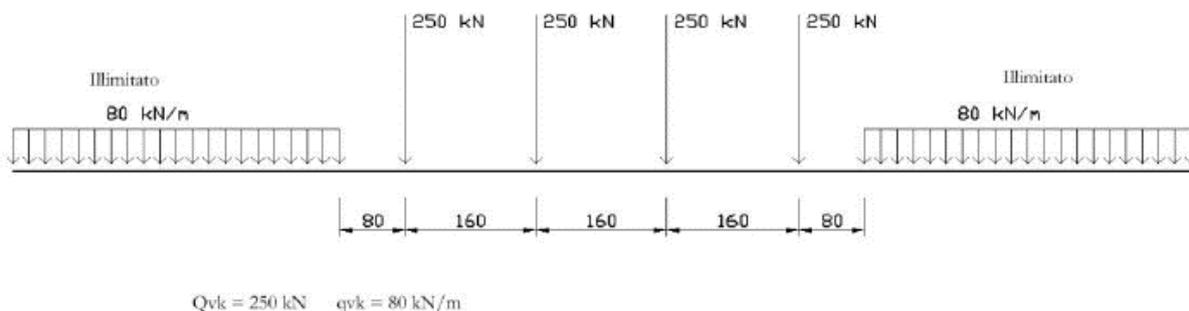
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	4050	0
scarichi estradosso Pila - G2	3084	0
scarichi estradosso Fondazione - G1	8479	0
scarichi estradotto Fondazione - G2	3084	0
scarichi sui Pali - G1	16591	0
scarichi sui Pali - G2	3084	0

5.3 Carichi da traffico verticali

L'opera è stata progettata considerando le sollecitazioni dovute al carico da traffico ferroviario, considerando i modelli LM71 e/o SW/2. Si riportano di seguito le caratteristiche dei modelli di traffico presi in esame.

➤ *Modello di carico LM71*

Sia le istruzioni RFI che le NTC 2018 (par. 5.2.2.2.1.1), definiscono questo modello di carico tramite carichi concentrati e carichi distribuiti, riferiti all'asse dei binari.



Carichi concentrati: quattro assi da 250 kN disposti ad interasse di 1,60 m;

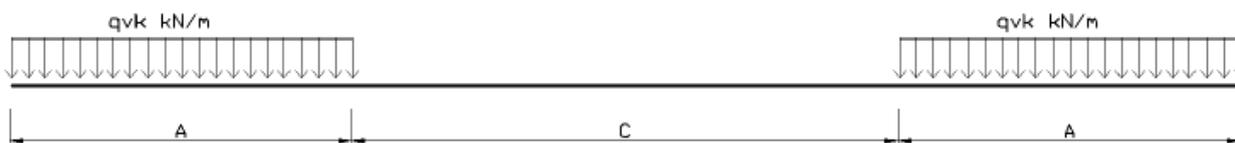
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P8	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

Per questo modello di carico è prevista un'eccentricità del carico rispetto all'asse del binario.

➤ *Modello di carico SW/2*

Sia le istruzioni RFI che le NTC 2018 (par. 5.2.2.2.1.2), definiscono questo modello di carico tramite solo carichi distribuiti.



SW/0

Carico distribuito	Qvk	133	KN/m
Lunghezza	A	15	m
Lunghezza	C	5.3	m

SW/2

Carico distribuito	Qvk	150	KN/m
Lunghezza	A	25	m
Lunghezza	C	7	m

In questo modello di carico non è prevista alcuna eccentricità del carico ferroviario. Le azioni di entrambi i modelli dovranno essere moltiplicate per un coefficiente di adattamento definito dalla

seguente tabella (tab. 2.5.1.4.1.1 - RFI DTC SI PS MA IFS 001).

MODELLO DI CARICO	COEFFICIENTE “α”
LM/71	1.10
SW/0	1.10
SW/2	1.00

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P8</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

5.4 Effetti dinamici

Per la definizione del coefficiente dinamico si segue quanto contenuto nel par.5.2.2.2.3 del DM 17.1.2018 che per l'opera in esame riporta:

$$\Phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_{\Phi} - 0.2}} + 0.73 \quad \text{con limitazione} \quad 1.00 \leq \Phi_3 \leq 2.00$$

5.5 Disposizione treni di carico

La disposizione dei treni di carico è stata individuata per ottenere le seguenti massime sollecitazioni:

- Sforzo Assiale: il convoglio è localizzato sostanzialmente al di sopra della pila in esame
- Momento Longitudinale: il convoglio è localizzato sulla campata di luce maggiore, più o meno centrato a seconda dei rapporti di lunghezza del treno di carico e della campata.
- Momento Trasversale: è fornito dallo stesso schema di posizionamento del massimo sforzo

Da questi schemi si sono ottenute le seguenti caratteristiche di sollecitazione:

	N [kN]	Mlong [kN/m]	Mtrasv [kN/m]
COMBO N	3350	238	335
COMBO ML	2055	2467	206
COMBO MT	3350	238	335

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

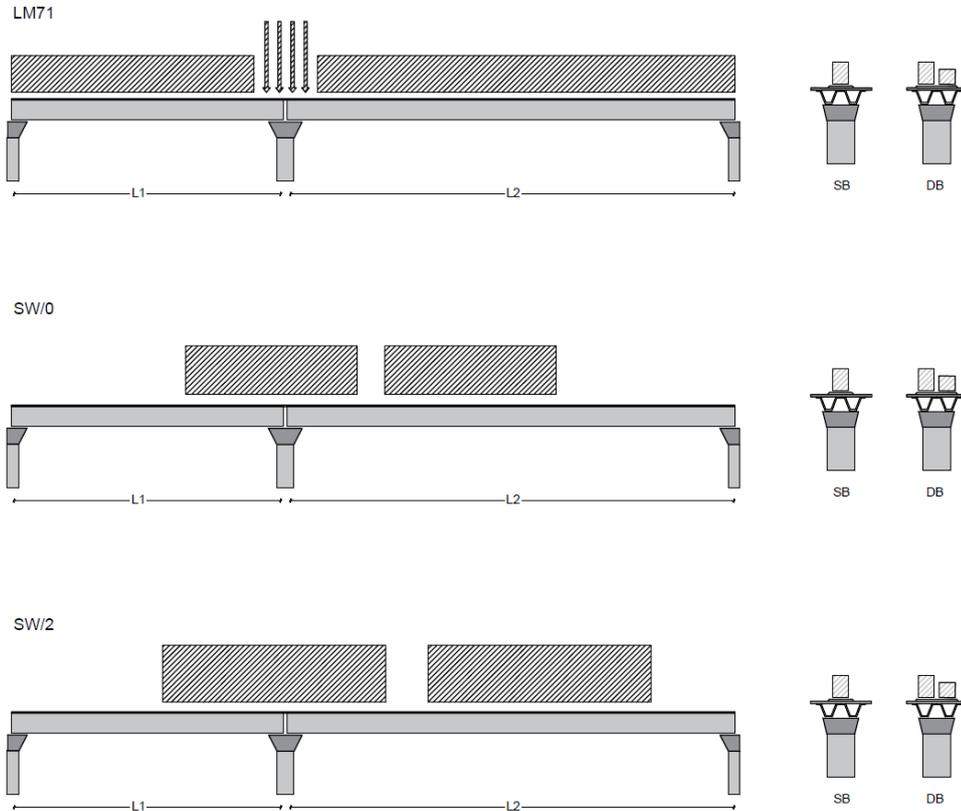


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

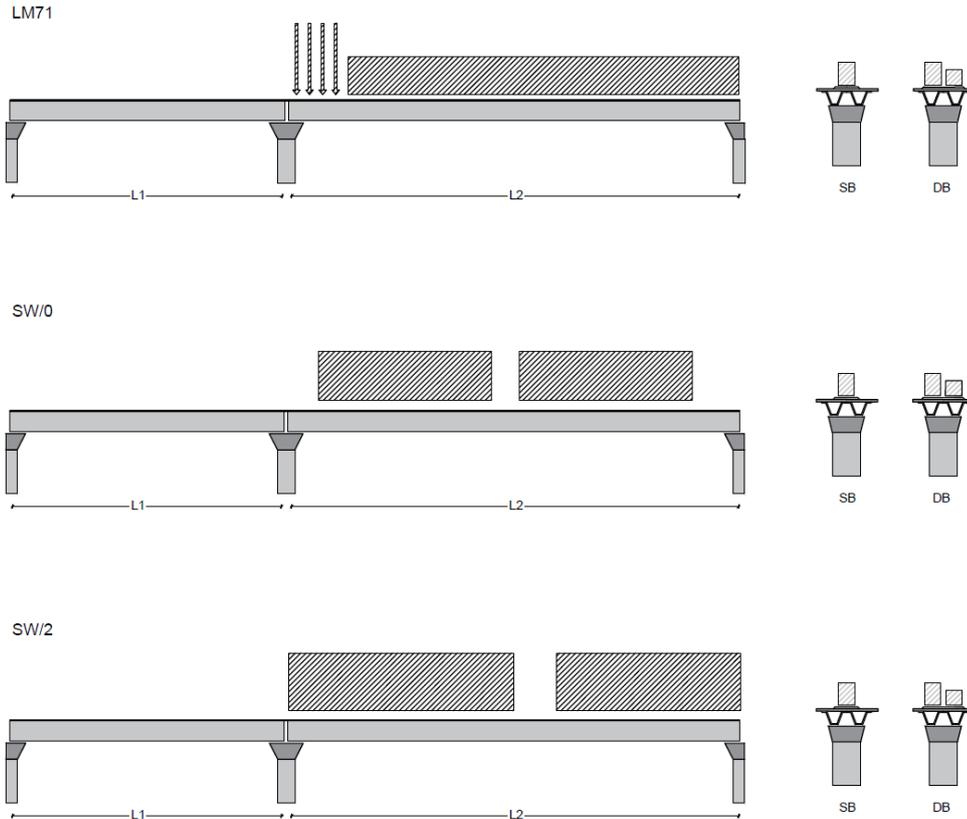


Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

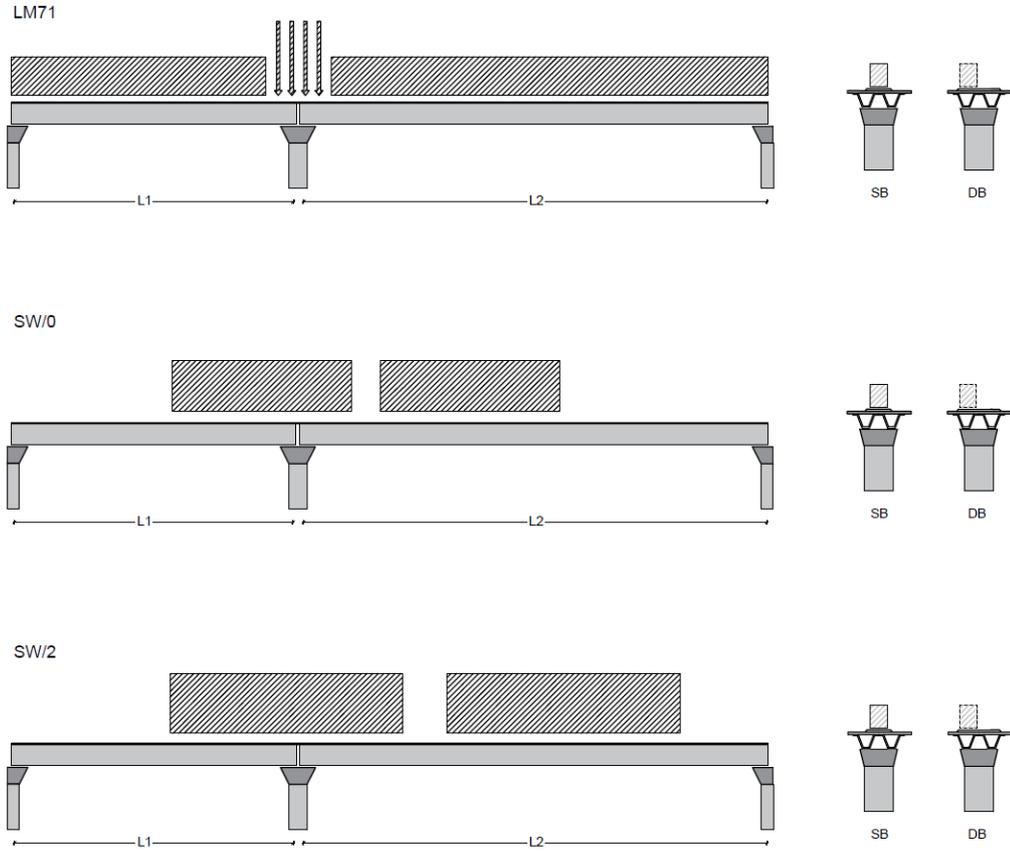


Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P8	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

5.6 Carichi da traffico orizzontali

5.6.1 Forza centrifuga

raggio di curvatura					R	1000	m
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	km/h
						SX	
lunghezza di influenza della parte curva del binario					Lf	22.8	m
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.823704	
LM71 e SW/0							
Per i modelli di carico LM71 e SW l'azione centrifuga si dovrà determinare partendo dall'espressione generale ai valori di V, α , e f in base al contenuto della tabella 1.4.3.1-1 seguente.							
LM71 caso a							
velocità massima					Vmax	120	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	1.00	
coefficiente di adattamento					a	1.10	
valore caratteristico dei carichi verticali					Qvk	330.6	kN x asse
valore caratteristico dei carichi verticali					qvk	105.8	kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga					Qtk	41.2	kN x asse
valore caratteristico della forza centrifuga					qtk	13.2	kN/m
LM71 caso b							
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.82	
coefficiente di adattamento					a	1.0	

	valore caratteristico dei carichi verticali			Qvk	300.5	kN x asse
	valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	96.2	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			Qtk	49.9	kN x asse
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	16.0	kN/m
SW/2						
Per quanto riguarda il modello di carico SW/2 si deve assumere: una velocità V non superiore a 100 km/h, un valore di f pari ad 1 ed il valore di α pari a 1,						
	velocità massima compatibile con il tracciato della linea			Vmax	100	
	fattore di riduzione funzione della Lf e della V			f	1.00	
	coefficiente di adattamento			a	1.00	
	valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	180.32	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	14.20	kN/m

Valore di α	Massima velocità della linea [Km/h]	Azione centrifuga basata su:				traffico verticale associato
		V	α	f		
SW/2	≥ 100	100	1	1	$1 \times 1 \times SW/2$	$\Phi \times 1 \times SW/2$
	< 100	V	1	1	$1 \times 1 \times SW/2$	
LM71 e SW/0	> 120	V	1	f	$1 \times f \times (LM71''+''SW/0)$	$\Phi \times 1 \times 1 \times (LM71''+''SW/0)$
		120	α	1	$\alpha \times 1 \times (LM71''+''SW/0)$	$\Phi \times \alpha \times 1 \times (LM71''+''SW/0)$
	≤ 120	V	α	1	$\alpha \times 1 \times (LM71''+''SW/0)$	

Tab. 2.5.1.4.3.1-1 - Parametri per determinazione della forza centrifuga

Riassumendo:

	Qtk sx	qtk sx	Qtk dx	qtk dx	F testa Pila	Mom Trac
	KN	KN/m	KN	KN/m	KN	KN/m
Fcen_SW/2_1	0	14.198479	0	14.1985	345.023	1945.93

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P8	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

5.6.2 Serpeggio

La forza laterale indotta dal serpeggio si considera come una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla sommità della rotaia più alta, perpendicolarmente all'asse del binario. Tale azione si applicherà sia in rettifilo che in curva.

viadotto a binario			Singolo		
combinazione treni			SW/2		
valore caratteristico della forza			Qsk	100	kN
coefficiente di adattamento			a	1	
coefficiente di adattamento					
Questa forza laterale deve essere sempre combinata con i carichi verticali					
altezza baggioni e apparecchi d'appoggio				0.45	m
altezza impalcato + soletta				2.51	m
armamento				0.88	m
incremento altezza rotaia + alta				0.1	m
valore caratteristico della Forza			Fsk	100	kN
valore caratteristico Momento Tra			Msk	394	kN/m

Tale forza rappresenta l'azione complessiva in testa alla pila.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P8</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

5.6.3 Frenatura ed avviamento

numero di binari				Singolo	
combinazione treni				SW/2	
posizionamento vincolo fissi				caso peggiore	
estradosso pulvino sommità binario		H	0.45	m	
lunghezza del binario		L	24.3	m	

Le forze di frenatura e di avviamento agiscono sulla sommità del binario, nella direzione longitudinale dello stesso. Dette forze sono da considerarsi uniformemente distribuite su una lunghezza di binario L determinata per ottenere l'effetto più gravoso sull'elemento strutturale considerato.

FENATURA

LM/71					
coefficiente di adattamento		a	1.1		
lunghezza del binario		L	24.3	m	
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	534.6	kN	
SW/0					
coefficiente di adattamento		a	1.1		
lunghezza del binario		L	19	m	
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	418	kN	
SW/2					
coefficiente di adattamento		a	1		
lunghezza del binario		L	24.3		
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	850.5		

AVVIAMENTO

LM/71					
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	882.09	kN	
SW/0					
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	689.7	kN	
SW/2					
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	801.9	kN	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P8	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

5.6.4 Forza d'attrito

Le forze parassitarie dei vincoli si esplicano in corrispondenza degli apparecchi d'appoggio mobili per traslazione relativa impalcato-apparecchi d'appoggio. Essendo funzione del carico verticale, la sua definizione è associata ai coefficienti moltiplicativi delle combinazioni γ e ψ dei carichi da peso proprio strutturali e non, e dei carichi verticali da traffico. Si riporta per questo motivo un esempio di forza d'attrito "caratteristica" solo come esempio di calcolo, in quanto il calcolo è stato eseguito a valle della combinazione di carico.

altezza baggioli e apparecchi d'appoggio		h	0.45	m
lunghezza del binario		L	24.3	m
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg1	4050	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg2	3084	kN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili		Vq	4382	kN
coefficiente d'attrito (da assum. In relazione alle cart. App.)		f	0.04	
forza d'attrito trasmessa alla pila		Fa	232.3	kN
momento longitudinale in testa pila		M	104.6	kN/m

5.6.5 Azione del Vento

Ricadendo nella classificazione ordinaria di ponti l'azione del vento è valutata come agente su una superficie continua, convenzionalmente alta 4m dal piano del ferro. Nel caso di ponte scarico si considera la superficie relativa alle barriere antirumore.

velocità di base di riferimento slm	Vbo	28	m/s
parametro di quota	ao	500	m
altitudine sul livello del mare	as	373	m
parametro adimensionale	ks	0.36	
coefficiente di altitudine	ca	1	
velocità di base di riferimento	Vb	28	m/s

	tempo di ritorno azione del vento	Tr	112.5	anni
	coefficiente di ritorno	cr	1.04562	
	velocità di riferimento	Vr	29.2775	m/s
	tab. 3.3.I	Zona	4	
	tab.3.3.II	Categoria	II	
	tab. 3.3.III	Classe rug	D	
	fattore di terreno	Kr	0.19	
	lunghezza di rugosità	zo	0.05	m
	altezza minima	zmin	4	m
VENTO SULL'IMPALCATO				
ponte carico				
	altezza pila	z1	11.3	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	11.75	m
	altezza di riferimento	z	15.505	m
	coefficiente di topografia	ct	1	
	coefficiente di esposizione	ce	2.64	
	densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m ³
	pressione statica di riferimento	qr	535.732	n/m ²
	pressione statica di picco	qpicco	1413.17	n/m ²
	larghezza impalcato	d	9.7	m
	altezza impalcato+soletta	z3	2.51	m
	armamento	z4	0.88	m
	altezza treno	z5a	4	m
	altezza barriere	z5b	5	m
	altezza di impatto treno o barriere	htot	7.51	m
		d/h	1.29161	
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.04481	
	forza trasversale	fx	21.7	
	forza equivalente in testa pila	Fx	527.3	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2217.5	kn/m

ponte scarico						
	altezza di impatto treno o barriere	htot	7.39	m		
	rapporto geometrico	d/h	1.31258			
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.03904			
	forza trasversale	fx	21.3			
	forza equivalente in testa pila	Fx	517.5	kN		
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2144.8	kn/m		
VENTO SULLA PILA						
direzione trasversale						
	altezza di riferimento	z	11.3	m		
	coefficiente di topografia	ct	1			
	coefficiente di esposizione	ce	2.43047			
	densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m3		
	pressione statica di riferimento	qr	535.732	n/m2		
	pressione statica di picco	qpicco	1413.17	n/m2		
			1.41317	Kpa		
	tipologia di sezione		circolare			
	larghezza trasversale pila	b	0	m		
	larghezza longitudinale pila	d	0	m		
	raggio della sezione	R	1.75	m		
	rapporto geometrico	b/d	0.1			
	rapporto geometrico	r/b	0.1			
	coefficiente di forza trasversale sez. ret.	cf,0	2			
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.75			
	viscosità cinematica dell'aria	ν	1.5E-05	m/s		
	numero di Reynolds	Re	9010070			
	materiale pila		cls ruvido			
	rugosità equivalente	k	1	mm		
	rapporto	k/b	0.00057			

	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.90783	
	rapporto geometrico	l/b	3.22857	
	snellezza effettiva	λ	3.22857	
	rapporto di solidità	ϕ	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.64841	
	forza trasversale	f tras	0.8	
	forza equivalente in testa pila	F tras	9.4	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	6.8	m
direzione longitudinale				
	tipolgoia di sezione		circolare	
	larghezza trasversale pila	b	0	m
	larghezza longitudinale pila	d	0	m
	raggio della sezione	R	1.75	m
	rapporto geometrico	b/d	0.1	
	rapporto geometrico	r/b	0.1	
	coefficiente di forza longitu sez.ret	cf,0	2	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.75	
	coefficiente di forza trasversale sez.circ.	cf,0	0.90783	
	rapporto geometrico	l/b	3.22857	
	snellezza effettiva	λ	3.22857	
	rapporto di solidità	ϕ	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.64841	
	forza longitudinale	f lon	0.83185	
	forza equivalente in testa pila	F lon	9.39993	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	6.78	m

5.7 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.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P8	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

5.7.1 Inquadramento Sismico

La determinazione della pericolosità sismica di base è definita a partire dall'ubicazione dell'opera e dalle sue caratteristiche progettuali come la vita nominale V_N e la classe d'uso C_u . Sulla base del MDP [4]. I parametri indentificativi dell'opera sono:

Vita Nominale	Classe d'Uso	Coeff. D'uso
75	III	1.5

La geo-localizzazione permette di ottenere le coordinate geografiche delle singole opere e individuare puntualmente la domanda sismica secondo gli spettri normativi rappresentativi delle due componenti (orizzontale e verticale), ovvero determinare i singoli parametri indipendenti di riferimento.

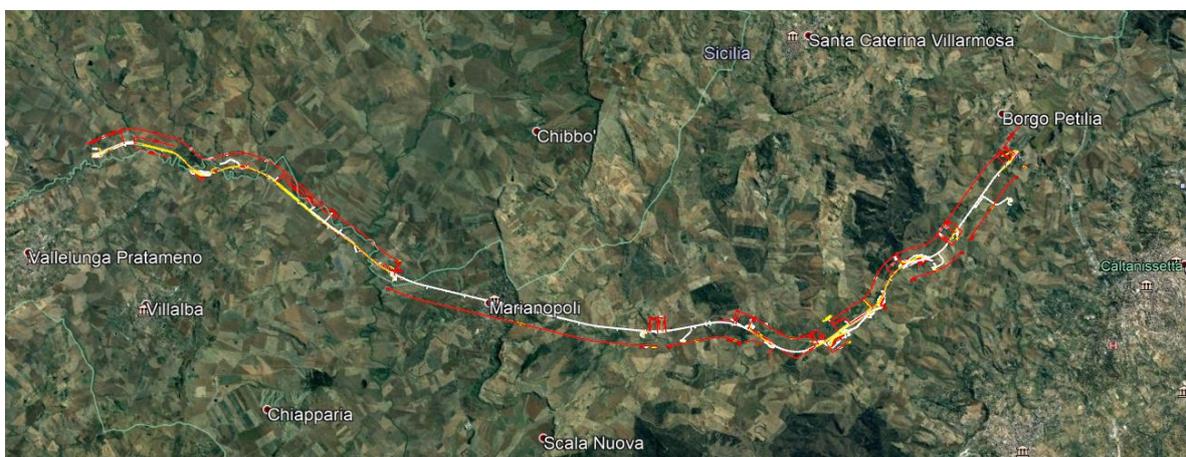


Figura 4 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

I parametri indipendenti per le forme spettrali di riferimento hanno una variazione spaziale lungo la linea poco influente tuttavia, per le seguenti analisi si è fatto riferimento alle coordinate dei singoli viadotti.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P8</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

Tabella 3 - Sezione tipo esistente in viadotto (rifare la tabella N,E, ag Te* ..tutti i parametri sismici)

LOTTO 3A-B							
Viadotto Fer.	Binario	n° camp	L tot [m]	Rcurv. [m]	altitudine [m]	N [se]	E [se]
VI01	D	20	605	1188	416	37°43'18.70	13°40'18.19
VI02	D	8	215	1060	418	37°43'9.38	13°40'31.63
VI03	D	1	17	1300	434	37°43'3.15	13°41'14.35
VI04	D	32	800	inf	445	37°43'1.42	13°42'17.20
VI05-06	S	12	440	725	422	37°41'25.58	13°51'40.40
VI07	S	5	210	inf	410	37°41'14.75	13°52'13.14
VI08	S	26	780	725	385	37°40'20.84	13°52'59.62
VI09	S	6	150	733	382	37°40'0.09	13°53'10.68
VI10	S	19	575	1000	373	37°39'52.17	13°53'27.88
VI11	S	32	885	1000	367	37°39'29.61	13°53'47.03
VI12	S	39	1500	2950	343	37°37'42.58	13°54'0.85
VI13	S	3	100	inf	342	37°34'6.35	13°56'27.65
VI14	S	3	100	inf	340	37°33'57.11	13°56'38.61
VI15	S	16	650	inf	282	37°32'54.77	13°57'45.53
VI16	D	16	425	2500	300	37°32'12.39	13°58'38.40
VI17	S	46	1390	1050	317	37°32'8.62	13°59'56.29
VI18	S	9	250	inf	355	37°31'58.58	14° 1'21.91

5.7.2 Definizione della domanda sismica

Secondo le NTC2018 l'azione sismica viene considerata mediante spettri di risposta elastici in accelerazione. Sulla base dello studio geologico del 2019, i terreni in esame sono prevalentemente di tipo C e B, pianeggianti o leggermente acclivi, tali da ricadere nella categoria topografica T1. Risulta quindi possibile tracciare lo spettro di riferimento normativo.

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

Elaborazioni grafiche

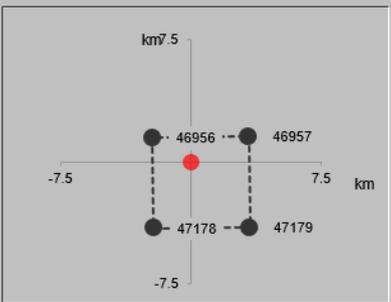
Grafici spettri di risposta

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:

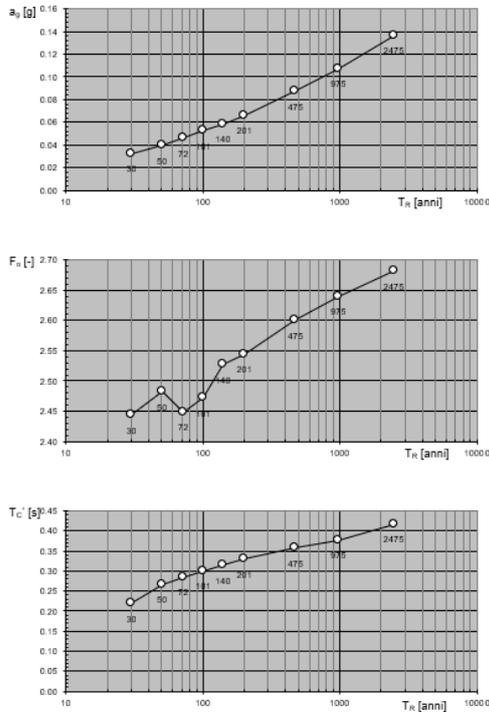


La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

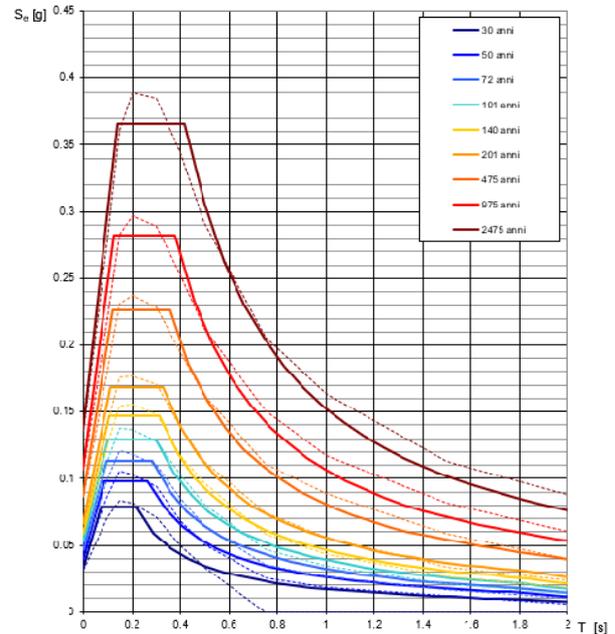
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri_NTC"

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* : variabilità col periodo di ritorno T_R



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



NOTA:
Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Figura 6 - Parametri di riferimento del sito secondo "Spettri_NTC"

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.032	2.422	0.215
50	0.040	2.459	0.261
72	0.047	2.437	0.280
101	0.053	2.461	0.293
140	0.059	2.499	0.310
201	0.067	2.527	0.324
475	0.087	2.603	0.352
975	0.107	2.644	0.375
2475	0.136	2.710	0.409

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Figura 7 - Tabella riassuntiva degli stati limite di riferimento del sito in esame

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

Elaborazioni grafiche

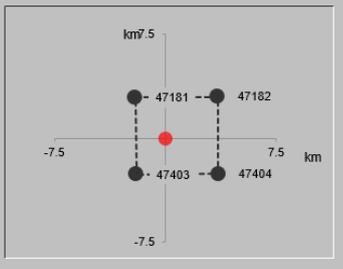
Grafici spettri di risposta

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

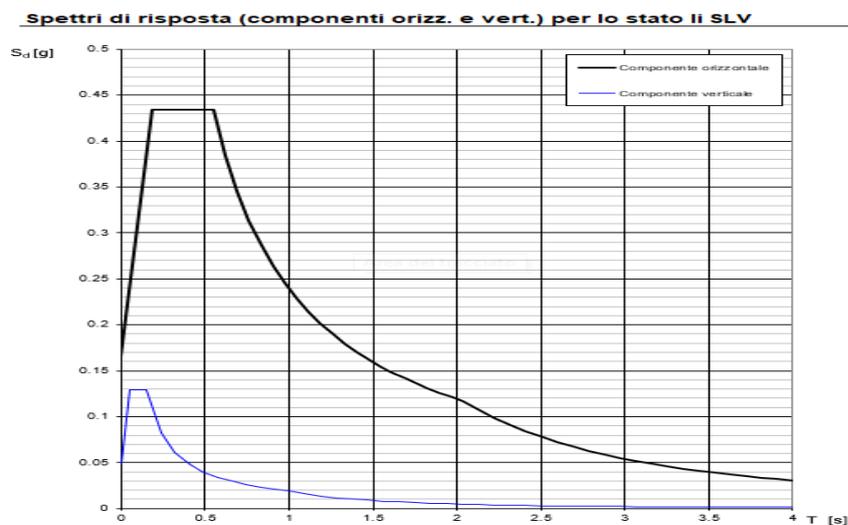
Interpolazione:



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

Figura 8 - Definizione della domanda sismica allo SLV



La verifica dell' idoneità del programma, l' utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall' utilizzo dello stesso.

Figura 9 - Spettro in accelerazione SLV orizzontale e verticale

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.105 g
F_0	2.635
T_c	0.399 s
S_s	1.500
C_c	1.422
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.189 s
T_C	0.567 s
T_D	2.021 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

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

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

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.158
$T_B \leftarrow$	0.189	0.416
$T_C \leftarrow$	0.567	0.416
	0.637	0.371
	0.706	0.335
	0.775	0.305
	0.844	0.280
	0.913	0.259
	0.983	0.240
	1.052	0.225
	1.121	0.211
	1.190	0.198
	1.260	0.188
	1.329	0.178
	1.398	0.169
	1.467	0.161
	1.537	0.154
	1.606	0.147
	1.675	0.141
	1.744	0.135
	1.814	0.130
	1.883	0.125
	1.952	0.121
$T_D \leftarrow$	2.021	0.117
	2.116	0.107
	2.210	0.098
	2.304	0.090
	2.398	0.083
	2.493	0.077
	2.587	0.071
	2.681	0.066
	2.775	0.062
	2.869	0.058
	2.964	0.054
	3.058	0.051
	3.152	0.048
	3.246	0.045
	3.340	0.043
	3.435	0.040
	3.529	0.038
	3.623	0.036
	3.717	0.035
	3.812	0.033
	3.906	0.031
	4.000	0.030

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

Figura 10 - Parametri indipendenti e dipendenti spettro orizzontale allo SLV

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P8</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

5.7.3 *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 NTC 2018. Qualora le ipotesi non siano soddisfatte, per il calcolo dei periodi propri della pila e quindi delle sollecitazioni sismiche, si è fatto riferimento ad una Analisi Dinamica Modale, attraverso la costruzione di un modello agli Elementi Finiti monodimensionali (Beam/Frame) mediante il software di calcolo Midas Civil. I Fattori di comportamento 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, la presso-flessione e la verifica del plinto se non tozzo;
- $q= 1$ per le verifiche a taglio degli elementi strutturali e le verifiche a capacità portante orizzontale dei pali.

Nella scrittura delle combinazioni di carico si è distinta la posizione del convoglio per massimizzare le singole sollecitazioni (N,Mx,My,Tx,Ty), identificando tre configurazioni, ovvero tre masse statiche.

Nell'analisi sismica la massa partecipante riferita ai carichi da traffico è stata valutata in maniera distinta per le tre componenti del moto e successivamente messa in combinazione per le tre configurazioni statiche.

5.7.4 *Check analisi statica*

Direzione Longitudinale						
massa treno per direzione long			Com Nmax	4111	kN	
massa sismica treno per direzione long			treno	822	kN	
				0		
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	7133	kN	
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	7956	kN	
1/5 della massa sismica sopra la pila			1/5 Mimp t	1591	kN	
massa pulvino			Mpul	2192	kN	
massa pila			Mpila	2237	kN	
massa efficace pila			Mpe	2938	kN	
massa sismica totale da utilizzare dir. Long			Mtot long	10893	kN	
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			NO per -1346.5 KN		
Direzione Trasversale						
massa treno per direzione long			Com Mmax	3350	kN	
massa sismica treno per direzione long			treno	670	kN	
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	7133	kN	
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	7804	kN	
massa pulvino			Mpul	2192	kN	
massa pila			Mpila	2237	kN	
massa efficace pila			Mpe	2938	kN	
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv			Mtot tras	10741	kN	
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			NO per -1376.9 KN		
Direzione Verticale						
massa treno per direzione long			Com Mmax	3350	kN	
massa sismica treno per direzione long			treno	670	kN	
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	7133	kN	
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	7804	kN	
massa pulvino			Mpul	2192	kN	
massa pila			Mpila	2237	kN	
massa efficace pila			Mpe	2938	kN	
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert			Mtot vert	10741	kN	
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			NO per -1376.9 KN		

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P8	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

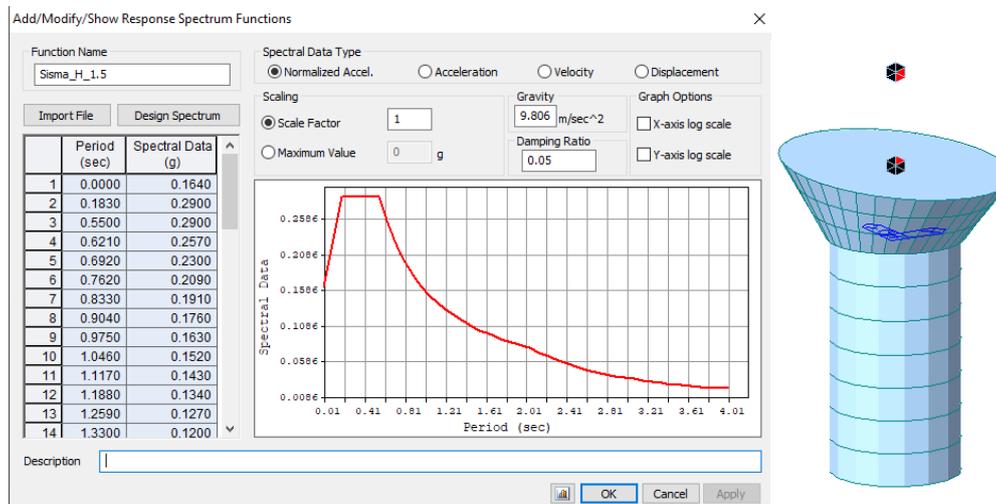
5.7.5 *Analisi statica equivalente*

area della sezione		A	9.62	m ²
inerzia sezione direzione trasversale		I11	7.37	m ⁴
inerzia sezione direzione longitudinale		I22	7.37	m ⁴
modulo elastico cls pila		E _c	33346	MPa
eventuale abbattimento del modulo		%	45.00	
modulo di calcolo		E	18340	MPa
calcestruzzo		f _{ck}	32.0	MPa
altezza pila est. fondazione - estr. pulvino		H	11.30	m
altezza plinto di fondazione		h _f	0.00	m
altezza baggioli ed app. appoggio		h _{ap}	0.45	m
altezza equivalente sdof		H _e	11.75	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv		K _{tra}	1.4E+08	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long		K _{long}	2.5E+08	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert		K _{vert}	2.2E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale		T _{tra}	0.57	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale		T _{long}	0.42	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale		T _{vert}	0.04	sec

	SLV			SLD	
Tabella Riassuntiva	q=1.5	q=1.36	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.28	0.28	0.42	0.17	g
accelerazione componente longitudinale	0.28	0.28	0.42	0.20	g
accelerazione componente verticale	0.11	0.11	0.11	0.04	g
Sforzo assiale	1175	1175	1175	393	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	2990	3289	4485	1866	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinale	3032	3336	4549	2145	kN
Momento flessionale trasversale	42889	47178	64334	26758	kN m
Momento flessionale longitudinale	35698	39261	53513	25270	kN m

5.7.6 Analisi dinamica modale

Nel caso specifico i periodi e quindi le forze alla base della pila sono stati valutati tramite una analisi spettrale. Le caratteristiche geometriche e meccaniche sono state definite coerentemente nei paragrafi precedenti. Le masse a diverse altezze sono associate alla tipologia di appoggio impalcato-pila, quindi differenti nelle due direzioni.



I risultati ottenuti sono i seguenti:

Load	N (kN)	Vtras (kN)	Vlong (kN)	Mtras (kN*m)	Mlong (kN*m)
SISMA q=1.5	1356.92	2809.08	2964.41	36324.78	31480.94
SISMA q=1	1356.92	4206.69	4440.19	54424.2	47167.26
SISMA sld	346.93	1656.23	1748.07	21425.05	18568.18

Si procede con tali sollecitazioni.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P8</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

5.8 Azione Idrostatica

Secondo quanto prescritto nelle cap5.2.2.8 delle NTC2018 le azioni idrodinamiche devono essere considerate sia come pressione sulle parti immerse che come effetti di modificazioni locali dell'alveo. In riferimento alla relazione idraulica si richiamano in forma tabellare i dati di base per la progettazione e verifica strutturale.

6.3.11 Escavazioni localizzate viadotto VI10

Pila	Tirante idraulico [m]	Velocità [m/s]	Incidenza pila-corrente [°]	Forma pila	Base pila [m]	Lunghezza pila [m]	Forma pilino	Base pilino [m]	Lunghezza pilino [m]	d50 [mm]	Scavo [m]	Tipo di scavo
P01	2.30	0.62	24	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	3.63	plinto scoperto
P02	2.79	1.24	12	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	5.43	plinto scoperto
P03	2.75	1.67	12	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.63	plinto scoperto
P04	3.14	2.24	18	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	8.07	plinto scoperto
P05	3.28	2.07	24	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	8.12	plinto scoperto
P06	3.49	3.16	17	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	10.88	plinto scoperto
P07	2.63	3.32	4	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	9.68	plinto scoperto
P08	2.47	3.05	2	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	8.88	plinto scoperto
P09	2.43	2.65	7	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	8.51	plinto scoperto
P10	2.36	2.30	11	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	8.01	plinto scoperto
P11	2.39	2.04	15	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.72	plinto scoperto
P12	2.36	1.92	14	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.32	plinto scoperto
P13	2.59	1.81	18	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.38	plinto scoperto
P14	2.58	1.83	22	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.63	plinto scoperto
P15	2.26	1.74	32	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.64	plinto scoperto
P16	2.34	1.75	31	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.63	plinto scoperto
P17	2.01	1.49	41	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.91	plinto scoperto
P18	1.44	1.24	51	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	5.86	plinto scoperto

Il livello medio annuo risulta essere di circa 5m pertanto si ritengono trascurabili gli effetti idrodinamici. Per quanto riguarda la pressione statica che esercita l'acqua può essere valutata con la seguente espressione:

$$p = \frac{1}{2} \rho C_D v^2$$

dove il coefficiente di forma varia tipicamente tra 0.5 e 1.5 ed è stato valutato secondo la seguente tabella:

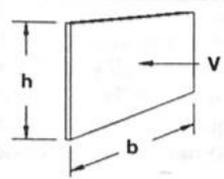
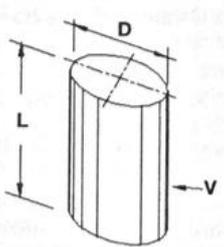
Forme	N.r Reynolds	Dimensioni	Coefficiente C_n
	$> 10^3$	$\frac{b}{h} = 1$ 5 10 ∞	1.16 1.20 1.50 1.90
	10^5	$\frac{L}{D} = 1$ 2 5 10 20 40 ∞	0.63 0.68 0.74 0.82 0.90 0.98 1.20
	$> 5 \times 10^5$	$\frac{L}{D} = 5$ ∞	0.35 0.34

Figura 11 - Coefficiente di forma (M.P. Pietrangeli - Progettazione e costruzione di ponti 1996)

Poiché l'azione è dipendente dall'altezza idrica di progetto si riporta un esempio al passo e successivamente una tabella riassuntiva dell'azione caratteristica.

velocità dell'acqua	v	3.05	m/sec
densità dell'acqua	ρ	1	kN sec ² /m ⁴
altezza di riinterro pila	h_{ri}	1.5	m
altezza della pila	h_p	11.3	m
altezza idrica Tr 300	h_{300}	2.47	m
scalzamento massimo Tr300	d_l	8.88	m
tipologia di sezione		circolare	m
larghezza trasversale pila	b	0	m
larghezza longitudinale pila	d	0	m
raggio della sezione	r	1.75	m
rapporto geometrico	L/D	0.003143	m
viscosità cinematica	μ	0.000894	N s/m ²
numero di Reynolds	Re	11940716	
coefficiente di forma	C_d	0.35	*

* si utilizzano le formulazioni di Pietrangeli per pile ellittiche

pressione dell'acqua		p	1.627938	kN/m ²	
forza risultante		Fidro	229.77	kN	
momento alla base pila		Mpila	-307.347	kN	

tabella riassuntiva - Tr300			
	Fusto pila	Fondazioni	Pali
h	3.97	2.5	4.88
D	1.75	9.6	1.2
L/D	2.269	3.84	4.06666667
Re	5.97E+06	3.28E+07	4.09E+06
forma	smussata	rettangolare	circolare
Cd	0.35	1.18	0.35
p	1.6279375	5.488475	1.6279375
B	1.75	9.6	6
F	11.31	170.79	47.67
M	22.45	-213.49	-116.31

Secondo quanto prescritto nel capitolo 5.1.2.3 delle NTC18, le azioni caratteristiche idrostatiche devono essere combinate differientemente con le altre azioni variabili. Lo scalzamento ad esse associate, per tanto, dovrà essere valutato e verificato in entrambe le condizioni.

Nel caso specifico, l'effetto globale dell'azione idrostatica sui vari elementi strutturali risulta poco significativa. Quindi, tali combinazioni sono state implementate per la verifica geotecnica dei pali di fondazione, che vede una riduzione complessiva della sollecitazione ma anche della lunghezza portante del palo stesso.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P8</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

6. SOLLECITAZIONI

Come precedentemente descritto si è valutata la posizione del singolo convoglio per massimizzare la sollecitazione d'interesse. Questo ha portato alla definizione di tre configurazioni per la progettazione e verifica del pulvino, del fusto pila, della fondazione e dei pali. Di seguito si riportano le tabelle di tutte le combinazioni di carico, funzione delle suddette configurazioni.

6.1 Combinazioni di carico

6.1.1 Configurazione 1

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA						
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv	
A1_SLU_gr1_Treno_1	14950.6	616.613	747.834	622.402	3418.78	
A1_SLU_gr2_Scarico_2	10423.3	0	584.853	0	2859.65	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	14950.6	1233.23	497.692	899.878	2007.98	
A1_SLU_gr4_centrif_4	13979	986.58	612.8	719.902	2741.56	
A1_SLU_gr1+vento_5	14950.6	625.072	1222	622.402	5349.14	
A1_SLU_gr2+vento_6	10423.3	8.45994	1059.02	0	4790.02	
A1_SLU_gr3+vento_7	14950.6	1241.68	971.86	899.878	3938.34	
A1_SLU_gr4+vento_8	13979	995.04	1086.97	719.902	4671.93	
A1_SLU_vento_gr1_9	13979	507.39	1360.57	497.922	5939.7	
A1_SLU_vento_gr2_10	10357.2	14.0999	1256.26	0	5504.13	
A1_SLU_vento_gr3_11	13979	1000.68	1160.45	719.902	4811.06	
A1_SLU_vento_gr4_12	13979	1000.68	1403.08	719.902	5958.83	
SLE_rar_gr1_Treno_14	10483.7	425.25	473.874	429.243	2338.94	
SLE_rar_gr2_Scarico_15	7361.47	0	398.94	0	1970.19	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	10483.7	850.5	301.362	620.605	1365.97	
SLE_rar_gr4_centrif_17	9813.66	680.4	388.788	496.484	1875.51	
SLE_rar_gr1+vento_18	10483.7	430.89	789.986	429.243	3625.84	
SLE_rar_gr2+vento_19	7361.47	5.63996	715.052	0	3257.1	
SLE_rar_gr3+vento_20	10483.7	856.14	617.475	620.605	2652.88	
SLE_rar_gr4+vento_21	9813.66	686.04	704.9	496.484	3162.42	
SLE_rar_vento_gr1_22	9813.66	349.6	893.088	343.394	4010.21	
SLE_rar_vento_gr2_23	7315.87	9.39993	845.13	0	3720.61	
SLE_rar_vento_gr3_24	9813.66	689.8	755.079	496.484	3231.83	
SLE_rar_vento_gr4_25	9813.66	689.8	915.642	496.484	4020.35	

SLE_fre_gr1_Treno_27	9813.66	340.2	351.198	343.394	1858.59
SLE_fre_gr2_Scarico_28	7315.87	0	311.234	0	1572.59
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	9813.66	680.4	213.189	496.484	1080.22
SLE_fre_gr4_centrif_30	9813.66	680.4	369.993	496.484	1867.05
SLE_fre_gr1+vento_31	9813.66	342.08	456.569	343.394	2287.56
SLE_fre_gr2+vento_32	7315.87	1.87999	416.604	0	2001.56
SLE_fre_gr3+vento_33	9813.66	682.28	318.56	496.484	1509.19
SLE_fre_gr4+vento_34	9813.66	682.28	475.364	496.484	2296.02
SLE_fre_vento_gr1_35	7133.47	4.69997	303.798	0	1090.59
SLE_fre_vento_gr2_36	7133.47	4.69997	303.798	0	1090.59
SLE_fre_vento_gr3_37	7133.47	4.69997	303.798	0	1090.59
SLE_fre_vento_gr4_38	7133.47	4.69997	303.798	0	1090.59
SLE_fre_gr1_temp39	7133.47	1.87999	153.816	0	450.769
SLE_fre_gr2_temp40	7133.47	1.87999	153.816	0	450.769
SLE_fre_gr3_temp41	7133.47	1.87999	153.816	0	450.769
SLE_fre_gr3_temp42	7133.47	1.87999	153.816	0	450.769
SLE_qp_gr1_Treno_44	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_Scarico_45	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr4_centrif_47	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_48	7133.47	1.87999	145.742	0	447.136
SLE_qp_gr2+vento_49	7133.47	1.87999	145.742	0	447.136
SLE_qp_gr3+vento_50	7133.47	1.87999	145.742	0	447.136
SLE_qp_gr4+vento_51	7133.47	1.87999	145.742	0	447.136
SLE_qp_vento_gr1_52	7133.47	1.87999	145.742	0	447.136
SLE_qp_vento_gr2_53	7133.47	1.87999	145.742	0	447.136
SLE_qp_vento_gr3_54	7133.47	1.87999	145.742	0	447.136
SLE_qp_vento_gr4_55	7133.47	1.87999	145.742	0	447.136
SLE_qp_gr1_temp56	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_temp57	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp58	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp59	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
E_103x_SLV_q=1.5_60	7540.55	2966.29	988.466	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	7540.55	891.203	2954.82	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	8490.39	891.203	988.466	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	7540.55	3262.73	1072.74	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	7540.55	980.135	3235.73	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	8490.39	980.135	1072.74	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	7540.55	4442.07	1407.75	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	7540.55	1333.94	4352.43	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	8490.39	1333.94	1407.75	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	7237.55	1749.95	642.611	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	7237.55	526.301	1801.97	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	7480.4	526.301	642.611	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	20929.6	616.613	747.834	7590.12	11869.3
A1_SLU_gr2_Scarico_2	16402.4	0	584.853	0	9468.49
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	20929.6	1233.23	497.692	14835.3	7631.9
A1_SLU_gr4_centrif_4	19958	986.58	612.8	11868.3	9666.21
A1_SLU_gr1+vento_5	20929.6	625.072	1222	7685.72	19157.8
A1_SLU_gr2+vento_6	16402.4	8.45994	1059.02	95.5973	16757
A1_SLU_gr3+vento_7	20929.6	1241.68	971.86	14930.9	14920.4
A1_SLU_gr4+vento_8	19958	995.04	1086.97	11963.9	16954.7
A1_SLU_vento_gr1_9	19958	507.39	1360.57	6231.43	21314.1
A1_SLU_vento_gr2_10	16336.2	14.0999	1256.26	159.329	19699.9
A1_SLU_vento_gr3_11	19958	1000.68	1160.45	12027.6	17924.2
A1_SLU_vento_gr4_12	19958	1000.68	1403.08	12027.6	21813.6
SLE_rar_gr1_Treno_14	14912.6	425.25	473.874	5234.57	7693.71
SLE_rar_gr2_Scarico_15	11790.4	0	398.94	0	6478.22
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	14912.6	850.5	301.362	10231.3	4771.37
SLE_rar_gr4_centrif_17	14242.6	680.4	388.788	8185	6268.82
SLE_rar_gr1+vento_18	14912.6	430.89	789.986	5298.3	12552.7
SLE_rar_gr2+vento_19	11790.4	5.63996	715.052	63.7315	11337.2
SLE_rar_gr3+vento_20	14912.6	856.14	617.475	10295	9630.34
SLE_rar_gr4+vento_21	14242.6	686.04	704.9	8248.74	11127.8
SLE_rar_vento_gr1_22	14242.6	349.6	893.088	4293.87	14102.1
SLE_rar_vento_gr2_23	11744.8	9.39993	845.13	106.219	13270.6
SLE_rar_vento_gr3_24	14242.6	689.8	755.079	8291.22	11764.2
SLE_rar_vento_gr4_25	14242.6	689.8	915.642	8291.22	14367.1
SLE_fre_gr1_Treno_27	14242.6	340.2	351.198	4187.65	5827.13
SLE_fre_gr2_Scarico_28	11744.8	0	311.234	0	5089.53
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	14242.6	680.4	213.189	8185	3489.26
SLE_fre_gr4_centrif_30	14242.6	680.4	369.993	8185	6047.97
SLE_fre_gr1+vento_31	14242.6	342.08	456.569	4208.9	7446.79
SLE_fre_gr2+vento_32	11744.8	1.87999	416.604	21.2438	6709.19
SLE_fre_gr3+vento_33	14242.6	682.28	318.56	8206.25	5108.92
SLE_fre_gr4+vento_34	14242.6	682.28	475.364	8206.25	7667.63
SLE_fre_vento_gr1_35	11562.4	4.69997	303.798	53.1096	4523.5

SLE_fre_vento_gr2_36	11562.4	4.69997	303.798	53.1096	4523.5
SLE_fre_vento_gr3_37	11562.4	4.69997	303.798	53.1096	4523.5
SLE_fre_vento_gr4_38	11562.4	4.69997	303.798	53.1096	4523.5
SLE_fre_gr1_temp39	11562.4	1.87999	153.816	21.2438	2188.89
SLE_fre_gr2_temp40	11562.4	1.87999	153.816	21.2438	2188.89
SLE_fre_gr3_temp41	11562.4	1.87999	153.816	21.2438	2188.89
SLE_fre_gr3_temp42	11562.4	1.87999	153.816	21.2438	2188.89
SLE_qp_gr1_Treno_44	11562.4	0	40.3709	0	474.359
SLE_qp_gr2_Scarico_45	11562.4	0	40.3709	0	474.359
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	11562.4	0	40.3709	0	474.359
SLE_qp_gr4_centrif_47	11562.4	0	40.3709	0	474.359
SLE_qp_gr1+vento_48	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02
SLE_qp_gr2+vento_49	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02
SLE_qp_gr3+vento_50	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02
SLE_qp_gr4+vento_51	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02
SLE_qp_vento_gr1_52	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02
SLE_qp_vento_gr2_53	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02
SLE_qp_vento_gr3_54	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02
SLE_qp_vento_gr4_55	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02
SLE_qp_gr1_temp56	11562.4	0	40.3709	0	474.359
SLE_qp_gr2_temp57	11562.4	0	40.3709	0	474.359
SLE_qp_gr3_temp58	11562.4	0	40.3709	0	474.359
SLE_qp_gr3_temp59	11562.4	0	40.3709	0	474.359
E_103x_SLV_q=1.5_60	11969.5	2966.29	988.466	31480.9	11344.6
E_103y_SLV_q=1.5_61	11969.5	891.203	2954.82	9444.28	36771.9
E_103z_SLV_q=1.5_62	12919.3	891.203	988.466	9444.28	11344.6
E_103x_SLV_q=1.36_63	11969.5	3262.73	1072.74	34629	12434.3
E_103y_SLV_q=1.36_64	11969.5	980.135	3235.73	10388.7	40404.4
E_103z_SLV_q=1.36_65	12919.3	980.135	1072.74	10388.7	12434.3
E_103x_SLV_q=1_66	11969.5	4442.07	1407.75	47167.3	16774.4
E_103y_SLV_q=1_67	11969.5	1333.94	4352.43	14150.2	54871.3
E_103z_SLV_q=1_68	12919.3	1333.94	1407.75	14150.2	16774.4
E_103x_SLD_q=1_69	11666.5	1749.95	642.611	18568.2	6874.65
E_103y_SLD_q=1_70	11666.5	526.301	1801.97	5570.45	21872.2
E_103z_SLD_q=1_71	11909.3	526.301	642.611	5570.45	6874.65

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	31881.3	616.613	747.834	9131.65	13738.9
A1_SLU_gr2_Scarico_2	27354	0	584.853	0	10930.6
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	31881.3	1233.23	497.692	17918.4	8876.13
A1_SLU_gr4_centrif_4	30909.7	986.58	612.8	14334.7	11198.2
A1_SLU_gr1+vento_5	31881.3	625.072	1222	9248.4	22212.8
A1_SLU_gr2+vento_6	27354	8.45994	1059.02	116.747	19404.5
A1_SLU_gr3+vento_7	31881.3	1241.68	971.86	18035.1	17350
A1_SLU_gr4+vento_8	30909.7	995.04	1086.97	14451.5	19672.1
A1_SLU_vento_gr1_9	30909.7	507.39	1360.57	7499.9	24715.5
A1_SLU_vento_gr2_10	27287.9	14.0999	1256.26	194.579	22840.5
A1_SLU_vento_gr3_11	30909.7	1000.68	1160.45	14529.3	20825.3
A1_SLU_vento_gr4_12	30909.7	1000.68	1403.08	14529.3	25321.3
SLE_rar_gr1_Treno_14	23025	425.25	473.874	6297.69	8878.4
SLE_rar_gr2_Scarico_15	19902.7	0	398.94	0	7475.57
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	23025	850.5	301.362	12357.5	5524.77
SLE_rar_gr4_centrif_17	22354.9	680.4	388.788	9886	7240.79
SLE_rar_gr1+vento_18	23025	430.89	789.986	6375.52	14527.7
SLE_rar_gr2+vento_19	19902.7	5.63996	715.052	77.8314	13124.8
SLE_rar_gr3+vento_20	23025	856.14	617.475	12435.3	11174
SLE_rar_gr4+vento_21	22354.9	686.04	704.9	9963.84	12890
SLE_rar_vento_gr1_22	22354.9	349.6	893.088	5167.87	16334.8
SLE_rar_vento_gr2_23	19857.1	9.39993	845.13	129.719	15383.4
SLE_rar_vento_gr3_24	22354.9	689.8	755.079	10015.7	13651.9
SLE_rar_vento_gr4_25	22354.9	689.8	915.642	10015.7	16656.2
SLE_fre_gr1_Treno_27	22354.9	340.2	351.198	5038.15	6705.13
SLE_fre_gr2_Scarico_28	19857.1	0	311.234	0	5867.61
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	22354.9	680.4	213.189	9886	4022.23
SLE_fre_gr4_centrif_30	22354.9	680.4	369.993	9886	6972.96
SLE_fre_gr1+vento_31	22354.9	342.08	456.569	5064.1	8588.21
SLE_fre_gr2+vento_32	19857.1	1.87999	416.604	25.9438	7750.7
SLE_fre_gr3+vento_33	22354.9	682.28	318.56	9911.95	5905.32
SLE_fre_gr4+vento_34	22354.9	682.28	475.364	9911.95	8856.04
SLE_fre_vento_gr1_35	19674.7	4.69997	303.798	64.8595	5283
SLE_fre_vento_gr2_36	19674.7	4.69997	303.798	64.8595	5283

SLE_fre_vento_gr3_37	19674.7	4.69997	303.798	64.8595	5283
SLE_fre_vento_gr4_38	19674.7	4.69997	303.798	64.8595	5283
SLE_fre_gr1_temp39	19674.7	1.87999	153.816	25.9438	2573.43
SLE_fre_gr2_temp40	19674.7	1.87999	153.816	25.9438	2573.43
SLE_fre_gr3_temp41	19674.7	1.87999	153.816	25.9438	2573.43
SLE_fre_gr3_temp42	19674.7	1.87999	153.816	25.9438	2573.43
SLE_qp_gr1_Treno_44	19674.7	0	40.3709	0	575.286
SLE_qp_gr2_Scarico_45	19674.7	0	40.3709	0	575.286
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	19674.7	0	40.3709	0	575.286
SLE_qp_gr4_centrif_47	19674.7	0	40.3709	0	575.286
SLE_qp_gr1+vento_48	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37
SLE_qp_gr2+vento_49	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37
SLE_qp_gr3+vento_50	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37
SLE_qp_gr4+vento_51	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37
SLE_qp_vento_gr1_52	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37
SLE_qp_vento_gr2_53	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37
SLE_qp_vento_gr3_54	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37
SLE_qp_vento_gr4_55	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37
SLE_qp_gr1_temp56	19674.7	0	40.3709	0	575.286
SLE_qp_gr2_temp57	19674.7	0	40.3709	0	575.286
SLE_qp_gr3_temp58	19674.7	0	40.3709	0	575.286
SLE_qp_gr3_temp59	19674.7	0	40.3709	0	575.286
E_103x_SLV_q=1.5_60	20194.2	3876.57	1261.55	41172.4	14498.4
E_103y_SLV_q=1.5_61	20194.2	1801.49	3227.91	13948	44841.7
E_103z_SLV_q=1.5_62	21406.2	1801.49	1261.55	13948	14498.4
E_103x_SLV_q=1.36_63	20194.2	4173.01	1345.82	45061.6	15798.9
E_103y_SLV_q=1.36_64	20194.2	1890.42	3508.81	15114.8	49176.4
E_103z_SLV_q=1.36_65	21406.2	1890.42	1345.82	15114.8	15798.9
E_103x_SLV_q=1_66	20194.2	5352.35	1680.83	60548.1	20976.5
E_103y_SLV_q=1_67	20194.2	2244.22	4625.52	19760.7	66435.1
E_103z_SLV_q=1_68	21406.2	2244.22	1680.83	19760.7	20976.5
E_103x_SLD_q=1_69	19818.5	2204.73	779.045	24080	8822.26
E_103y_SLD_q=1_70	19818.5	981.082	1938.41	8023.16	26718.2
E_103z_SLD_q=1_71	20153.9	981.082	779.045	8023.16	8822.26

6.1.2 Configurazione 2

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	13073.1	616.613	680.246	3853.96	3200.62
A1_SLU_gr2_Scarico_73	10423.3	0	584.853	0	2859.65
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	13073.1	1233.23	430.104	4131.43	1789.82
A1_SLU_gr4_centrif_75	12477.1	986.58	558.73	3305.15	2567.04
A1_SLU_gr1+vento_76	13073.1	625.072	1154.41	3853.96	5130.98
A1_SLU_gr2+vento_77	10423.3	8.45994	1059.02	0	4790.02
A1_SLU_gr3+vento_78	13073.1	1241.68	904.272	4131.43	3720.18
A1_SLU_gr4+vento_79	12477.1	995.04	1032.9	3305.15	4497.4
A1_SLU_vento_gr1_80	12477.1	507.39	1317.31	3083.17	5770.04
A1_SLU_vento_gr2_81	10357.2	14.0999	1256.26	0	5504.13
A1_SLU_vento_gr3_82	12477.1	1000.68	1117.2	3305.15	4641.4
A1_SLU_vento_gr4_83	12477.1	1000.68	1349.01	3305.15	5784.31
SLE_rar_gr1_Treno_85	9188.92	425.25	442.799	2657.9	2195.47
SLE_rar_gr2_Scarico_86	7361.47	0	398.94	0	1970.19
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	9188.92	850.5	270.287	2849.27	1222.51
SLE_rar_gr4_centrif_88	8777.83	680.4	363.928	2279.41	1760.74
SLE_rar_gr1+vento_89	9188.92	430.89	758.911	2657.9	3482.38
SLE_rar_gr2+vento_90	7361.47	5.63996	715.052	0	3257.1
SLE_rar_gr3+vento_91	9188.92	856.14	586.4	2849.27	2509.42
SLE_rar_gr4+vento_92	8777.83	686.04	680.04	2279.41	3047.65
SLE_rar_vento_gr1_93	8777.83	349.6	873.2	2126.32	3897.67
SLE_rar_vento_gr2_94	7315.87	9.39993	845.13	0	3720.61
SLE_rar_vento_gr3_95	8777.83	689.8	735.191	2279.41	3119.3
SLE_rar_vento_gr4_96	8777.83	689.8	890.782	2279.41	3905.58
SLE_fre_gr1_Treno_98	8777.83	340.2	334.625	2126.32	1747.55
SLE_fre_gr2_Scarico_99	7315.87	0	311.234	0	1572.59
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	8777.83	680.4	196.616	2279.41	969.181
SLE_fre_gr4_centrif_101	8777.83	680.4	349.277	2279.41	1754.15
SLE_fre_gr1+vento_102	8777.83	342.08	439.996	2126.32	2176.52
SLE_fre_gr2+vento_103	7315.87	1.87999	416.604	0	2001.56
SLE_fre_gr3+vento_104	8777.83	682.28	301.986	2279.41	1398.15
SLE_fre_gr4+vento_105	8777.83	682.28	454.647	2279.41	2183.12

SLE_fre_vento_gr1_106	7133.47	4.69997	303.798	0	1090.59
SLE_fre_vento_gr2_107	7133.47	4.69997	303.798	0	1090.59
SLE_fre_vento_gr3_108	7133.47	4.69997	303.798	0	1090.59
SLE_fre_vento_gr4_109	7133.47	4.69997	303.798	0	1090.59
SLE_fre_gr1_temp110	7133.47	1.87999	153.816	0	450.769
SLE_fre_gr2_temp111	7133.47	1.87999	153.816	0	450.769
SLE_fre_gr3_temp112	7133.47	1.87999	153.816	0	450.769
SLE_fre_gr3_temp113	7133.47	1.87999	153.816	0	450.769
SLE_qp_gr1_Treno_115	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_Scarico_116	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr4_centrif_118	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_119	7133.47	1.87999	145.742	0	447.136
SLE_qp_gr2+vento_120	7133.47	1.87999	145.742	0	447.136
SLE_qp_gr3+vento_121	7133.47	1.87999	145.742	0	447.136
SLE_qp_gr4+vento_122	7133.47	1.87999	145.742	0	447.136
SLE_qp_vento_gr1_123	7133.47	1.87999	145.742	0	447.136
SLE_qp_vento_gr2_124	7133.47	1.87999	145.742	0	447.136
SLE_qp_vento_gr3_125	7133.47	1.87999	145.742	0	447.136
SLE_qp_vento_gr4_126	7133.47	1.87999	145.742	0	447.136
SLE_qp_gr1_temp127	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_temp128	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp129	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp130	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
E_103x_SLV_q=1.5_131	7540.55	2966.29	988.466	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	7540.55	891.203	2954.82	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	8490.39	891.203	988.466	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	7540.55	3262.73	1072.74	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	7540.55	980.135	3235.73	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	8490.39	980.135	1072.74	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	7540.55	4442.07	1407.75	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	7540.55	1333.94	4352.43	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	8490.39	1333.94	1407.75	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	7251.43	2146.83	705.4	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	7251.43	645.364	2011.27	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	7526.68	645.364	705.4	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	19052.2	616.613	680.246	10821.7	10887.4
A1_SLU_gr2_Scarico_73	16402.4	0	584.853	0	9468.49
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	19052.2	1233.23	430.104	18066.9	6650
A1_SLU_gr4_centrif_75	18456.1	986.58	558.73	14453.5	8880.69
A1_SLU_gr1+vento_76	19052.2	625.072	1154.41	10917.3	18175.9
A1_SLU_gr2+vento_77	16402.4	8.45994	1059.02	95.5973	16757
A1_SLU_gr3+vento_78	19052.2	1241.68	904.272	18162.5	13938.5
A1_SLU_gr4+vento_79	18456.1	995.04	1032.9	14549.1	16169.1
A1_SLU_vento_gr1_80	18456.1	507.39	1317.31	8816.67	20655.6
A1_SLU_vento_gr2_81	16336.2	14.0999	1256.26	159.329	19699.9
A1_SLU_vento_gr3_82	18456.1	1000.68	1117.2	14612.8	17265.7
A1_SLU_vento_gr4_83	18456.1	1000.68	1349.01	14612.8	21028.1
SLE_rar_gr1_Treno_85	13617.8	425.25	442.799	7463.23	7199.1
SLE_rar_gr2_Scarico_86	11790.4	0	398.94	0	6478.22
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	13617.8	850.5	270.287	12459.9	4276.76
SLE_rar_gr4_centrif_88	13206.7	680.4	363.928	9967.93	5873.13
SLE_rar_gr1+vento_89	13617.8	430.89	758.911	7526.96	12058.1
SLE_rar_gr2+vento_90	11790.4	5.63996	715.052	63.7315	11337.2
SLE_rar_gr3+vento_91	13617.8	856.14	586.4	12523.6	9135.73
SLE_rar_gr4+vento_92	13206.7	686.04	680.04	10031.7	10732.1
SLE_rar_vento_gr1_93	13206.7	349.6	873.2	6076.8	13764.8
SLE_rar_vento_gr2_94	11744.8	9.39993	845.13	106.219	13270.6
SLE_rar_vento_gr3_95	13206.7	689.8	735.191	10074.2	11427
SLE_rar_vento_gr4_96	13206.7	689.8	890.782	10074.2	13971.4
SLE_fre_gr1_Treno_98	13206.7	340.2	334.625	5970.58	5528.81
SLE_fre_gr2_Scarico_99	11744.8	0	311.234	0	5089.53
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	13206.7	680.4	196.616	9967.93	3190.94
SLE_fre_gr4_centrif_101	13206.7	680.4	349.277	9967.93	5700.97
SLE_fre_gr1+vento_102	13206.7	342.08	439.996	5991.83	7148.47
SLE_fre_gr2+vento_103	11744.8	1.87999	416.604	21.2438	6709.19
SLE_fre_gr3+vento_104	13206.7	682.28	301.986	9989.18	4810.6
SLE_fre_gr4+vento_105	13206.7	682.28	454.647	9989.18	7320.63
SLE_fre_vento_gr1_106	11562.4	4.69997	303.798	53.1096	4523.5

SLE_fre_vento_gr2_107	11562.4	4.69997	303.798	53.1096	4523.5
SLE_fre_vento_gr3_108	11562.4	4.69997	303.798	53.1096	4523.5
SLE_fre_vento_gr4_109	11562.4	4.69997	303.798	53.1096	4523.5
SLE_fre_gr1_temp110	11562.4	1.87999	153.816	21.2438	2188.89
SLE_fre_gr2_temp111	11562.4	1.87999	153.816	21.2438	2188.89
SLE_fre_gr3_temp112	11562.4	1.87999	153.816	21.2438	2188.89
SLE_fre_gr3_temp113	11562.4	1.87999	153.816	21.2438	2188.89
SLE_qp_gr1_Treno_115	11562.4	0	40.3709	0	474.359
SLE_qp_gr2_Scarico_116	11562.4	0	40.3709	0	474.359
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	11562.4	0	40.3709	0	474.359
SLE_qp_gr4_centrif_118	11562.4	0	40.3709	0	474.359
SLE_qp_gr1+vento_119	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02
SLE_qp_gr2+vento_120	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02
SLE_qp_gr3+vento_121	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02
SLE_qp_gr4+vento_122	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02
SLE_qp_vento_gr1_123	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02
SLE_qp_vento_gr2_124	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02
SLE_qp_vento_gr3_125	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02
SLE_qp_vento_gr4_126	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02
SLE_qp_gr1_temp127	11562.4	0	40.3709	0	474.359
SLE_qp_gr2_temp128	11562.4	0	40.3709	0	474.359
SLE_qp_gr3_temp129	11562.4	0	40.3709	0	474.359
SLE_qp_gr3_temp130	11562.4	0	40.3709	0	474.359
E_103x_SLV_q=1.5_131	11969.5	2966.29	988.466	31480.9	11344.6
E_103y_SLV_q=1.5_132	11969.5	891.203	2954.82	9444.28	36771.9
E_103z_SLV_q=1.5_133	12919.3	891.203	988.466	9444.28	11344.6
E_103x_SLV_q=1.36_134	11969.5	3262.73	1072.74	34629	12434.3
E_103y_SLV_q=1.36_135	11969.5	980.135	3235.73	10388.7	40404.4
E_103z_SLV_q=1.36_136	12919.3	980.135	1072.74	10388.7	12434.3
E_103x_SLV_q=1_137	11969.5	4442.07	1407.75	47167.3	16774.4
E_103y_SLV_q=1_138	11969.5	1333.94	4352.43	14150.2	54871.3
E_103z_SLV_q=1_139	12919.3	1333.94	1407.75	14150.2	16774.4
E_103x_SLD_q=1_140	11680.3	2146.83	705.4	25270.1	8474.59
E_103y_SLD_q=1_141	11680.3	645.364	2011.27	7581.03	27205.3
E_103z_SLD_q=1_142	11955.6	645.364	705.4	7581.03	8474.59

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	30003.9	616.613	680.246	12363.2	12588
A1_SLU_gr2_Scarico_73	27354	0	584.853	0	10930.6
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	30003.9	1233.23	430.104	21149.9	7725.26
A1_SLU_gr4_centrif_75	29407.8	986.58	558.73	16920	10277.5
A1_SLU_gr1+vento_76	30003.9	625.072	1154.41	12480	21061.9
A1_SLU_gr2+vento_77	27354	8.45994	1059.02	116.747	19404.5
A1_SLU_gr3+vento_78	30003.9	1241.68	904.272	21266.7	16199.1
A1_SLU_gr4+vento_79	29407.8	995.04	1032.9	17036.7	18751.4
A1_SLU_vento_gr1_80	29407.8	507.39	1317.31	10085.1	23948.9
A1_SLU_vento_gr2_81	27287.9	14.0999	1256.26	194.579	22840.5
A1_SLU_vento_gr3_82	29407.8	1000.68	1117.2	17114.5	20058.7
A1_SLU_vento_gr4_83	29407.8	1000.68	1349.01	17114.5	24400.6
SLE_rar_gr1_Treno_85	21730.2	425.25	442.799	8526.35	8306.1
SLE_rar_gr2_Scarico_86	19902.7	0	398.94	0	7475.57
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	21730.2	850.5	270.287	14586.2	4952.48
SLE_rar_gr4_centrif_88	21319.1	680.4	363.928	11668.9	6782.95
SLE_rar_gr1+vento_89	21730.2	430.89	758.911	8604.18	13955.4
SLE_rar_gr2+vento_90	19902.7	5.63996	715.052	77.8314	13124.8
SLE_rar_gr3+vento_91	21730.2	856.14	586.4	14664	10601.7
SLE_rar_gr4+vento_92	21319.1	686.04	680.04	11746.8	12432.2
SLE_rar_vento_gr1_93	21319.1	349.6	873.2	6950.8	15947.8
SLE_rar_vento_gr2_94	19857.1	9.39993	845.13	129.719	15383.4
SLE_rar_vento_gr3_95	21319.1	689.8	735.191	11798.7	13264.9
SLE_rar_vento_gr4_96	21319.1	689.8	890.782	11798.7	16198.4
SLE_fre_gr1_Treno_98	21319.1	340.2	334.625	6821.08	6365.38
SLE_fre_gr2_Scarico_99	19857.1	0	311.234	0	5867.61
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	21319.1	680.4	196.616	11668.9	3682.48
SLE_fre_gr4_centrif_101	21319.1	680.4	349.277	11668.9	6574.16
SLE_fre_gr1+vento_102	21319.1	342.08	439.996	6847.03	8248.46
SLE_fre_gr2+vento_103	19857.1	1.87999	416.604	25.9438	7750.7
SLE_fre_gr3+vento_104	21319.1	682.28	301.986	11694.9	5565.56
SLE_fre_gr4+vento_105	21319.1	682.28	454.647	11694.9	8457.25
SLE_fre_vento_gr1_106	19674.7	4.69997	303.798	64.8595	5283

SLE_fre_vento_gr2_107	19674.7	4.69997	303.798	64.8595	5283
SLE_fre_vento_gr3_108	19674.7	4.69997	303.798	64.8595	5283
SLE_fre_vento_gr4_109	19674.7	4.69997	303.798	64.8595	5283
SLE_fre_gr1_temp110	19674.7	1.87999	153.816	25.9438	2573.43
SLE_fre_gr2_temp111	19674.7	1.87999	153.816	25.9438	2573.43
SLE_fre_gr3_temp112	19674.7	1.87999	153.816	25.9438	2573.43
SLE_fre_gr3_temp113	19674.7	1.87999	153.816	25.9438	2573.43
SLE_qp_gr1_Treno_115	19674.7	0	40.3709	0	575.286
SLE_qp_gr2_Scarico_116	19674.7	0	40.3709	0	575.286
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	19674.7	0	40.3709	0	575.286
SLE_qp_gr4_centrif_118	19674.7	0	40.3709	0	575.286
SLE_qp_gr1+vento_119	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37
SLE_qp_gr2+vento_120	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37
SLE_qp_gr3+vento_121	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37
SLE_qp_gr4+vento_122	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37
SLE_qp_vento_gr1_123	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37
SLE_qp_vento_gr2_124	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37
SLE_qp_vento_gr3_125	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37
SLE_qp_vento_gr4_126	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37
SLE_qp_gr1_temp127	19674.7	0	40.3709	0	575.286
SLE_qp_gr2_temp128	19674.7	0	40.3709	0	575.286
SLE_qp_gr3_temp129	19674.7	0	40.3709	0	575.286
SLE_qp_gr3_temp130	19674.7	0	40.3709	0	575.286
E_103x_SLV_q=1.5_131	20194.2	3876.57	1261.55	41172.4	14498.4
E_103y_SLV_q=1.5_132	20194.2	1801.49	3227.91	13948	44841.7
E_103z_SLV_q=1.5_133	21406.2	1801.49	1261.55	13948	14498.4
E_103x_SLV_q=1.36_134	20194.2	4173.01	1345.82	45061.6	15798.9
E_103y_SLV_q=1.36_135	20194.2	1890.42	3508.81	15114.8	49176.4
E_103z_SLV_q=1.36_136	21406.2	1890.42	1345.82	15114.8	15798.9
E_103x_SLV_q=1_137	20194.2	5352.35	1680.83	60548.1	20976.5
E_103y_SLV_q=1_138	20194.2	2244.22	4625.52	19760.7	66435.1
E_103z_SLV_q=1_139	21406.2	2244.22	1680.83	19760.7	20976.5
E_103x_SLD_q=1_140	19832.4	2601.61	841.834	31774.1	10579.2
E_103y_SLD_q=1_141	19832.4	1100.14	2147.7	10331.4	32574.6
E_103z_SLD_q=1_142	20200.2	1100.14	841.834	10331.4	10579.2

6.1.3 Configurazione 3

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	14950.6	616.613	747.834	622.402	3418.78
A1_SLU_gr2_Scarico_144	10423.3	0	584.853	0	2859.65
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	14950.6	1233.23	497.692	899.878	2007.98
A1_SLU_gr4_centrif_146	13979	986.58	612.8	719.902	2741.56
A1_SLU_gr1+vento_147	14950.6	625.072	1222	622.402	5349.14
A1_SLU_gr2+vento_148	10423.3	8.45994	1059.02	0	4790.02
A1_SLU_gr3+vento_149	14950.6	1241.68	971.86	899.878	3938.34
A1_SLU_gr4+vento_150	13979	995.04	1086.97	719.902	4671.93
A1_SLU_vento_gr1_151	13979	507.39	1360.57	497.922	5939.7
A1_SLU_vento_gr2_152	10357.2	14.0999	1256.26	0	5504.13
A1_SLU_vento_gr3_153	13979	1000.68	1160.45	719.902	4811.06
A1_SLU_vento_gr4_154	13979	1000.68	1403.08	719.902	5958.83
SLE_rar_gr1_Treno_156	10483.7	425.25	473.874	429.243	2338.94
SLE_rar_gr2_Scarico_157	7361.47	0	398.94	0	1970.19
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	10483.7	850.5	301.362	620.605	1365.97
SLE_rar_gr4_centrif_159	9813.66	680.4	388.788	496.484	1875.51
SLE_rar_gr1+vento_160	10483.7	430.89	789.986	429.243	3625.84
SLE_rar_gr2+vento_161	7361.47	5.63996	715.052	0	3257.1
SLE_rar_gr3+vento_162	10483.7	856.14	617.475	620.605	2652.88
SLE_rar_gr4+vento_163	9813.66	686.04	704.9	496.484	3162.42
SLE_rar_vento_gr1_164	9813.66	349.6	893.088	343.394	4010.21
SLE_rar_vento_gr2_165	7315.87	9.39993	845.13	0	3720.61
SLE_rar_vento_gr3_166	9813.66	689.8	755.079	496.484	3231.83
SLE_rar_vento_gr4_167	9813.66	689.8	915.642	496.484	4020.35
SLE_fre_gr1_Treno_169	9813.66	340.2	351.198	343.394	1858.59
SLE_fre_gr2_Scarico_170	7315.87	0	311.234	0	1572.59
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	9813.66	680.4	213.189	496.484	1080.22
SLE_fre_gr4_centrif_172	9813.66	680.4	369.993	496.484	1867.05
SLE_fre_gr1+vento_173	9813.66	342.08	456.569	343.394	2287.56
SLE_fre_gr2+vento_174	7315.87	1.87999	416.604	0	2001.56
SLE_fre_gr3+vento_175	9813.66	682.28	318.56	496.484	1509.19
SLE_fre_gr4+vento_176	9813.66	682.28	475.364	496.484	2296.02
SLE_fre_vento_gr1_177	7133.47	4.69997	303.798	0	1090.59

SLE_fre_vento_gr2_178	7133.47	4.69997	303.798	0	1090.59
SLE_fre_vento_gr3_179	7133.47	4.69997	303.798	0	1090.59
SLE_fre_vento_gr4_180	7133.47	4.69997	303.798	0	1090.59
SLE_fre_gr1_temp181	7133.47	1.87999	153.816	0	450.769
SLE_fre_gr2_temp182	7133.47	1.87999	153.816	0	450.769
SLE_fre_gr3_temp183	7133.47	1.87999	153.816	0	450.769
SLE_fre_gr3_temp184	7133.47	1.87999	153.816	0	450.769
SLE_qp_gr1_Treno_186	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_Scarico_187	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr4_centrif_189	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_190	7133.47	1.87999	145.742	0	447.136
SLE_qp_gr2+vento_191	7133.47	1.87999	145.742	0	447.136
SLE_qp_gr3+vento_192	7133.47	1.87999	145.742	0	447.136
SLE_qp_gr4+vento_193	7133.47	1.87999	145.742	0	447.136
SLE_qp_vento_gr1_194	7133.47	1.87999	145.742	0	447.136
SLE_qp_vento_gr2_195	7133.47	1.87999	145.742	0	447.136
SLE_qp_vento_gr3_196	7133.47	1.87999	145.742	0	447.136
SLE_qp_vento_gr4_197	7133.47	1.87999	145.742	0	447.136
SLE_qp_gr1_temp198	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_temp199	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp200	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp201	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
E_103x_SLV_q=1.5_202	7540.55	2966.29	988.466	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	7540.55	891.203	2954.82	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	8490.39	891.203	988.466	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	7540.55	3262.73	1072.74	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	7540.55	980.135	3235.73	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	8490.39	980.135	1072.74	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	7540.55	4442.07	1407.75	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	7540.55	1333.94	4352.43	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	8490.39	1333.94	1407.75	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	7251.43	2146.83	705.4	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	7251.43	645.364	2011.27	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	7526.68	645.364	705.4	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	20929.6	616.613	747.834	7590.12	11869.3
A1_SLU_gr2_Scarico_144	16402.4	0	584.853	0	9468.49
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	20929.6	1233.23	497.692	14835.3	7631.9
A1_SLU_gr4_centrif_146	19958	986.58	612.8	11868.3	9666.21
A1_SLU_gr1+vento_147	20929.6	625.072	1222	7685.72	19157.8
A1_SLU_gr2+vento_148	16402.4	8.45994	1059.02	95.5973	16757
A1_SLU_gr3+vento_149	20929.6	1241.68	971.86	14930.9	14920.4
A1_SLU_gr4+vento_150	19958	995.04	1086.97	11963.9	16954.7
A1_SLU_vento_gr1_151	19958	507.39	1360.57	6231.43	21314.1
A1_SLU_vento_gr2_152	16336.2	14.0999	1256.26	159.329	19699.9
A1_SLU_vento_gr3_153	19958	1000.68	1160.45	12027.6	17924.2
A1_SLU_vento_gr4_154	19958	1000.68	1403.08	12027.6	21813.6
SLE_rar_gr1_Treno_156	14912.6	425.25	473.874	5234.57	7693.71
SLE_rar_gr2_Scarico_157	11790.4	0	398.94	0	6478.22
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	14912.6	850.5	301.362	10231.3	4771.37
SLE_rar_gr4_centrif_159	14242.6	680.4	388.788	8185	6268.82
SLE_rar_gr1+vento_160	14912.6	430.89	789.986	5298.3	12552.7
SLE_rar_gr2+vento_161	11790.4	5.63996	715.052	63.7315	11337.2
SLE_rar_gr3+vento_162	14912.6	856.14	617.475	10295	9630.34
SLE_rar_gr4+vento_163	14242.6	686.04	704.9	8248.74	11127.8
SLE_rar_vento_gr1_164	14242.6	349.6	893.088	4293.87	14102.1
SLE_rar_vento_gr2_165	11744.8	9.39993	845.13	106.219	13270.6
SLE_rar_vento_gr3_166	14242.6	689.8	755.079	8291.22	11764.2
SLE_rar_vento_gr4_167	14242.6	689.8	915.642	8291.22	14367.1
SLE_fre_gr1_Treno_169	14242.6	340.2	351.198	4187.65	5827.13
SLE_fre_gr2_Scarico_170	11744.8	0	311.234	0	5089.53
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	14242.6	680.4	213.189	8185	3489.26
SLE_fre_gr4_centrif_172	14242.6	680.4	369.993	8185	6047.97
SLE_fre_gr1+vento_173	14242.6	342.08	456.569	4208.9	7446.79
SLE_fre_gr2+vento_174	11744.8	1.87999	416.604	21.2438	6709.19
SLE_fre_gr3+vento_175	14242.6	682.28	318.56	8206.25	5108.92
SLE_fre_gr4+vento_176	14242.6	682.28	475.364	8206.25	7667.63
SLE_fre_vento_gr1_177	11562.4	4.69997	303.798	53.1096	4523.5

SLE_fre_vento_gr2_178	11562.4	4.69997	303.798	53.1096	4523.5
SLE_fre_vento_gr3_179	11562.4	4.69997	303.798	53.1096	4523.5
SLE_fre_vento_gr4_180	11562.4	4.69997	303.798	53.1096	4523.5
SLE_fre_gr1_temp181	11562.4	1.87999	153.816	21.2438	2188.89
SLE_fre_gr2_temp182	11562.4	1.87999	153.816	21.2438	2188.89
SLE_fre_gr3_temp183	11562.4	1.87999	153.816	21.2438	2188.89
SLE_fre_gr3_temp184	11562.4	1.87999	153.816	21.2438	2188.89
SLE_qp_gr1_Treno_186	11562.4	0	40.3709	0	474.359
SLE_qp_gr2_Scarico_187	11562.4	0	40.3709	0	474.359
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	11562.4	0	40.3709	0	474.359
SLE_qp_gr4_centrif_189	11562.4	0	40.3709	0	474.359
SLE_qp_gr1+vento_190	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02
SLE_qp_gr2+vento_191	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02
SLE_qp_gr3+vento_192	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02
SLE_qp_gr4+vento_193	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02
SLE_qp_vento_gr1_194	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02
SLE_qp_vento_gr2_195	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02
SLE_qp_vento_gr3_196	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02
SLE_qp_vento_gr4_197	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02
SLE_qp_gr1_temp198	11562.4	0	40.3709	0	474.359
SLE_qp_gr2_temp199	11562.4	0	40.3709	0	474.359
SLE_qp_gr3_temp200	11562.4	0	40.3709	0	474.359
SLE_qp_gr3_temp201	11562.4	0	40.3709	0	474.359
E_103x_SLV_q=1.5_202	11969.5	2966.29	988.466	31480.9	11344.6
E_103y_SLV_q=1.5_203	11969.5	891.203	2954.82	9444.28	36771.9
E_103z_SLV_q=1.5_204	12919.3	891.203	988.466	9444.28	11344.6
E_103x_SLV_q=1.36_205	11969.5	3262.73	1072.74	34629	12434.3
E_103y_SLV_q=1.36_206	11969.5	980.135	3235.73	10388.7	40404.4
E_103z_SLV_q=1.36_207	12919.3	980.135	1072.74	10388.7	12434.3
E_103x_SLV_q=1_208	11969.5	4442.07	1407.75	47167.3	16774.4
E_103y_SLV_q=1_209	11969.5	1333.94	4352.43	14150.2	54871.3
E_103z_SLV_q=1_210	12919.3	1333.94	1407.75	14150.2	16774.4
E_103x_SLD_q=1_211	11680.3	2146.83	705.4	25270.1	8474.59
E_103y_SLD_q=1_212	11680.3	645.364	2011.27	7581.03	27205.3
E_103z_SLD_q=1_213	11955.6	645.364	705.4	7581.03	8474.59

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	31881.3	616.613	747.834	9131.65	13738.9
A1_SLU_gr2_Scarico_144	27354	0	584.853	0	10930.6
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	31881.3	1233.23	497.692	17918.4	8876.13
A1_SLU_gr4_centrif_146	30909.7	986.58	612.8	14334.7	11198.2
A1_SLU_gr1+vento_147	31881.3	625.072	1222	9248.4	22212.8
A1_SLU_gr2+vento_148	27354	8.45994	1059.02	116.747	19404.5
A1_SLU_gr3+vento_149	31881.3	1241.68	971.86	18035.1	17350
A1_SLU_gr4+vento_150	30909.7	995.04	1086.97	14451.5	19672.1
A1_SLU_vento_gr1_151	30909.7	507.39	1360.57	7499.9	24715.5
A1_SLU_vento_gr2_152	27287.9	14.0999	1256.26	194.579	22840.5
A1_SLU_vento_gr3_153	30909.7	1000.68	1160.45	14529.3	20825.3
A1_SLU_vento_gr4_154	30909.7	1000.68	1403.08	14529.3	25321.3
SLE_rar_gr1_Treno_156	23025	425.25	473.874	6297.69	8878.4
SLE_rar_gr2_Scarico_157	19902.7	0	398.94	0	7475.57
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	23025	850.5	301.362	12357.5	5524.77
SLE_rar_gr4_centrif_159	22354.9	680.4	388.788	9886	7240.79
SLE_rar_gr1+vento_160	23025	430.89	789.986	6375.52	14527.7
SLE_rar_gr2+vento_161	19902.7	5.63996	715.052	77.8314	13124.8
SLE_rar_gr3+vento_162	23025	856.14	617.475	12435.3	11174
SLE_rar_gr4+vento_163	22354.9	686.04	704.9	9963.84	12890
SLE_rar_vento_gr1_164	22354.9	349.6	893.088	5167.87	16334.8
SLE_rar_vento_gr2_165	19857.1	9.39993	845.13	129.719	15383.4
SLE_rar_vento_gr3_166	22354.9	689.8	755.079	10015.7	13651.9
SLE_rar_vento_gr4_167	22354.9	689.8	915.642	10015.7	16656.2
SLE_fre_gr1_Treno_169	22354.9	340.2	351.198	5038.15	6705.13
SLE_fre_gr2_Scarico_170	19857.1	0	311.234	0	5867.61
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	22354.9	680.4	213.189	9886	4022.23
SLE_fre_gr4_centrif_172	22354.9	680.4	369.993	9886	6972.96
SLE_fre_gr1+vento_173	22354.9	342.08	456.569	5064.1	8588.21
SLE_fre_gr2+vento_174	19857.1	1.87999	416.604	25.9438	7750.7
SLE_fre_gr3+vento_175	22354.9	682.28	318.56	9911.95	5905.32
SLE_fre_gr4+vento_176	22354.9	682.28	475.364	9911.95	8856.04
SLE_fre_vento_gr1_177	19674.7	4.69997	303.798	64.8595	5283

SLE_fre_vento_gr2_178	19674.7	4.69997	303.798	64.8595	5283
SLE_fre_vento_gr3_179	19674.7	4.69997	303.798	64.8595	5283
SLE_fre_vento_gr4_180	19674.7	4.69997	303.798	64.8595	5283
SLE_fre_gr1_temp181	19674.7	1.87999	153.816	25.9438	2573.43
SLE_fre_gr2_temp182	19674.7	1.87999	153.816	25.9438	2573.43
SLE_fre_gr3_temp183	19674.7	1.87999	153.816	25.9438	2573.43
SLE_fre_gr3_temp184	19674.7	1.87999	153.816	25.9438	2573.43
SLE_qp_gr1_Treno_186	19674.7	0	40.3709	0	575.286
SLE_qp_gr2_Scarico_187	19674.7	0	40.3709	0	575.286
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	19674.7	0	40.3709	0	575.286
SLE_qp_gr4_centrif_189	19674.7	0	40.3709	0	575.286
SLE_qp_gr1+vento_190	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37
SLE_qp_gr2+vento_191	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37
SLE_qp_gr3+vento_192	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37
SLE_qp_gr4+vento_193	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37
SLE_qp_vento_gr1_194	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37
SLE_qp_vento_gr2_195	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37
SLE_qp_vento_gr3_196	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37
SLE_qp_vento_gr4_197	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37
SLE_qp_gr1_temp198	19674.7	0	40.3709	0	575.286
SLE_qp_gr2_temp199	19674.7	0	40.3709	0	575.286
SLE_qp_gr3_temp200	19674.7	0	40.3709	0	575.286
SLE_qp_gr3_temp201	19674.7	0	40.3709	0	575.286
E_103x_SLV_q=1.5_202	20194.2	3876.57	1261.55	41172.4	14498.4
E_103y_SLV_q=1.5_203	20194.2	1801.49	3227.91	13948	44841.7
E_103z_SLV_q=1.5_204	21406.2	1801.49	1261.55	13948	14498.4
E_103x_SLV_q=1.36_205	20194.2	4173.01	1345.82	45061.6	15798.9
E_103y_SLV_q=1.36_206	20194.2	1890.42	3508.81	15114.8	49176.4
E_103z_SLV_q=1.36_207	21406.2	1890.42	1345.82	15114.8	15798.9
E_103x_SLV_q=1_208	20194.2	5352.35	1680.83	60548.1	20976.5
E_103y_SLV_q=1_209	20194.2	2244.22	4625.52	19760.7	66435.1
E_103z_SLV_q=1_210	21406.2	2244.22	1680.83	19760.7	20976.5
E_103x_SLD_q=1_211	19832.4	2601.61	841.834	31774.1	10579.2
E_103y_SLD_q=1_212	19832.4	1100.14	2147.7	10331.4	32574.6
E_103z_SLD_q=1_213	20200.2	1100.14	841.834	10331.4	10579.2

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P8</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

6.2 Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni

6.2.1 Stati limiti di esercizio

Configurazione1

TESTA PILA						
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
SLE_rar_gr1_Treno_14		10483.7	425.25	473.874	429.243	2338.94
SLE_rar_gr3+vento_20		10483.7	856.14	617.475	620.605	2652.88
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	689.8	915.642	496.484	4020.35
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		10483.7	850.5	301.362	620.605	1365.97
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	689.8	915.642	496.484	4020.35
SLE_rar_gr4_centrif_17		9813.66	680.4	388.788	496.484	1875.51
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	689.8	388.788	496.484	4020.35
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	689.8	915.642	496.484	4020.35
SLE_rar_gr4_centrif_17		9813.66	680.4	388.788	496.484	1875.51
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	689.8	915.642	496.484	4020.35
SLE_qp_gr1_Treno_44		7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_48		7133.47	1.87999	145.742	0	447.136
SLE_qp_gr1+vento_48		7133.47	1.87999	145.742	0	447.136
SLE_qp_gr1_Treno_44		7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_48		7133.47	1.87999	145.742	0	447.136
E_103x_SLD_q=1_69		7237.55	1749.95	642.611	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		7237.55	526.301	1801.97	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		7480.4	526.301	642.611	0	0

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	14912.6	425.25	473.874	5234.57	7693.71	
SLE_rar_gr3+vento_20	14912.6	856.14	617.475	10295	9630.34	
SLE_rar_vento_gr4_25	14242.6	689.8	915.642	8291.22	14367.1	
SLE_rar_gr3+vento_20	14912.6	856.14	617.475	10295	9630.34	
SLE_rar_vento_gr4_25	14242.6	689.8	915.642	8291.22	14367.1	
SLE_rar_gr4_centrif_17	14242.6	680.4	388.788	8185	6268.82	
SLE_rar_vento_gr4_25	14242.6	689.8	915.642	8291.22	14367.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	14242.6	689.8	915.642	8291.22	14367.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	14242.6	689.8	915.642	8291.22	14367.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	14242.6	689.8	915.642	8291.22	14367.1	
SLE_qp_gr1_Treno_44	11562.4	0	40.3709	0	474.359	
SLE_qp_gr1+vento_48	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02	
SLE_qp_gr1+vento_48	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02	
SLE_qp_gr1+vento_48	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02	
SLE_qp_gr1+vento_48	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02	
E_103x_SLD_q=1_69	11666.5	1749.95	642.611	18568.2	6874.65	
E_103y_SLD_q=1_70	11666.5	526.301	1801.97	5570.45	21872.2	
E_103z_SLD_q=1_71	11909.3	526.301	642.611	5570.45	6874.65	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	23025	425.25	473.874	6297.69	8878.4	
SLE_rar_gr3+vento_20	23025	856.14	617.475	12435.3	11174	
SLE_rar_vento_gr4_25	22354.9	689.8	915.642	10015.7	16656.2	
SLE_rar_gr3+vento_20	23025	856.14	617.475	12435.3	11174	
SLE_rar_vento_gr4_25	22354.9	689.8	915.642	10015.7	16656.2	
SLE_rar_gr4_centrif_17	22354.9	680.4	388.788	9886	7240.79	
SLE_rar_vento_gr4_25	22354.9	689.8	915.642	10015.7	16656.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	22354.9	689.8	915.642	10015.7	16656.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	22354.9	689.8	915.642	10015.7	16656.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	22354.9	689.8	915.642	10015.7	16656.2	
SLE_qp_gr1_Treno_44	19674.7	0	40.3709	0	575.286	
SLE_qp_gr1+vento_48	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37	
SLE_qp_gr1+vento_48	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37	
SLE_qp_gr1+vento_48	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37	
SLE_qp_gr1+vento_48	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37	
E_103x_SLD_q=1_69	19818.5	2204.73	779.045	24080	8822.26	
E_103y_SLD_q=1_70	19818.5	981.082	1938.41	8023.16	26718.2	
E_103z_SLD_q=1_71	20153.9	981.082	779.045	8023.16	8822.26	

Configurazione2

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85		9188.92	425.25	442.799	2657.9	2195.47	
SLE_rar_gr3+vento_91		9188.92	856.14	586.4	2849.27	2509.42	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	689.8	890.782	2279.41	3905.58	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87		9188.92	850.5	270.287	2849.27	1222.51	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	689.8	890.782	2279.41	3905.58	
SLE_rar_gr4_centrif_88		8777.83	680.4	363.928	2279.41	1760.74	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	689.8	890.782	2279.41	3905.58	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	689.8	890.782	2279.41	3905.58	
SLE_rar_gr4_centrif_88		8777.83	680.4	363.928	2279.41	1760.74	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	689.8	890.782	2279.41	3905.58	
SLE_qp_gr1_Treno_115		7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_119		7133.47	1.87999	145.742	0	447.136	
SLE_qp_gr1+vento_119		7133.47	1.87999	145.742	0	447.136	
SLE_qp_gr1_Treno_115		7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_119		7133.47	1.87999	145.742	0	447.136	
E_103x_SLD_q=1_140		7251.43	2146.83	705.4	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141		7251.43	645.364	2011.27	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142		7526.68	645.364	705.4	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	13617.8	425.25	473.874	5234.57	7693.71	
SLE_rar_gr3+vento_91	13617.8	856.14	586.4	12523.6	9135.73	
SLE_rar_vento_gr4_96	13206.7	689.8	890.782	10074.2	13971.4	
SLE_rar_gr3+vento_91	13617.8	856.14	586.4	12523.6	9135.73	
SLE_rar_vento_gr4_96	13206.7	689.8	890.782	10074.2	13971.4	
SLE_rar_gr4_centrif_88	13206.7	680.4	363.928	9967.93	5873.13	
SLE_rar_vento_gr4_96	13206.7	689.8	890.782	10074.2	13971.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	13206.7	689.8	890.782	10074.2	13971.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	13206.7	689.8	890.782	10074.2	13971.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	13206.7	689.8	890.782	10074.2	13971.4	
SLE_qp_gr1_Treno_115	11562.4	0	40.3709	0	474.359	
SLE_qp_gr1+vento_119	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02	
SLE_qp_gr1+vento_119	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02	
SLE_qp_gr1+vento_119	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02	
SLE_qp_gr1+vento_119	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02	
E_103x_SLD_q=1_140	11680.3	2146.83	705.4	25270.1	8474.59	
E_103y_SLD_q=1_141	11680.3	645.364	2011.27	7581.03	27205.3	
E_103z_SLD_q=1_142	11955.6	645.364	705.4	7581.03	8474.59	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	21730.2	425.25	473.874	6297.69	8878.4	
SLE_rar_gr3+vento_91	21730.2	856.14	586.4	14664	10601.7	
SLE_rar_vento_gr4_96	21319.1	689.8	890.782	11798.7	16198.4	
SLE_rar_gr3+vento_91	21730.2	856.14	586.4	14664	10601.7	
SLE_rar_vento_gr4_96	21319.1	689.8	890.782	11798.7	16198.4	
SLE_rar_gr4_centrif_88	21319.1	680.4	363.928	11668.9	6782.95	
SLE_rar_vento_gr4_96	21319.1	689.8	890.782	11798.7	16198.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	21319.1	689.8	890.782	11798.7	16198.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	21319.1	689.8	890.782	11798.7	16198.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	21319.1	689.8	890.782	11798.7	16198.4	
SLE_qp_gr1_Treno_115	19674.7	0	40.3709	0	575.286	
SLE_qp_gr1+vento_119	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37	
SLE_qp_gr1+vento_119	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37	
SLE_qp_gr1+vento_119	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37	
SLE_qp_gr1+vento_119	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37	
E_103x_SLD_q=1_140	19832.4	2601.61	841.834	31774.1	10579.2	
E_103y_SLD_q=1_141	19832.4	1100.14	2147.7	10331.4	32574.6	
E_103z_SLD_q=1_142	20200.2	1100.14	841.834	10331.4	10579.2	

Configurazione3

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156		10483.7	425.25	473.874	429.243	2338.94	
SLE_rar_gr3+vento_162		10483.7	856.14	617.475	620.605	2652.88	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	689.8	915.642	496.484	4020.35	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158		10483.7	850.5	301.362	620.605	1365.97	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	689.8	915.642	496.484	4020.35	
SLE_rar_gr4_centrif_159		9813.66	680.4	388.788	496.484	1875.51	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	689.8	915.642	496.484	4020.35	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	689.8	915.642	496.484	4020.35	
SLE_rar_gr4_centrif_159		9813.66	680.4	388.788	496.484	1875.51	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	689.8	915.642	496.484	4020.35	
SLE_qp_gr1_Treno_186		7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_190		7133.47	1.87999	145.742	0	447.136	
SLE_qp_gr1+vento_190		7133.47	1.87999	145.742	0	447.136	
SLE_qp_gr1_Treno_186		7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_190		7133.47	1.87999	145.742	145.742	447.136	
E_103x_SLD_q=1_211		7251.43	2146.83	705.4	0	0	
E_103y_SLD_q=1_212		7251.43	645.364	2011.27	0	0	
E_103z_SLD_q=1_213		7526.68	645.364	705.4	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	14912.6	425.25	473.874	5234.57	7693.71	
SLE_rar_gr3+vento_162	14912.6	856.14	617.475	10295	9630.34	
SLE_rar_vento_gr4_167	14242.6	689.8	915.642	8291.22	14367.1	
SLE_rar_gr3+vento_162	14912.6	856.14	617.475	10295	9630.34	
SLE_rar_vento_gr4_167	14242.6	689.8	915.642	8291.22	14367.1	
SLE_rar_gr4_centrif_159	14242.6	680.4	388.788	8185	6268.82	
SLE_rar_vento_gr4_167	14242.6	689.8	915.642	8291.22	14367.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	14242.6	689.8	915.642	8291.22	14367.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	14242.6	689.8	915.642	8291.22	14367.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	14242.6	689.8	915.642	8291.22	14367.1	
SLE_qp_gr1_Treno_186	11562.4	0	40.3709	0	474.359	
SLE_qp_gr1+vento_190	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02	
SLE_qp_gr1+vento_190	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02	
SLE_qp_gr1+vento_190	11562.4	1.87999	145.742	21.2438	2094.02	
SLE_qp_gr1+vento_190	11562.4	1.87999	145.742	145.742	2094.02	
E_103x_SLD_q=1_211	11680.3	2146.83	705.4	25270.1	8474.59	
E_103y_SLD_q=1_212	11680.3	645.364	2011.27	7581.03	27205.3	
E_103z_SLD_q=1_213	11955.6	645.364	705.4	7581.03	8474.59	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	23025	425.25	473.874	6297.69	8878.4	
SLE_rar_gr3+vento_162	23025	856.14	617.475	12435.3	11174	
SLE_rar_vento_gr4_167	22354.9	689.8	915.642	10015.7	16656.2	
SLE_rar_gr3+vento_162	23025	856.14	617.475	12435.3	11174	
SLE_rar_vento_gr4_167	22354.9	689.8	915.642	10015.7	16656.2	
SLE_rar_gr4_centrif_159	22354.9	680.4	388.788	9886	7240.79	
SLE_rar_vento_gr4_167	22354.9	689.8	915.642	10015.7	16656.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	22354.9	689.8	915.642	10015.7	16656.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	22354.9	689.8	915.642	10015.7	16656.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	22354.9	689.8	915.642	10015.7	16656.2	
SLE_qp_gr1_Treno_186	19674.7	0	40.3709	0	575.286	
SLE_qp_gr1+vento_190	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37	
SLE_qp_gr1+vento_190	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37	
SLE_qp_gr1+vento_190	19674.7	1.87999	145.742	25.9438	2458.37	
SLE_qp_gr1+vento_190	19674.7	1.87999	145.742	145.742	2458.37	
E_103x_SLD_q=1_211	19832.4	2601.61	841.834	31774.1	10579.2	
E_103y_SLD_q=1_212	19832.4	1100.14	2147.7	10331.4	32574.6	
E_103z_SLD_q=1_213	20200.2	1100.14	841.834	10331.4	10579.2	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P8	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

6.2.2 Stati limiti ultimi

Configurazione1

TESTA PILA							
			N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1			14950.6	616.613	747.834	622.402	3418.78
A1_SLU_gr3+vento_7			14950.6	1241.68	971.86	899.878	3938.34
A1_SLU_vento_gr4_12			13979	1000.68	1403.08	719.902	5958.83
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3			14950.6	1233.23	497.692	899.878	2007.98
A1_SLU_vento_gr4_12			13979	1000.68	1403.08	719.902	5958.83
E_103x_SLV_q=1.5_60			7540.55	2966.29	988.466	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61			7540.55	891.203	2954.82	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62			8490.39	891.203	988.466	0	0
E_103x_SLV_q=1_66			7540.55	4442.07	1407.75	0	0
E_103y_SLV_q=1_67			7540.55	1333.94	4352.43	0	0
E_103z_SLV_q=1_68			8490.39	1333.94	1407.75	0	0
BASE PILA							
			N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1			20929.6	616.613	747.834	7590.12	11869.3
A1_SLU_gr3+vento_7			20929.6	1241.68	971.86	14930.9	14920.4
A1_SLU_vento_gr4_12			19958	1000.68	1403.08	12027.6	21813.6
A1_SLU_gr3+vento_7			20929.6	1241.68	971.86	14930.9	14920.4
A1_SLU_vento_gr4_12			19958	1000.68	1403.08	12027.6	21813.6
E_103x_SLV_q=1.5_60			11969.5	2966.29	988.466	31480.9	11344.6
E_103y_SLV_q=1.5_61			11969.5	891.203	2954.82	9444.28	36771.9
E_103z_SLV_q=1.5_62			12919.3	891.203	988.466	9444.28	11344.6
E_103x_SLV_q=1_66			11969.5	4442.07	1407.75	47167.3	16774.4
E_103y_SLV_q=1_67			11969.5	1333.94	4352.43	14150.2	54871.3
E_103z_SLV_q=1_68			12919.3	1333.94	1407.75	14150.2	16774.4
BASE FONDAZIONE							
			N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1			31881.3	616.613	747.834	9131.65	13738.9
A1_SLU_gr3+vento_7			31881.3	1241.68	971.86	18035.1	17350
A1_SLU_vento_gr4_12			30909.7	1000.68	1403.08	14529.3	25321.3
A1_SLU_gr3+vento_7			31881.3	1241.68	971.86	18035.1	17350
A1_SLU_vento_gr4_12			30909.7	1000.68	1403.08	14529.3	25321.3
E_103x_SLV_q=1.36_63			20194.2	4173.01	1345.82	45061.6	15798.9
E_103y_SLV_q=1.36_64			20194.2	1890.42	3508.81	15114.8	49176.4
E_103z_SLV_q=1.36_65			21406.2	1890.42	1345.82	15114.8	15798.9
E_103x_SLV_q=1_66			20194.2	5352.35	1680.83	60548.1	20976.5
E_103y_SLV_q=1_67			20194.2	2244.22	4625.52	19760.7	66435.1
E_103z_SLV_q=1_68			21406.2	2244.22	1680.83	19760.7	20976.5

Configurazione2

TESTA PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		13073.1	616.613	680.246	3853.96	3200.62
A1_SLU_gr3+vento_78		13073.1	1241.68	904.272	4131.43	3720.18
A1_SLU_vento_gr4_83		12477.1	1000.68	1349.01	3305.15	5784.31
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74		13073.1	1233.23	430.104	4131.43	1789.82
A1_SLU_vento_gr4_83		12477.1	1000.68	1349.01	3305.15	5784.31
E_103x_SLV_q=1.5_131		7540.55	2966.29	988.466	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132		7540.55	891.203	2954.82	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133		8490.39	891.203	988.466	0	0
E_103x_SLV_q=1_137		7540.55	4442.07	1407.75	0	0
E_103y_SLV_q=1_138		7540.55	1333.94	4352.43	0	0
E_103z_SLV_q=1_139		8490.39	1333.94	1407.75	0	0
BASE PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		19052.2	616.613	680.246	10821.7	10887.4
A1_SLU_gr3+vento_78		19052.2	1241.68	904.272	18162.5	13938.5
A1_SLU_vento_gr4_83		18456.1	1000.68	1349.01	14612.8	21028.1
A1_SLU_gr3+vento_78		19052.2	1241.68	904.272	18162.5	13938.5
A1_SLU_vento_gr4_83		18456.1	1000.68	1349.01	14612.8	21028.1
E_103x_SLV_q=1.5_131		11969.5	2966.29	988.466	31480.9	11344.6
E_103y_SLV_q=1.5_132		11969.5	891.203	2954.82	9444.28	36771.9
E_103z_SLV_q=1.5_133		12919.3	891.203	988.466	9444.28	11344.6
E_103x_SLV_q=1_137		11969.5	4442.07	1407.75	47167.3	16774.4
E_103y_SLV_q=1_138		11969.5	1333.94	4352.43	14150.2	54871.3
E_103z_SLV_q=1_139		12919.3	1333.94	1407.75	14150.2	16774.4
BASE FONDAZIONE						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		30003.9	616.613	680.246	12363.2	12588
A1_SLU_gr3+vento_78		30003.9	1241.68	904.272	21266.7	16199.1
A1_SLU_vento_gr4_83		29407.8	1000.68	1349.01	17114.5	24400.6
A1_SLU_gr3+vento_78		30003.9	1241.68	904.272	21266.7	16199.1
A1_SLU_vento_gr4_83		29407.8	1000.68	1349.01	17114.5	24400.6
E_103x_SLV_q=1.36_134		20194.2	4173.01	1345.82	45061.6	15798.9
E_103y_SLV_q=1.36_135		20194.2	1890.42	3508.81	15114.8	49176.4
E_103z_SLV_q=1.36_136		21406.2	1890.42	1345.82	15114.8	15798.9
E_103x_SLV_q=1_137		20194.2	5352.35	1680.83	60548.1	20976.5
E_103y_SLV_q=1_138		20194.2	2244.22	4625.52	19760.7	66435.1
E_103z_SLV_q=1_139		21406.2	2244.22	1680.83	19760.7	20976.5

Configurazione3

TESTA PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_143		14950.6	616.613	747.834	622.402	3418.78
A1_SLU_gr3+vento_149		14950.6	1241.68	971.86	899.878	3938.34
A1_SLU_vento_gr4_154		13979	1000.68	1403.08	719.902	5958.83
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145		14950.6	1233.23	497.692	899.878	2007.98
A1_SLU_vento_gr4_154		13979	1000.68	1403.08	719.902	5958.83
E_103x_SLV_q=1.5_202		7540.55	2966.29	988.466	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203		7540.55	891.203	2954.82	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204		8490.39	891.203	988.466	0	0
E_103x_SLV_q=1_208		7540.55	4442.07	1407.75	0	0
E_103y_SLV_q=1_209		7540.55	1333.94	4352.43	0	0
E_103z_SLV_q=1_210		8490.39	1333.94	1407.75	0	0
BASE PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_143		20929.6	616.613	747.834	7590.12	11869.3
A1_SLU_gr3+vento_149		20929.6	1241.68	971.86	14930.9	14920.4
A1_SLU_vento_gr4_154		19958	1000.68	1403.08	12027.6	21813.6
A1_SLU_gr3+vento_149		20929.6	1241.68	971.86	14930.9	14920.4
A1_SLU_vento_gr4_154		19958	1000.68	1403.08	12027.6	21813.6
E_103x_SLV_q=1.5_202		11969.5	2966.29	988.466	31480.9	11344.6
E_103y_SLV_q=1.5_203		11969.5	891.203	2954.82	9444.28	36771.9
E_103z_SLV_q=1.5_204		12919.3	891.203	988.466	9444.28	11344.6
E_103x_SLV_q=1_208		11969.5	4442.07	1407.75	47167.3	16774.4
E_103y_SLV_q=1_209		11969.5	1333.94	4352.43	14150.2	54871.3
E_103z_SLV_q=1_210		12919.3	1333.94	1407.75	14150.2	16774.4
BASE FONDAZIONE						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_143		31881.3	616.613	747.834	9131.65	13738.9
A1_SLU_gr3+vento_149		31881.3	1241.68	971.86	18035.1	17350
A1_SLU_vento_gr4_154		30909.7	1000.68	1403.08	14529.3	25321.3
A1_SLU_gr3+vento_149		31881.3	1241.68	971.86	18035.1	17350
A1_SLU_vento_gr4_154		30909.7	1000.68	1403.08	14529.3	25321.3
E_103x_SLV_q=1.36_205		20194.2	4173.01	1345.82	45061.6	15798.9
E_103y_SLV_q=1.36_206		20194.2	1890.42	3508.81	15114.8	49176.4
E_103z_SLV_q=1.36_207		21406.2	1890.42	1345.82	15114.8	15798.9
E_103x_SLV_q=1_208		20194.2	5352.35	1680.83	60548.1	20976.5
E_103y_SLV_q=1_209		20194.2	2244.22	4625.52	19760.7	66435.1
E_103z_SLV_q=1_210		21406.2	2244.22	1680.83	19760.7	20976.5

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P8</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

7. VERIFICHE STRUTTURALI

Le armature di calcolo derivanti dalle verifiche di resistenza e di esercizio soddisfano le quantità minime indicate dalla normativa, si riepilogano i quantitativi di ciascun elemento.

elemento	arm. flessionale	staffe	c.f
fusto	140 Φ 26 interasse 15 cm*	Φ 12/20	8.7 cm
plinto	Trasv: 3 strati Φ 30/10 Long 3 strati Φ 30/10	-	8.7 cm
pali	36 Φ 30 interasse 15 cm*	Φ 12/20	9.7 cm

**è riferito alla corona esterna di armatura mentre, l'interasse della corona interna è funzione dell'allineamento con quella esterna. È comunque rispettato l'interasse minimo.*

Le spille adottate sono disposte nel rispetto della norma vigente.

8. FUSTO PILA

Secondo quanto riportano al paragrafo 7.3 e 7.3.6.1 delle Norme Tecniche delle Costruzioni 2018, adottando un fattore di comportamento pari a 1.5, la struttura può essere progettata come non dissipativa:

Tab. 7.3.I – Limiti su q e modalità di modellazione dell'azione sismica

STATI LIMITE		Lineare (Dinamica e Statica)		Non Lineare	
		Dissipativo	Non Dissipativo	Dinamica	Statica
SLE	SLO	$q = 1.0$ § 3.2.3.4	$q = 1.0$ § 3.2.3.4	§ 7.3.4.1	§ 7.3.4.2
	SLD	$q \leq 1,5$ § 3.2.3.5	$q \leq 1,5$ § 3.2.3.5		
SLU	SLV	$q \geq 1,5$ § 3.2.3.5	$q \leq 1,5$ § 3.2.3.5		
	SLC	---	---		

“Nel caso di analisi lineare la verifica di duttilità si può ritenere soddisfatta, rispettando per tutti gli elementi strutturali, sia primari sia secondari, le regole specifiche per i dettagli costruttivi precisate nel presente capitolo per le

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P8	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

diverse tipologie costruttive; tali regole sono da considerarsi aggiuntive rispetto a quanto previsto nel Cap. 4 e a quanto imposto dalle regole della progettazione in capacità, il cui rispetto è comunque obbligatorio per gli elementi strutturali primari delle strutture a comportamento dissipativo.

Per strutture a comportamento dissipativo, qualora non siano rispettate le regole specifiche dei dettagli costruttivi, quali precisate nel presente capitolo, occorrerà procedere a verifiche di duttilità, diversamente specificato nei paragrafi successivi relativi alle diverse tipologie costruttive, accertando che la capacità in duttilità della costruzione sia almeno pari:

- a 1,2 volte la domanda in duttilità locale, valutata in corrispondenza dello SLV, nel caso si utilizzino modelli lineari,

- alla domanda in duttilità locale e globale allo SLC, nel caso si utilizzino modelli non lineari.

Le verifiche di duttilità non sono dovute nel caso di progettazione con $q \leq 1,5$.

8.1 Modellazione

La geometria della sezione della pila è stata implementata all'interno del software di calcolo RC-SEC con i relativi ferri di armatura longitudinale.

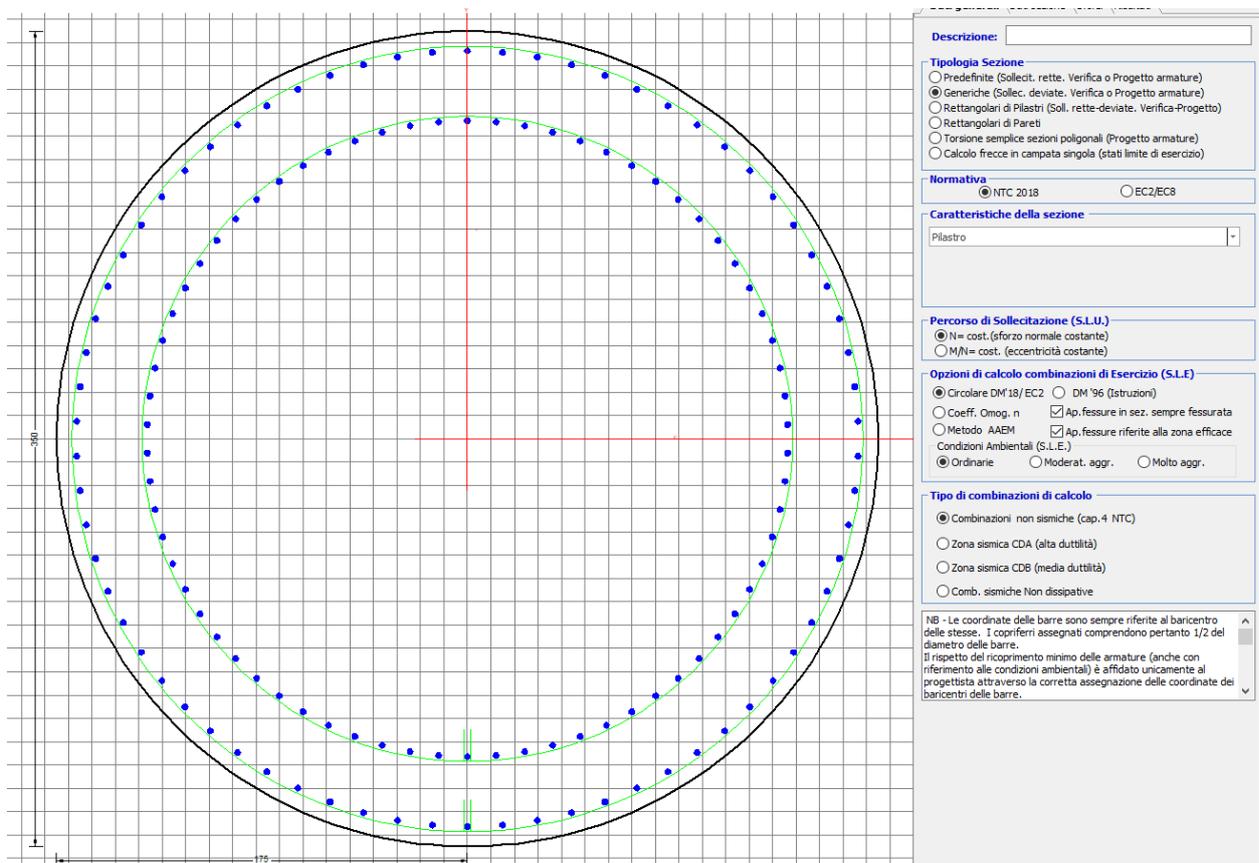


Figura 12 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 140 di diametro $\Phi 26$ che corrispondono ad un passo di 15cm lungo il bordo esterno e speculari internamente

8.2 Verifica a presso flessione

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: Circolare 3.5m

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante

Condizioni Ambientali: Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati: Assi baric. X',Y' // assi coordinate.
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -

Classe:	C32/40	
Resis. compr. di progetto fcd:	18.130	MPa
Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
Modulo Elastico Normale Ec:	3334.6	MPa
Resis. media a trazione fctm:	3.000	MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	176.00	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.: 175.0 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	166.5	70	26
2	0.0	0.0	136.5	70	26

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' // asse X coordinate

My

con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.

Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y' // asse Y coord.

Vy

con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

Vx

Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y delle coord.

Componente del Taglio [kN] parallela all'asse X delle coord.

N°Comb.	N	MX	MY	VY	VX
1	20929.61	7590.12	11869.30	0.00	0.00
2	20929.61	14930.92	14920.36	0.00	0.00
3	19958.04	12027.59	21813.65	0.00	0.00
4	20929.61	14930.92	14920.36	0.00	0.00
5	19958.04	12027.59	21813.65	0.00	0.00
6	11969.46	31480.94	11344.57	0.00	0.00
7	11969.46	9444.28	36771.92	0.00	0.00
8	12919.30	9444.28	11344.57	0.00	0.00
9	19052.17	10821.68	10887.40	0.00	0.00
10	19052.17	18162.47	13938.46	0.00	0.00
11	18456.09	14612.83	21028.12	0.00	0.00
12	19052.17	18162.47	13938.46	0.00	0.00
13	18456.09	14612.83	21028.12	0.00	0.00
14	11969.46	31480.94	11344.57	0.00	0.00
15	11969.46	9444.28	36771.92	0.00	0.00
16	12919.30	9444.28	11344.57	0.00	0.00
17	20929.61	7590.12	11869.30	0.00	0.00
18	20929.61	14930.92	14920.36	0.00	0.00
19	19958.04	12027.59	21813.65	0.00	0.00
20	20929.61	14930.92	14920.36	0.00	0.00
21	19958.04	12027.59	21813.65	0.00	0.00
22	11969.46	31480.94	11344.57	0.00	0.00
23	11969.46	9444.28	36771.92	0.00	0.00
24	12919.30	9444.28	11344.57	0.00	0.00

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 delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione)

con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

My

Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione)

con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	MX	MY
1	14912.62	5234.57	7693.71
2	14912.62	10294.99	9630.34
3	14242.57	8291.22	14367.11
4	14912.62	10294.99	9630.34
5	14242.57	8291.22	14367.11
6	13617.83	5234.57	7693.71
7	13617.83	12523.65	9135.73
8	13206.74	10074.15	13971.42
9	13617.83	12523.65	9135.73
10	13206.74	10074.15	13971.42
11	14912.62	5234.57	7693.71
12	14912.62	10294.99	9630.34
13	14242.57	8291.22	14367.11
14	14912.62	10294.99	9630.34
15	14242.57	8291.22	14367.11
16	11666.46	18568.18	6874.65
17	11666.46	5570.45	21872.19
18	11909.31	5570.45	6874.65
19	11680.34	25270.11	8474.59

20	11680.34	7581.03	27205.31
21	11955.59	7581.03	8474.59
22	11680.34	25270.11	8474.59
23	11680.34	7581.03	27205.31
24	11955.59	7581.03	8474.59

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 delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	MX	MY
1	14242.57	8185.00 (32428.46)	6268.82 (24836.67)
2	14242.57	8291.22 (12276.46)	14367.11 (21272.78)
3	14242.57	8291.22 (12276.46)	14367.11 (21272.78)
4	14242.57	8291.22 (12276.46)	14367.11 (21272.78)
5	14242.57	8291.22 (12276.46)	14367.11 (21272.78)
6	13206.74	9967.93 (26981.86)	5873.13 (15897.78)
7	13206.74	10074.15 (13424.38)	13971.42 (18617.71)
8	13206.74	10074.15 (13424.38)	13971.42 (18617.71)
9	13206.74	10074.15 (13424.38)	13971.42 (18617.71)
10	13206.74	10074.15 (13424.38)	13971.42 (18617.71)
11	14242.57	8185.00 (32428.46)	6268.82 (24836.67)
12	14242.57	8291.22 (12276.46)	14367.11 (21272.78)
13	14242.57	8291.22 (12276.46)	14367.11 (21272.78)
14	14242.57	8291.22 (12276.46)	14367.11 (21272.78)
15	14242.57	8291.22 (12276.46)	14367.11 (21272.78)

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 delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	MX	MY
1	11562.38	0.00 (0.00)	474.36 (0.00)
2	11562.38	21.24 (0.00)	2094.02 (0.00)
3	11562.38	21.24 (0.00)	2094.02 (0.00)
4	11562.38	21.24 (0.00)	2094.02 (0.00)
5	11562.38	21.24 (0.00)	2094.02 (0.00)
6	11562.38	0.00 (0.00)	474.36 (0.00)
7	11562.38	21.24 (0.00)	2094.02 (0.00)
8	11562.38	21.24 (0.00)	2094.02 (0.00)
9	11562.38	21.24 (0.00)	2094.02 (0.00)
10	11562.38	21.24 (0.00)	2094.02 (0.00)
11	11562.38	0.00 (0.00)	474.36 (0.00)
12	11562.38	21.24 (0.00)	2094.02 (0.00)
13	11562.38	21.24 (0.00)	2094.02 (0.00)
14	11562.38	21.24 (0.00)	2094.02 (0.00)
15	11562.38	145.74 (0.00)	2094.02 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 9.6 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 X del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.
MY Componente Y del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
MX Res Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. inerzia)
MY Res Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. 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	20929.61	7590.12	11869.30	20929.40	33413.25(33413.25)	52262.18(52262.18)	4.40743.3(288.6)	
2	S	20929.61	14930.92	14920.36	20929.52	43884.80(43884.80)	43840.77(43840.77)	2.94743.3(288.6)	
3	S	19958.04	12027.59	21813.65	19958.22	29550.61(29550.61)	53590.07(53590.07)	2.46743.3(288.6)	
4	S	20929.61	14930.92	14920.36	20929.52	43884.80(43884.80)	43840.77(43840.77)	2.94743.3(288.6)	
5	S	19958.04	12027.59	21813.65	19958.22	29550.61(29550.61)	53590.07(53590.07)	2.46743.3(288.6)	
6	S	11969.46	31480.94	11344.57	11969.23	50577.27(50577.27)	18229.11(18229.11)	1.61743.3(288.6)	
7	S	11969.46	9444.28	36771.92	11969.57	13369.47(13369.47)	52074.42(52074.42)	1.42743.3(288.6)	
8	S	12919.30	9444.28	11344.57	12919.08	34999.45(34999.45)	42039.41(42039.41)	3.71743.3(288.6)	
9	S	19052.17	10821.68	10887.40	19052.23	42574.52(42574.52)	42845.20(42845.20)	3.93743.3(288.6)	
10	S	19052.17	18162.47	13938.46	19051.97	47922.81(47922.81)	36765.27(36765.27)	2.64743.3(288.6)	
11	S	18456.09	14612.83	21028.12	18456.06	34159.19(34159.19)	49172.79(49172.79)	2.34743.3(288.6)	
12	S	19052.17	18162.47	13938.46	19051.97	47922.81(47922.81)	36765.27(36765.27)	2.64743.3(288.6)	
13	S	18456.09	14612.83	21028.12	18456.06	34159.19(34159.19)	49172.79(49172.79)	2.34743.3(288.6)	
14	S	11969.46	31480.94	11344.57	11969.23	50577.27(50577.27)	18229.11(18229.11)	1.61743.3(288.6)	
15	S	11969.46	9444.28	36771.92	11969.57	13369.47(13369.47)	52074.42(52074.42)	1.42743.3(288.6)	
16	S	12919.30	9444.28	11344.57	12919.08	34999.45(34999.45)	42039.41(42039.41)	3.71743.3(288.6)	
17	S	20929.61	7590.12	11869.30	20929.40	33413.25(33413.25)	52262.18(52262.18)	4.40743.3(288.6)	
18	S	20929.61	14930.92	14920.36	20929.52	43884.80(43884.80)	43840.77(43840.77)	2.94743.3(288.6)	
19	S	19958.04	12027.59	21813.65	19958.22	29550.61(29550.61)	53590.07(53590.07)	2.46743.3(288.6)	
20	S	20929.61	14930.92	14920.36	20929.52	43884.80(43884.80)	43840.77(43840.77)	2.94743.3(288.6)	
21	S	19958.04	12027.59	21813.65	19958.22	29550.61(29550.61)	53590.07(53590.07)	2.46743.3(288.6)	
22	S	11969.46	31480.94	11344.57	11969.23	50577.27(50577.27)	18229.11(18229.11)	1.61743.3(288.6)	
23	S	11969.46	9444.28	36771.92	11969.57	13369.47(13369.47)	52074.42(52074.42)	1.42743.3(288.6)	
24	S	12919.30	9444.28	11344.57	12919.08	34999.45(34999.45)	42039.41(42039.41)	3.71743.3(288.6)	

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
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	147.4	0.0	0.00320	139.0	91.7	-0.00839	-139.0	-91.7
2	0.00350	123.7	1.8	0.00320	120.3	115.1	-0.00839	-120.3	-115.1
3	0.00350	153.2	1.8	0.00320	146.6	78.9	-0.00859	-146.6	-78.9
4	0.00350	123.7	1.8	0.00320	120.3	115.1	-0.00839	-120.3	-115.1

5	0.00350	153.2	1.8	0.00320	146.6	78.9	-0.00859	-146.6	-78.9
6	0.00350	59.3	0.0	0.00315	58.5	155.9	-0.01055	-58.5	-155.9
7	0.00350	169.5	1.8	0.00315	162.3	37.0	-0.01054	-162.3	-37.0
8	0.00350	134.5	1.8	0.00316	130.2	103.8	-0.01028	-130.2	-103.8
9	0.00350	124.1	1.8	0.00319	120.3	115.1	-0.00878	-120.3	-115.1
10	0.00350	106.5	1.8	0.00319	97.9	134.7	-0.00878	-97.9	-134.7
11	0.00350	143.7	0.0	0.00319	139.0	91.7	-0.00891	-139.0	-91.7
12	0.00350	106.5	1.8	0.00319	97.9	134.7	-0.00878	-97.9	-134.7
13	0.00350	143.7	1.8	0.00319	139.0	91.7	-0.00891	-139.0	-91.7
14	0.00350	59.3	1.8	0.00315	58.5	155.9	-0.01055	-58.5	-155.9
15	0.00350	169.5	12.2	0.00315	162.3	37.0	-0.01054	-162.3	-37.0
16	0.00350	134.5	164.1	0.00316	130.2	103.8	-0.01028	-130.2	-103.8
17	0.00350	147.4	43.2	0.00320	139.0	91.7	-0.00839	-139.0	-91.7
18	0.00350	123.7	110.2	0.00320	120.3	115.1	-0.00839	-120.3	-115.1
19	0.00350	153.2	165.9	0.00320	146.6	78.9	-0.00859	-146.6	-78.9
20	0.00350	123.7	47.0	0.00320	120.3	115.1	-0.00839	-120.3	-115.1
21	0.00350	153.2	116.7	0.00320	146.6	78.9	-0.00859	-146.6	-78.9
22	0.00350	59.3	165.9	0.00315	58.5	155.9	-0.01055	-58.5	-155.9
23	0.00350	169.5	47.0	0.00315	162.3	37.0	-0.01054	-162.3	-37.0
24	0.00350	134.5	116.7	0.00316	130.2	103.8	-0.01028	-130.2	-103.8

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	0.000029330	0.000018756	-0.002592514	----	----
2	0.000024610	0.000024627	-0.002592725	----	----
3	0.000030999	0.000017092	-0.002694789	----	----
4	0.000024610	0.000024627	-0.002592725	----	----
5	0.000030999	0.000017092	-0.002694789	----	----
6	0.000013944	0.000038694	-0.003697678	----	----
7	0.000039838	0.000010232	-0.003697991	----	----
8	0.000031012	0.000025818	-0.003561694	----	----
9	0.000025511	0.000025357	-0.002794659	----	----
10	0.000021899	0.000028536	-0.002794824	----	----
11	0.000029852	0.000020745	-0.002861678	----	----
12	0.000021899	0.000028536	-0.002794824	----	----
13	0.000029852	0.000020745	-0.002861678	----	----
14	0.000013944	0.000038694	-0.003697678	----	----
15	0.000039838	0.000010232	-0.003697991	----	----
16	0.000031012	0.000025818	-0.003561694	----	----
17	0.000029330	0.000018756	-0.002592514	----	----
18	0.000024610	0.000024627	-0.002592725	----	----
19	0.000030999	0.000017092	-0.002694789	----	----
20	0.000024610	0.000024627	-0.002592725	----	----
21	0.000030999	0.000017092	-0.002694789	----	----
22	0.000013944	0.000038694	-0.003697678	----	----
23	0.000039838	0.000010232	-0.003697991	----	----
24	0.000031012	0.000025818	-0.003561694	----	----

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	3.31	144.7	0.0	-7.2	-139.0	-91.7	1679	37.2
2	S	4.74	119.5	0.0	-35.6	-109.5	-125.4	5946	95.6
3	S	5.68	151.6	0.0	-62.9	-146.6	-78.9	8635	138.0
4	S	4.74	119.5	0.0	-35.6	-109.5	-125.4	5946	95.6
5	S	5.68	151.6	0.0	-62.9	-146.6	-78.9	8635	138.0
6	S	3.23	144.7	0.0	-10.1	-139.0	-91.7	2557	47.8
7	S	5.29	103.1	0.0	-56.5	-97.9	-134.7	8336	138.0
8	S	6.00	141.9	0.0	-78.5	-139.0	-91.7	9877	159.3
9	S	5.29	103.1	0.0	-56.5	-97.9	-134.7	8336	138.0
10	S	6.00	141.9	0.0	-78.5	-139.0	-91.7	9877	159.3
11	S	3.31	144.7	0.0	-7.2	-139.0	-91.7	1679	37.2
12	S	4.74	119.5	0.0	-35.6	-109.5	-125.4	5946	95.6
13	S	5.68	151.6	0.0	-62.9	-146.6	-78.9	8635	138.0
14	S	4.74	119.5	0.0	-35.6	-109.5	-125.4	5946	95.6
15	S	5.68	151.6	0.0	-62.9	-146.6	-78.9	8635	138.0
16	S	7.17	60.8	0.0	-126.8	-58.5	-155.9	11645	175.2
17	S	8.32	169.6	0.0	-164.4	-162.3	-37.0	12221	180.5
18	S	3.02	136.0	0.0	-12.4	-130.2	-103.8	3440	58.4
19	S	9.99	55.6	0.0	-221.3	-58.5	-155.9	12798	191.1
20	S	10.64	168.6	0.0	-243.9	-158.4	-51.5	12947	191.1
21	S	3.82	130.4	0.0	-29.1	-120.3	-115.1	5998	95.6
22	S	9.99	55.6	0.0	-221.3	-58.5	-155.9	12798	191.1
23	S	10.64	168.6	0.0	-243.9	-158.4	-51.5	12947	191.1
24	S	3.82	130.4	0.0	-29.1	-120.3	-115.1	5998	95.6

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm Esito della verifica
e1	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
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	= (e1 + e2)/(2*e1) [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	Copri ferro [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 Smax / Es [(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	-0.00004	0	0.833	26.0	72	0.00002 (0.00002)	578	0.012 (990.00)	31929.84	46930.10
2	S	-0.00019	0	0.833	26.0	72	0.00011 (0.00011)	703	0.075 (990.00)	21149.86	19784.41
3	S	-0.00033	0	0.833	26.0	72	0.00019 (0.00019)	706	0.133 (990.00)	12276.46	21272.78
4	S	-0.00019	0	0.833	26.0	72	0.00011 (0.00011)	703	0.075 (990.00)	21149.86	19784.41
5	S	-0.00033	0	0.833	26.0	72	0.00019 (0.00019)	706	0.133 (990.00)	12276.46	21272.78
6	S	-0.00006	0	0.833	26.0	72	0.00003 (0.00003)	639	0.019 (990.00)	25642.01	37688.33
7	S	-0.00030	0	0.833	26.0	72	0.00017 (0.00017)	690	0.117 (990.00)	20147.65	14697.28
8	S	-0.00041	0	0.833	26.0	72	0.00024 (0.00024)	702	0.165 (990.00)	13424.38	18617.71
9	S	-0.00030	0	0.833	26.0	72	0.00017 (0.00017)	690	0.117 (990.00)	20147.65	14697.28
10	S	-0.00041	0	0.833	26.0	72	0.00024 (0.00024)	702	0.165 (990.00)	13424.38	18617.71
11	S	-0.00004	0	0.833	26.0	72	0.00002 (0.00002)	578	0.012 (990.00)	31929.84	46930.10

12	S	-0.00019	0	0.833	26.0	72	0.00011 (0.00011)	703	0.075 (990.00)	21149.86	19784.41
13	S	-0.00033	0	0.833	26.0	72	0.00019 (0.00019)	706	0.133 (990.00)	12276.46	21272.78
14	S	-0.00019	0	0.833	26.0	72	0.00011 (0.00011)	703	0.075 (990.00)	21149.86	19784.41
15	S	-0.00033	0	0.833	26.0	72	0.00019 (0.00019)	706	0.133 (990.00)	12276.46	21272.78
16	S	-0.00066	0	0.833	26.0	72	0.00038 (0.00038)	734	0.279 (990.00)	19107.69	7074.40
17	S	-0.00086	0	0.833	26.0	72	0.00049 (0.00049)	744	0.367 (990.00)	4808.67	18881.09
18	S	-0.00007	0	0.833	26.0	72	0.00004 (0.00004)	679	0.025 (990.00)	24607.58	30368.91
19	S	-0.00115	0	0.833	26.0	72	0.00066 (0.00066)	738	0.490 (990.00)	17633.63	5913.62
20	S	-0.00127	0	0.833	26.0	72	0.00073 (0.00073)	744	0.544 (990.00)	4922.46	17664.76
21	S	-0.00016	0	0.833	26.0	72	0.00009 (0.00009)	707	0.062 (990.00)	19198.48	21461.37
22	S	-0.00115	0	0.833	26.0	72	0.00066 (0.00066)	738	0.490 (990.00)	17633.63	5913.62
23	S	-0.00127	0	0.833	26.0	72	0.00073 (0.00073)	744	0.544 (990.00)	4922.46	17664.76
24	S	-0.00016	0	0.833	26.0	72	0.00009 (0.00009)	707	0.062 (990.00)	19198.48	21461.37

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	3.54	106.4	0.0	-13.4	-97.9	-134.7	3153	53.1
2	S	5.68	151.6	0.0	-62.9	-146.6	-78.9	8635	138.0
3	S	5.68	151.6	0.0	-62.9	-146.6	-78.9	8635	138.0
4	S	5.68	151.6	0.0	-62.9	-146.6	-78.9	8635	138.0
5	S	5.68	151.6	0.0	-62.9	-146.6	-78.9	8635	138.0
6	S	3.89	88.8	0.0	-24.7	-85.4	-142.9	4586	69.0
7	S	6.00	141.9	0.0	-78.5	-139.0	-91.7	9877	159.3
8	S	6.00	141.9	0.0	-78.5	-139.0	-91.7	9877	159.3
9	S	6.00	141.9	0.0	-78.5	-139.0	-91.7	9877	159.3
10	S	6.00	141.9	0.0	-78.5	-139.0	-91.7	9877	159.3
11	S	3.54	106.4	0.0	-13.4	-97.9	-134.7	3153	53.1
12	S	5.68	151.6	0.0	-62.9	-146.6	-78.9	8635	138.0
13	S	5.68	151.6	0.0	-62.9	-146.6	-78.9	8635	138.0
14	S	5.68	151.6	0.0	-62.9	-146.6	-78.9	8635	138.0
15	S	5.68	151.6	0.0	-62.9	-146.6	-78.9	8635	138.0

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	-0.00008	0	0.833	26.0	72	0.00004 (0.00004)	682	0.027 (0.20)	32428.46	24836.67
2	S	-0.00033	0	0.833	26.0	72	0.00019 (0.00019)	706	0.133 (0.20)	12276.46	21272.78
3	S	-0.00033	0	0.833	26.0	72	0.00019 (0.00019)	706	0.133 (0.20)	12276.46	21272.78
4	S	-0.00033	0	0.833	26.0	72	0.00019 (0.00019)	706	0.133 (0.20)	12276.46	21272.78
5	S	-0.00033	0	0.833	26.0	72	0.00019 (0.00019)	706	0.133 (0.20)	12276.46	21272.78
6	S	-0.00013	0	0.833	26.0	72	0.00007 (0.00007)	734	0.054 (0.20)	26981.86	15897.78
7	S	-0.00041	0	0.833	26.0	72	0.00024 (0.00024)	702	0.165 (0.20)	13424.38	18617.71
8	S	-0.00041	0	0.833	26.0	72	0.00024 (0.00024)	702	0.165 (0.20)	13424.38	18617.71
9	S	-0.00041	0	0.833	26.0	72	0.00024 (0.00024)	702	0.165 (0.20)	13424.38	18617.71
10	S	-0.00041	0	0.833	26.0	72	0.00024 (0.00024)	702	0.165 (0.20)	13424.38	18617.71
11	S	-0.00008	0	0.833	26.0	72	0.00004 (0.00004)	682	0.027 (0.20)	32428.46	24836.67
12	S	-0.00033	0	0.833	26.0	72	0.00019 (0.00019)	706	0.133 (0.20)	12276.46	21272.78
13	S	-0.00033	0	0.833	26.0	72	0.00019 (0.00019)	706	0.133 (0.20)	12276.46	21272.78
14	S	-0.00033	0	0.833	26.0	72	0.00019 (0.00019)	706	0.133 (0.20)	12276.46	21272.78
15	S	-0.00033	0	0.833	26.0	72	0.00019 (0.00019)	706	0.133 (0.20)	12276.46	21272.78

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	1.17	175.0	0.0	14.8	-166.3	-7.5	----	----
2	S	1.50	175.0	0.0	10.1	-166.3	-7.5	----	----
3	S	1.50	175.0	0.0	10.1	-166.3	-7.5	----	----

4	S	1.50	175.0	0.0	10.1	-166.3	-7.5	---	---
5	S	1.50	175.0	0.0	10.1	-166.3	-7.5	---	---
6	S	1.17	175.0	0.0	14.8	-166.3	-7.5	---	---
7	S	1.50	175.0	0.0	10.1	-166.3	-7.5	---	---
8	S	1.50	175.0	0.0	10.1	-166.3	-7.5	---	---
9	S	1.50	175.0	0.0	10.1	-166.3	-7.5	---	---
10	S	1.50	175.0	0.0	10.1	-166.3	-7.5	---	---
11	S	1.17	175.0	0.0	14.8	-166.3	-7.5	---	---
12	S	1.50	175.0	0.0	10.1	-166.3	-7.5	---	---
13	S	1.50	175.0	0.0	10.1	-166.3	-7.5	---	---
14	S	1.50	175.0	0.0	10.1	-166.3	-7.5	---	---
15	S	1.50	174.6	0.0	10.1	-166.3	-7.5	---	---

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	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
12	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
13	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
14	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
15	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P8	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

8.3 Verifica a taglio

diametro armature trasversale	φ	12	mm
bracci staffe	bs	4	
area armature trasversale	A_{sw}	5	cm ²
passo staffe	s	20	cm
copriferro netto + staffa + $f_i/2$	c'	9	cm
spessore anima sezione rettangolar	sb	0	cm
sezione	tipo	circolare	
tipologia di verifica taglio	secondo	statica $q=1$	
Direzione Longitudinale			
resistenza ridotta	$f'c$	9	Mpa
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	253	cm
larghezza biella	bw	295	cm
inclinazione staffe	α	90	gradi
inclinazione biella	ϑ	22	gradi
resistenza puntoni	V_c	23293	kN
resistenza staffe	V_s	5593	kN
taglio resisitente	V_r	5593	kN
taglio massimo agente	V_{ed}	4660	kN
	V_{ed}/V_{rd}	0.83	
Direzione Trasversale			
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	253	cm
larghezza biella	bw	295	cm
inclinazione biella	ϑ	22	gradi
resistenza puntoni	V_c	23293	kN
resistenza staffe	V_s	5593	kN
taglio resisitente	V_r	5593	kN
taglio massimo agente	V_{ed}	4552	kN
	V_{ed}/V_{rd}	0.81	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P8	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

8.4 Verifica minimi di armatura

Secondo quanto prescritto dalle NTC2018 e dal “Manuale di Progettazione delle Opere Civili” i quantitativi minimi di armatura da rispettare sono:

- *L’area dell’armatura longitudinale dovrà essere non inferiore allo 0,6% dell’area della sezione effettiva del calcestruzzo. Questa prescrizione non si applica ai tratti di pile che, per motivi idraulici, sono realizzati a sezione piena; per queste, fatte salve le esigenze di calcolo, si manterrà l’armatura corrispondente alla sezione del tratto cavo immediatamente superiore;*
- *Le barre di armatura longitudinale non dovranno distare fra loro più di 300 mm compatibilmente con i limiti forniti nella Tab. 2.5.2.2.6-1;*

Diametro delle barre [mm]	Massimo interasse delle barre [mm]
32	300
24	250
20	200

Tab. 2.5.2.2.6-1 – Diametri e relativi interassi massimi delle barre

- *Non è ammesso l’impiego di staffe elicoidali (spiral);*
- *Non è consentito congiungere tra loro i bracci delle staffe per sovrapposizione. Le staffe devono essere chiuse risvoltando i bracci nel nucleo di calcestruzzo mediante la piegatura dei ferri di 135° verso l’interno e per una lunghezza non inferiore a 10 volte il diametro della staffa;*
- *Nella zona di spiccato delle pile e in quella di sommità delle pile a telaio, per un tratto di lunghezza non inferiore a 3 metri non è consentito operare alcun tipo di giunzione delle armature verticali; al di fuori di tale tratto è consentito congiungere, in modo graduale, le barre verticali mediante sovrapposizione o altro. In particolare, le giunzioni devono essere effettuate in modo da interessare non più di 1/3 delle barre longitudinali presenti nella generica sezione, sfalsando due riprese di armatura successive di almeno 40 diametri in senso verticale;*

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P8</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

- *L'interasse delle armature trasversali s non deve essere superiore a 10 volte il diametro delle barre longitudinali, né a 1/5 del diametro del nucleo della sezione interna alle stesse;*
- *Nelle pile a sezione cava dovranno prevedersi spille di collegamento fra le armature longitudinali in numero di almeno 6 a metro quadro;*
- *Nel caso in cui il fattore di struttura “q” sia minore o uguale ad 1,5 l'armatura di confinamento delle pile si devono rispettare le limitazioni sulla percentuale meccanica:*

minimi per armatura flessionale			
numero di ferri longitudinali	n	140	
diametro del ferro longitudinale	fi	26	mm
diametro minimo armatura a taglio	fi	8	mm
passo massimo longitudinale	p	30	cm
area dell'armatura longitudinale	As	74330	mm ²
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	9621000.00	mm ³
		0.77%	>0.6%
minimi per confinamento se $q \leq 1.5$			
accelerazione al suolo per SLV	ag	0.15	g
coefficiente di verifica	ζ	0.07	
interasse staffe	s	200	mm
diametro armature trasversale	φ	12	mm
Area della singola staffa	Asw	1.131	mm ²
Area totale staffe	Asw	2.26	mm ²
area totale legature	Asl	12.69	mm ²
percentuale meccanica arm. Trasv	wwd,r	0.0444	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P8</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

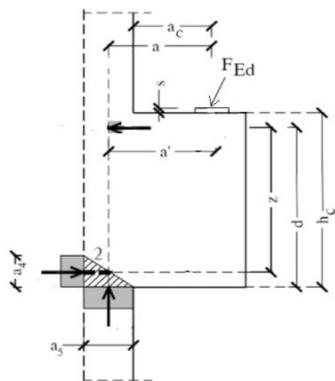
8.5 Verifica spostamenti

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva delle escursioni longitudinali per tutte le tipologie di luce presenti lungo la linea:

$$E_L \geq 2,30 \cdot \frac{L}{1000} + 0,073 \text{ e } E_L \geq 0,10m$$

L imp (m)	EL (cm)	Corsa appoggi (cm)	Escursione giunti (cm)	Varco (cm)
17.9	12.0	7.5	7.0	8.0
25	14.0	8.8	8.0	9.0
40	17.0	10.6	9.5	10.5
50	19.0	11.9	10.5	11.5
60	22.0	13.8	12.0	13.0

9. PULVINO

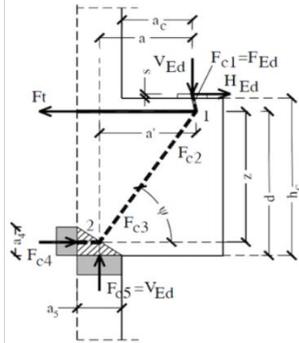
<u>Geometria mensola</u>							
	Altezza mensola	hc	2000	[mm]			
	larghezza mensola	atot	3549.10288	[mm]			
	profondità	b	2000	[mm]			
	copriferro	c	85	[mm]			
	applicazione carico	ac	50	[mm]			
	altezza utile	d	1915	[mm]			
	braccio delle forze interne	z	1532	[mm]			
tipologia di mensola:		MENSOLA MOLTO TOZZA $2a < z$					
<u>Materiali</u>							
	resistenza a compressione cilindrica	fck	32	[Mpa]			
	resistenza di calcolo	fcd	18.13333333	[Mpa]			
	coefficiente riduttivo	h'	0.872	[Mpa]			
	tensione massima nodo CCC	sRd1,max	15.81226667	[Mpa]			
	tensione massima nodo CCT	sRd2,max	13.44042667	[Mpa]			
	resistenza dell'acciaio	fyk	450	[Mpa]			
	resistenza di calcolo dell'acciaio	fyd	391.3043478	[Mpa]			

9.1 Progettazione armatura principale e secondaria

Calcolo armatura principale

con riferimento al modello 1 di traliccio semplificato, si determina l'armatura principale allo SLU

modello 1



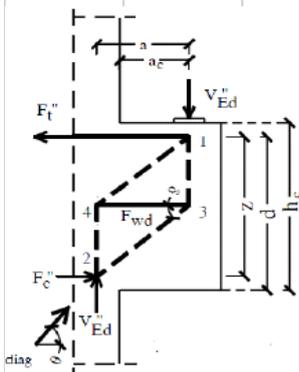
azione esterna applicata	Fed = Fc5	5232.403352	[Kn]
forza orizzontale trasmessa	Hed	186.9583993	
braccio della forza di trazione	z	1532	[mm]
larghezza risultante di riferimento	a5	165.4539309	[mm]
braccio della forza di compressione	a	132.7269654	[mm]
trazione nelle barre che si verifica	Ft = Fc4	518.6055891	[Kn]
armatura superiore	As	1325.325394	[mm2]
diametro del ferro longitudinale	Φ	16	[mm]
passo armature	p	20	[cm]
numero di strati di barre	nst	1	
numeri ferri predisposti in b	n	10	
areare ferri resistenti	Ares	2009.6	[mm2]
coef. di sicurezza	Trd/Fc4	1.51630687	

verifica nodo 1 CCC

lunghezza di applicazione delle s4	a4	766	[mm]	
tensione di compressione 4	s4	0.338515398	[Mpa]	Oke

Calcolo armatura secondaria orizzontale

modello 2



angolo di inclinazione	Ψ	84.33678908	[gradi]
coefficiente di ripartizione	c	13.15705408	[%]
braccio della forza di trazione	z	1532	[mm]
braccio della forza di compressione	a	132.7269654	[mm]
trazione nelle barre secondarie	Fwd	875.0151591	[Kn]
armatura secondaria	As	2236.149851	[mm2]
armatura minima 0.25As	Amin	502.4	
diametro ferri secondari	Φ	16	[mm]
passo armature direzione b	s	20	[cm]
numero di strati di barre	nst	1	
numeri ferri predisposti in b	n	10	
areare ferri resistenti	Ares	2009.6	[mm2]
coef. di sicurezza	Trd/Fc4	1.51630687	

verifica nodo 2 CCT

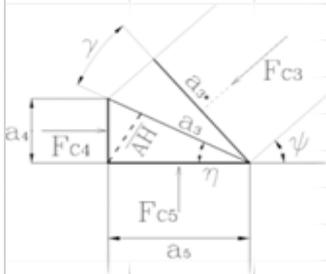
(sotto la piastra)

area piastra di contatto	Aap	640000	[mm2]	
tensione di compr. sotto la piastra	sc1	8.175630238	[Mpa]	Oke

9.2 Verifica dei nodi

Nodo CCC

		biella di copressione verticale	Fc1	5232.403352	[Kn]	
		biella comprella orizzontale	Fc2	518.6055891	[Kn]	
		biella compresaa inclinata	Fc3	5258.089898	[Kn]	
		lunghezza di applicazione delle s5	a5	165.4539309	[mm]	
		tensione di compressione 5	s5	15.81226667	[Mpa]	Ok
		per completezza possiamo comunque determinare le altre tensioni				
		lunghezza di applicazione delle s4	a4	766	[mm]	
		lunghezza di applicazione puntone 3	a3	783.6651091	[mm]	
		lunghezza di applicazione puntone 3	a3*	166.2654017	[mm]	
		difetto di ortogonalità	c	72.18777088	[gradi]	
		tensione di compressione 4	s4	0.338515398	[Mpa]	Ok
		tensione di compressione 3	s3	3.354806688	[Mpa]	Ok
		tensione di compressione 3*	s3*	15.81233932	[Mpa]	OK



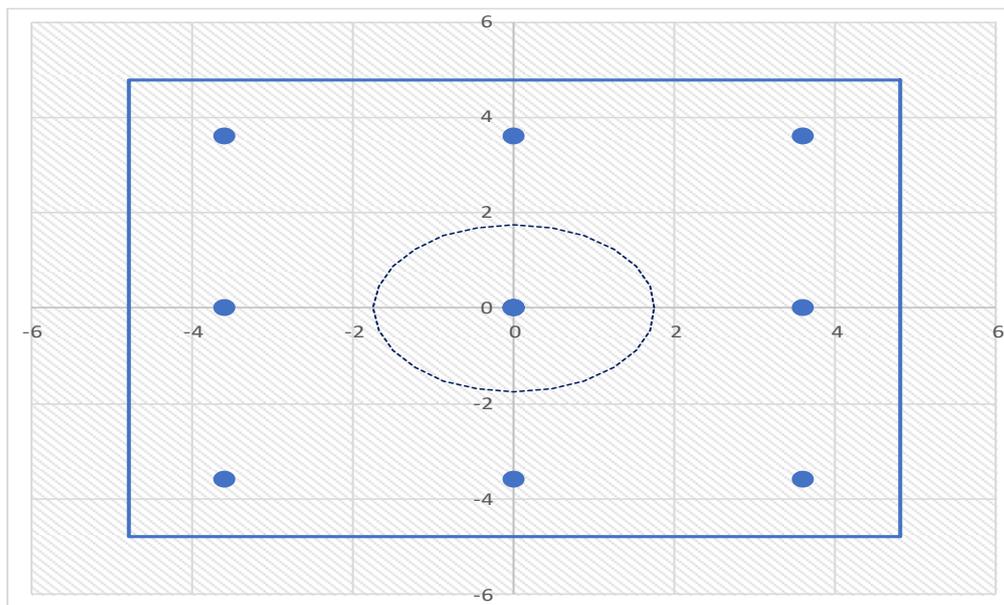
Nodo CCT

		forza di contatto	Fc1	5232.403352	[Kn]	
		biella di calcestruzzo inclinata	Fc3	5258.089898	[Kn]	
		trazione barra	T	518.6055891	[Kn]	
		lunghezza di applicazione contatto	a1	800	[mm]	
		lunghezza di applicazione contatto	b	800	[mm]	
		lunghezza di applicazione puntone	a2	813.6647562	[mm]	
		lunghezza tirante	u	178	[mm]	
		angolo di inclinazione	h	84.33678908	[gradi]	
		tesnione di contatto	$s_{c1} < s_{Rd2,t}$	8.18	\leq	13.44 Ok
		tensione biella di calcestruzzo incl.	$s_{c3} < s_{Rd2,t}$	8.08	\leq	13.44 Ok

10. PLINTO DI FONDAZIONE

Per la progettazione e verifica del plinto di fondazione è necessario valutare preventivamente le sollecitazioni agenti sui singoli pali. Tali sollecitazioni sono state identificate mediante una ripartizione rigida dal baricentro della fondazione.

numero di pali	n.	9	
diámetro pali	D	1.2	m
interasse pali	i	3.6	m
altezza plinto di fondazione	h	2.5	m
Check verifica			
sbalzo direzione trasversale	at	1.85	m
sbalzo direzione longitudinale	al	1.85	m
direzione trasversale	a/h	0.74	Plinto basso
direzione longitudinale	a/h	0.74	Plinto basso



Dalle sollecitazioni ottenute precedentemente nel baricentro in corrispondenza dell'intradosso della fondazione si sono ottenute le seguenti sollecitazioni in testa palo:

Scarichi $q=1.5/1.1$ se plinto snello					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	0	3.6	4377.3	3158.6	5047.0
2	0	-3.6	2707.4	1328.9	-559.4
3	3.6	3.6	5180.6	6234.3	6018.1
4	3.6	-3.6	3510.6	4404.6	411.8
5	-3.6	-3.6	1904.2	-1746.8	-1530.5
6	-3.6	3.6	3574.1	82.9	4075.8
7	3.6	0	4345.6	5319.5	3214.9
8	-3.6	0	2739.1	-831.9	1272.7
9	0	0	3542.4	2243.8	2243.8
	0	0	3542.4	2243.8	2243.8
	0	0	3542.4	2243.8	2243.8
	0	0	3542.4	2243.8	2243.8
taglio combinato in			131.3999	428.4332	467.506
Scarichi $q=1$ se plinto tozzo e verifica a taglio					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	0	3.6	3293.3	3158.6	5047.0
2	0	-3.6	1463.6	1328.9	-559.4
3	3.6	3.6	4264.4	6234.3	6018.1
4	3.6	-3.6	2434.7	4404.6	411.8
5	-3.6	-3.6	492.5	-1746.8	-1530.5
6	-3.6	3.6	2322.2	82.9	4075.8
7	3.6	0	3349.6	5319.5	3214.9
8	-3.6	0	1407.3	-831.9	1272.7
9	0	0	2378.5	2243.8	2243.8
	0	0	2378.5	2243.8	2243.8
	0	0	2378.5	2243.8	2243.8
	0	0	2378.5	2243.8	2243.8
taglio combinato in			233.6563	428.4332	467.506

Il plinto di fondazione è stato verificato ipotizzando un meccanismo di tirante puntone ricadendo nella categoria di elementi tozzi. La larghezza collaborante è stata valutata tramite una diffusione a 45° rispetto al diametro del palo più sollecitato, quindi fermata in corrispondenza della pila o della linea media dell'interasse del palo successivo.

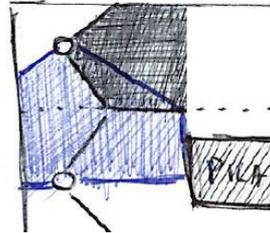


Figura 13 - mensola di riferimento

10.1 Dimensionamento armature

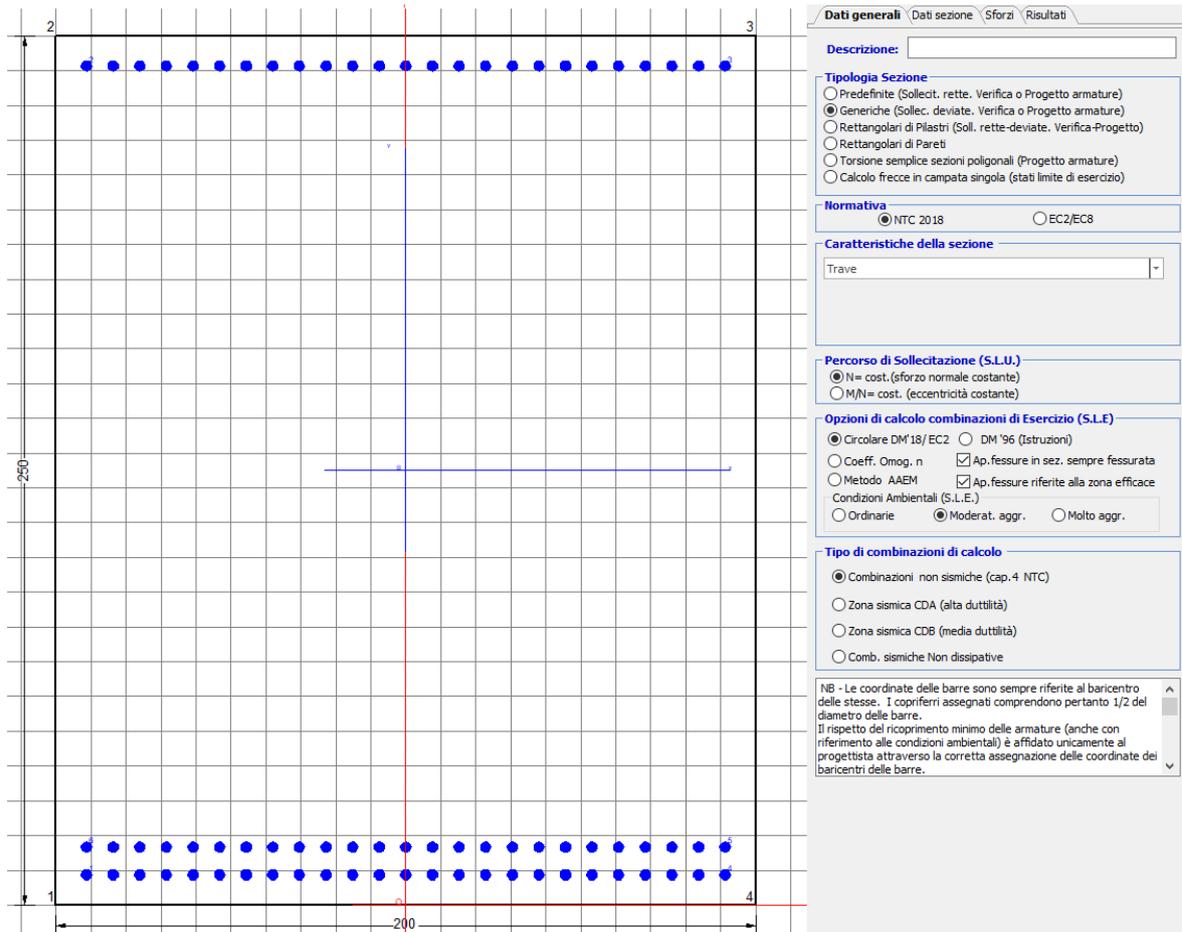
larghezza di riferimento della mensola equivalente	b	2.83	m
peso del plinto sulla larghezza equivalente	q1	169.71	Kn m
peso specifico del terreno di ricoprimento	y	19.00	kN/m ³
altezza di ricoprimento	hrint	1.50	m
peso del terreno sulla larghezza equivalente	q2	80.61	Kn m
reazione del palo	R	5279.35	KN
lunghezza della mensola	L	3.34	m
momento positivo dato dal terreno e peso plinto	M+	1816.3	KN m
momento negativo dato dalla reazione del palo	M-	17639.2	kN m
	Med	15822.86	kN m
dimensionamento della sezione			
altezza della sezione	h	2.50	m
altezza utile	d	2.40	m
posizionamento dell'asse neutro	yc	0.48	m
resistenza caratteristica del calcestruzzo	fck	25.00	MPa
resistenza di calcolo del calcestruzzo	fcd	14.17	MPa
forza di compressione allo stato limite ultimo	Fc=Fs	8241.1	KN
angolo di inclinazione risultante	α	45.00	gradi
proiezione forza di trazione in trasversale	Tt	5827.3	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale	Tl	5827.3	KN

proiezione nelle due direzioni e definizione dell'armatura						
area dell'armatura inferiore richiesta in tras			At	14892.2	mm ²	
diametro armatura			Φ	26.00	mm	
passo armatura trasversale			p	10.00	cm	
numero di strati			ns	2.00		
lunghezza di collaborazione			L	2.00	m	
numero di ferri per strato			n	20.00		
area complessiva sulla lunghezza collaborante			Ares	21237.2	mm ²	
			coef. Sicur	0.70		
area dell'armatura inferiore richiesta in long			Al	0.0	mm ²	
diametro armatura			Φ	14892.20		
passo armatura longitudinale			p	26.00	cm	
numero di strati			ns	10.00		
lunghezza di collaborazione			L	2.00	m	
numero di ferri per strato			n	2.00		
area complessiva sulla lunghezza collaborante			Ares	20.0	mm ²	
			coef. Sicur	21237.17		
tasso di lavoro armatura allo SLU			σt	0.00	MPa	
tasso di lavoro armatura allo SLU			σl	0.00	MPa	

10.2 Verifica a prso-flessione

10.2.1 Direzione trasversale

Armatura disposta lungo la direzione trasversale all'asse del ponte



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: fondazione X 200x250

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa

Resis. media a trazione fctm:	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
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: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-100.0	0.0
2	-100.0	250.0
3	100.0	250.0
4	100.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-91.3	8.7	30
2	-91.3	241.3	30
3	91.3	241.3	30
4	91.3	8.7	30
5	91.3	16.7	30
6	-91.3	16.7	30

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	23	30
2	6	5	23	30
3	1	4	23	30

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	0.00	11188.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	11345.00	0.00	0.00	0.00

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 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	0.00	8911.00	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 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	0.00	7798.00 (7715.21)	0.00 (0.00)

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	0.00	4449.00 (7715.21)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.6 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 Tesa	Area armature trave [cm ²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	11188.00	0.00	0.00	31348.78	0.00	2.80	353.4(71.4)
2	S	0.00	11345.00	0.00	0.00	31348.78	0.00	2.76	353.4(71.4)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
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	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.125	-100.0	250.0	0.00249	-91.3	241.3	-0.02450	-91.3	8.7
2	0.00350	0.125	-100.0	250.0	0.00249	-91.3	241.3	-0.02450	-91.3	8.7

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	0.000116037	-0.025509170	0.125	0.700
2	0.000000000	0.000116037	-0.025509170	0.125	0.700

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 [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] 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	4.00	-100.0	250.0	-120.4	15.2	8.7	6300	353.4

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm Esito della verifica
e1	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
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	= (e1 + e2)/(2*e1) [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	Copriferro [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 Smax / Es [(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	-0.00063	0	0.908	30.0	72	0.00042 (0.00036)	410	0.171 (990.00)	7715.21	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	3.50	-100.0	250.0	-105.3	83.7	8.7	6300	353.4

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	-0.00056	0	0.908	30.0	72	0.00034 (0.00032)	410	0.140 (0.20)	7715.21	0.00

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

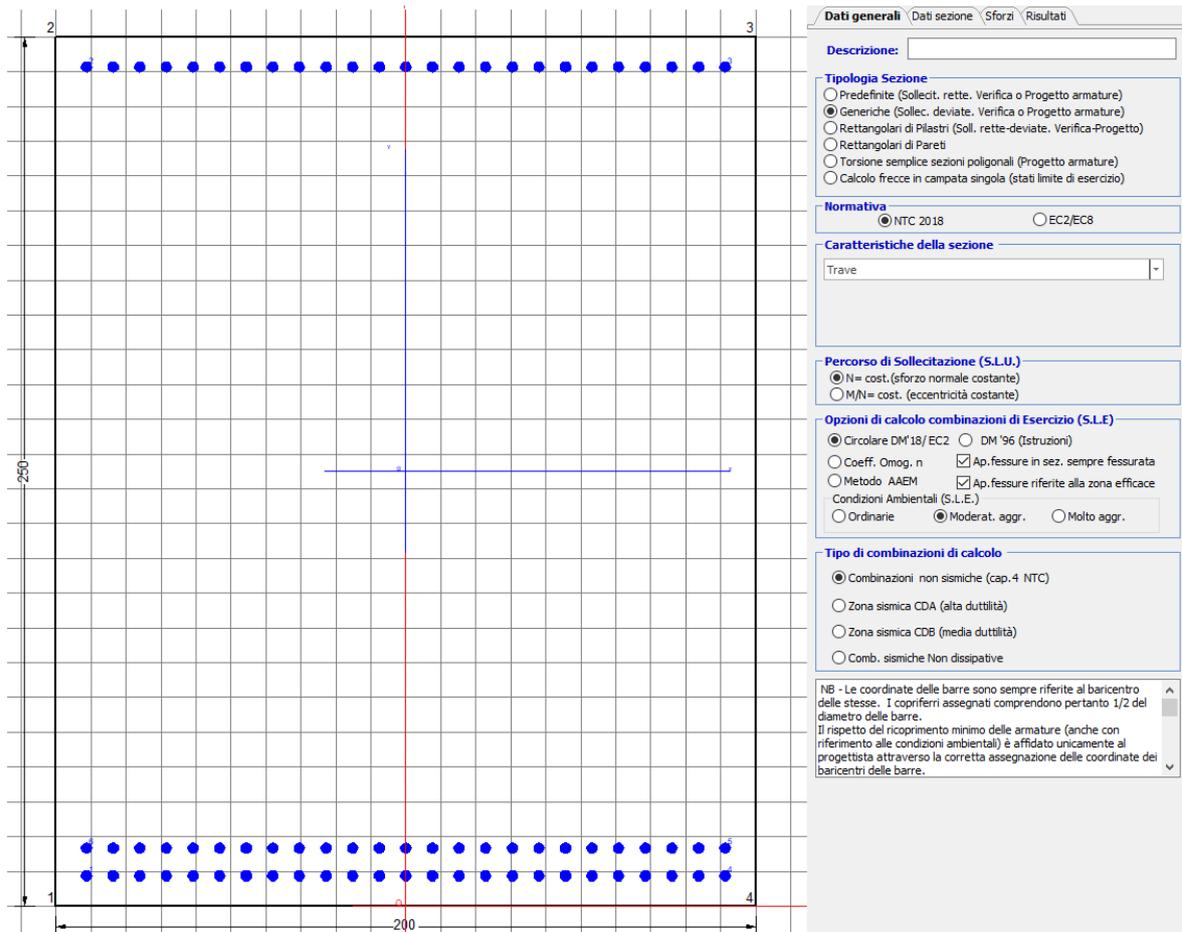
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.99	-100.0	250.0	-60.1	-68.5	8.7	6300	353.4

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	-0.00032	0	0.908	30.0	72	0.00018 (0.00018)	410	0.074 (0.20)	7715.21	0.00

10.2.2 Direzione longitudinale

Armatura disposta lungo la direzione longitudinale all'asse del ponte



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: fondazione Y 200x250

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione: Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento: N.T.C.
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C25/30
Resis. compr. di progetto fcd: 14.160 MPa
Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020
Def.unit. ultima ecu: 0.0035
Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec: 31475.0 MPa

Resis. media a trazione fctm:	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
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 $\beta_1 \beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-100.0	0.0
2	-100.0	250.0
3	100.0	250.0
4	100.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-91.3	8.7	30
2	-91.3	241.3	30
3	91.3	241.3	30
4	91.3	8.7	30
5	91.3	16.7	30
6	-91.3	16.7	30

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	23	30
2	6	5	23	30
3	1	4	23	30

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	0.00	11188.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	11345.00	0.00	0.00	0.00

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 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	0.00	8911.00	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 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	0.00	7798.00 (7715.21)	0.00 (0.00)

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	0.00	4449.00 (7715.21)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.6 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 Tesa	Area armature trave [cm ²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	11188.00	0.00	0.00	31348.78	0.00	2.80	353.4(71.4)
2	S	0.00	11345.00	0.00	0.00	31348.78	0.00	2.76	353.4(71.4)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
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	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.125	-100.0	250.0	0.00249	-91.3	241.3	-0.02450	-91.3	8.7
2	0.00350	0.125	-100.0	250.0	0.00249	-91.3	241.3	-0.02450	-91.3	8.7

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	0.000116037	-0.025509170	0.125	0.700
2	0.000000000	0.000116037	-0.025509170	0.125	0.700

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 [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] 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	4.00	-100.0	250.0	-120.4	15.2	8.7	6300	353.4

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm Esito della verifica
e1	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
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	= (e1 + e2)/(2*e1) [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	Copriferro [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 Smax / Es [(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	-0.00063	0	0.908	30.0	72	0.00042 (0.00036)	410	0.171 (990.00)	7715.21	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	3.50	-100.0	250.0	-105.3	83.7	8.7	6300	353.4

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	-0.00056	0	0.908	30.0	72	0.00034 (0.00032)	410	0.140 (0.20)	7715.21	0.00

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	1.99	-100.0	250.0	-60.1	-68.5	8.7	6300	353.4

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	-0.00032	0	0.908	30.0	72	0.00018 (0.00018)	410	0.074 (0.20)	7715.21	0.00

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P8</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

10.3 Verifica a punzonamento

perimetro del palo			uo	3.76991	m
diffusione dello sforzo			secondo	NS 3483E	
angolo d'inclinazione superficie			ϑ	45	gradi
perimetro zona critica			u1	17.3416	m
altezza della sezione utile			d	2.16	m
raggio interno			r	0.6	m
raggio esterno			R	2.76	m
ipotenusa triangolo interno del cono			a	3.0547	m
angolo massimo di sviluppo			$\alpha 1$	25	gradi
angolo minimo di sviluppo			$\alpha 2$	-115	gradi
sviluppo della superficie resistente			α	1.22173	rad
superficie totale del tronco cono			S1	12.5396	m ²
coefficiente carico			β	1.4	
resistenza caratteristica del calcestruzzo			fck	25	MPa
resistenza di calcolo del calcestruzzo			fcd	14.1667	MPa
valore di progetto del taglio			Ved	5279.35	kN
valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo					
tensione di progetto di verifica su perimetro uo			ved	0.90766	MPa
resistenza associata			vRd,max	5	MPa
				0.18153	
valore di progetto di una piastra priva di armature a punzonamento					
coefficiente di dato dai carichi			CRd,c	0.12	
fattore di scala			k	2	
percentuale geometrica armatura fless. trasv			ρ_{ly}	0.00654	
percentuale geometrica armatura fless. long			ρ_{lz}	0.00654	
percentuale meccanica complessiva			ρ_l	0.00926	
coefficiente			k1	0.1	
tensione di progetto di verifica su perimetro u1			ved	0.58942	MPa
			vRd,c	0.63489	MPa
				0.92839	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P8</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

11. PALI DI FONDAZIONE

11.1 Ridistribuzione sollecitazioni testa palo

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

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

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.

11.2 Verifica strutturale

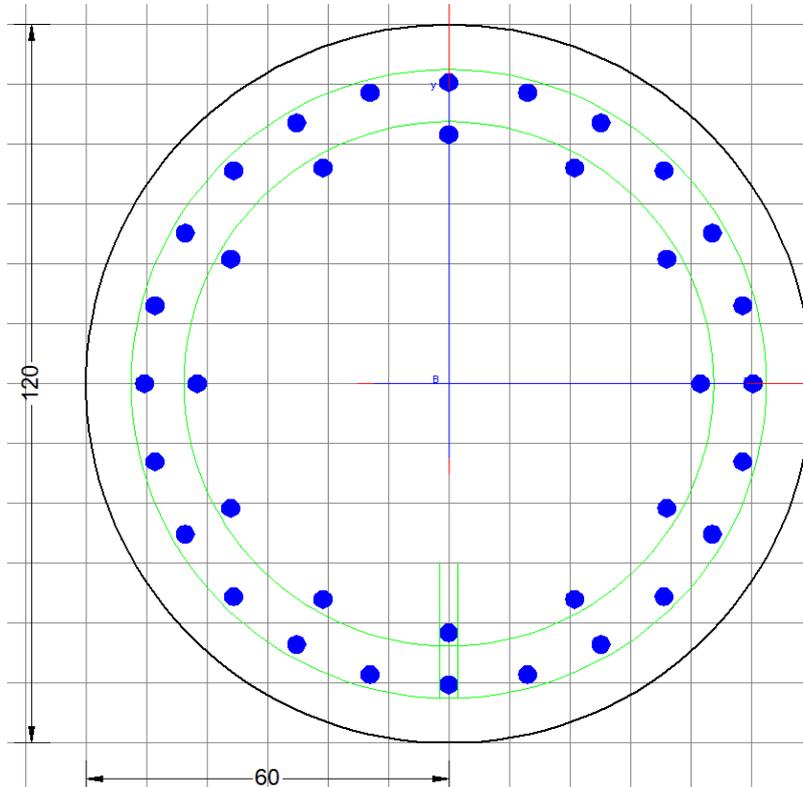
A seconda della verifica di riferimento le sollecitazioni identificate sono riferite ad un fattore di comportamento differente, ottenendo per cui le seguenti ridistribuzioni in testa palo:

Sollecitazioni nel baricentro della fondazione per analisi di presso-flessione

TABELLA PER FLESSIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	31881	1242	972	18035	17350	
E_103x_SLV_q=1.36_63	20194	4173	1346	45062	15799	
E_103y_SLV_q=1.36_64	20194	1890	3509	15115	49176	
E_103x_SLV_q=1.36_63	20194	4173	1346	45062	15799	
E_103y_SLV_q=1.36_64	20194	1890	3509	15115	49176	

Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	0	3.6	4377.33	4329.98	2943.55
2	0	-3.6	2707.41	157.613	1544.04
3	3.6	3.6	5180.57	5061.41	5220.24
4	3.6	-3.6	3510.65	889.042	3820.73
5	-3.6	-3.6	1904.17	-573.82	-732.65
6	-3.6	3.6	3574.08	3598.55	666.867
7	3.6	0	4345.61	2975.23	4520.48
8	-3.6	0	2739.12	1512.37	-32.89
9	0	0	3542.37	2243.8	2243.8
taglio equivalente			175.2	487.185	442.851
alfa derivante dall'analisi geotecnica				α	2.03
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	5181	138	108	414	324
combo2	5061	464	150	1391	449
combo3	5220	210	390	630	1170
combo4	-733	210	390	630	1170



Dati generali \ Dati sezione \ Sforzi \ Risultati

Descrizione:

Tipologia Sezione

Predefinite (Sollec. rette. Verifica o Progetto armature)

Generiche (Sollec. deviate. Verifica o Progetto armature)

Rettangolari di Pilastri (Soll. rette-deviate. Verifica-Progetto)

Rettangolari di Pareti

Torsione semplice sezioni poligonali (Progetto armature)

Calcolo frecce in campata singola (stati limite di esercizio)

Normativa

NTC 2018 EC2/EC8

Caratteristiche della sezione

Pilastro

Percorso di Sollecitazione (S.L.U.)

N= cost. (sforzo normale costante)

M/N= cost. (eccentricità costante)

Opzioni di calcolo combinazioni di Esercizio (S.L.E.)

Circolare DM'18/ EC2 DM '96 (Istruzioni)

Coeff. Omog. n Ap.fessure in sez. sempre fessurata

Metodo AAEM Ap.fessure riferite alla zona efficace

Condizioni Ambientali (S.L.E.):

Ordinarie Moderat. aggr. Molto aggr.

Tipo di combinazioni di calcolo

Combinazioni non sismiche (cap.4 NTC)

Zona sismica CDA (alta duttilità)

Zona sismica CDB (media duttilità)

Comb. sismiche Non dissipative

NB - Le coordinate delle barre sono sempre riferite al baricentro delle stesse. I copriferri assegnati comprendono pertanto 1/2 del diametro delle barre.
Il rispetto del ricoprimento minimo delle armature (anche con riferimento alle condizioni ambientali) è affidato unicamente al progettista attraverso la corretta assegnazione delle coordinate dei baricentri delle barre.

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: palo 1.2

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	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
	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: 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 circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonfer. 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
 \emptyset Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	\emptyset
1	0.0	0.0	50.3	24	30
2	0.0	0.0	41.6	12	30

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	5279.35	225.71	316.47	0.00	0.00
2	1345.53	139.08	168.68	0.00	0.00
3	5180.57	280.07	219.21	0.00	0.00
4	5279.35	225.71	316.47	0.00	0.00
5	5180.57	280.07	219.21	0.00	0.00
6	5279.35	225.71	316.47	0.00	0.00
7	5220.24	426.39	791.43	0.00	0.00
8	-732.65	426.39	791.43	0.00	0.00
9	5061.41	941.25	303.56	0.00	0.00
10	5220.24	426.39	791.43	0.00	0.00
11	5061.41	941.25	303.56	0.00	0.00
12	5220.24	426.39	791.43	0.00	0.00

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 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	3718.69	155.59	206.53
2	1072.63	155.59	200.92
3	3651.36	193.11	139.27
4	3718.69	155.59	206.53
5	3651.36	193.11	139.27
6	3718.69	155.59	206.53
7	4189.98	221.29	437.22
8	217.21	221.29	437.22
9	3725.31	497.29	175.72
10	3810.45	221.29	437.22
11	3725.31	586.81	175.72
12	3810.45	221.29	484.43

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	3718.69	155.59 (0.00)	206.53 (0.00)
2	1072.63	155.59 (1162.88)	200.92 (1501.67)
3	3718.69	155.59 (0.00)	206.53 (0.00)
4	3718.69	155.59 (0.00)	206.53 (0.00)
5	3718.69	155.59 (0.00)	206.53 (0.00)
6	3718.69	155.59 (0.00)	206.53 (0.00)

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	2301.10	0.42 (0.00)	32.87 (0.00)
2	2071.07	0.42 (0.00)	32.87 (0.00)
3	2301.10	0.42 (0.00)	32.87 (0.00)
4	2301.10	0.42 (0.00)	32.87 (0.00)
5	2301.10	0.42 (0.00)	32.87 (0.00)
6	2301.10	0.42 (0.00)	32.87 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.2 cm

Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.7 cm

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P8</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

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	5279.35	225.71	316.47	5279.64	2662.32	3729.76	11.79	254.5(33.9)
2	S	1345.53	139.08	168.68	1345.26	2639.10	3176.06	18.89	254.5(33.9)
3	S	5180.57	280.07	219.21	5180.34	3603.98	2820.62	12.87	254.5(33.9)
4	S	5279.35	225.71	316.47	5279.64	2662.32	3729.76	11.79	254.5(33.9)
5	S	5180.57	280.07	219.21	5180.34	3603.98	2820.62	12.87	254.5(33.9)
6	S	5279.35	225.71	316.47	5279.64	2662.32	3729.76	11.79	254.5(33.9)
7	S	5220.24	426.39	791.43	5220.54	2173.17	4032.14	5.10	254.5(33.9)
8	S	-732.65	426.39	791.43	-732.63	1737.76	3213.27	4.06	254.5(33.9)
9	S	5061.41	941.25	303.56	5061.58	4355.51	1404.26	4.63	254.5(33.9)
10	S	5220.24	426.39	791.43	5220.54	2173.17	4032.14	5.10	254.5(33.9)
11	S	5061.41	941.25	303.56	5061.58	4355.51	1404.26	4.63	254.5(33.9)
12	S	5220.24	426.39	791.43	5220.54	2173.17	4032.14	5.10	254.5(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	48.8	0.8	0.00289	43.6	25.2	-0.00325	-43.6	-25.2
2	0.00350	46.3	0.8	0.00269	35.6	35.6	-0.00547	-35.6	-35.6
3	0.00350	37.0	0.8	0.00288	35.6	35.6	-0.00328	-35.6	-35.6
4	0.00350	48.8	0.8	0.00289	43.6	25.2	-0.00325	-43.6	-25.2
5	0.00350	37.0	0.8	0.00288	35.6	35.6	-0.00328	-35.6	-35.6
6	0.00350	48.8	0.8	0.00289	43.6	25.2	-0.00325	-43.6	-25.2
7	0.00350	52.8	27.1	0.00290	43.6	25.2	-0.00330	-43.6	-25.2
8	0.00350	52.8	27.1	0.00254	43.6	25.2	-0.00736	-43.6	-25.2
9	0.00350	18.4	56.6	0.00289	13.0	48.6	-0.00334	-13.0	-48.6
10	0.00350	52.8	27.1	0.00290	43.6	25.2	-0.00330	-43.6	-25.2
11	0.00350	18.4	57.5	0.00289	13.0	48.6	-0.00334	-13.0	-48.6
12	0.00350	52.8	24.9	0.00290	43.6	25.2	-0.00330	-43.6	-25.2

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	0.000049895	0.000035586	-0.000177131	----	----
2	0.000062843	0.000051816	-0.001387025	----	----
3	0.000037991	0.000048538	-0.000198302	----	----
4	0.000049895	0.000035586	-0.000177131	----	----
5	0.000037991	0.000048538	-0.000198302	----	----
6	0.000049895	0.000035586	-0.000177131	----	----
7	0.000054246	0.000029226	-0.000197072	----	----
8	0.000086712	0.000046717	-0.002409756	----	----
9	0.000019048	0.000059062	-0.000223455	----	----
10	0.000054246	0.000029226	-0.000197072	----	----
11	0.000019048	0.000059062	-0.000223455	----	----
12	0.000054246	0.000029226	-0.000197072	----	----

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 [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] 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	3.53	47.9	0.0	23.5	-43.6	-25.2	----	----
2	S	1.80	47.4	0.0	-3.3	-35.6	-35.6	512	14.1
3	S	3.40	35.1	0.0	23.9	-25.2	-43.6	----	----
4	S	3.53	47.9	0.0	23.5	-43.6	-25.2	----	----
5	S	3.40	35.1	0.0	23.9	-25.2	-43.6	----	----
6	S	3.53	47.9	0.0	23.5	-43.6	-25.2	----	----
7	S	4.80	53.5	0.0	16.1	-43.6	-25.2	----	----
8	S	3.04	53.5	0.0	-60.6	-43.6	-25.2	1631	56.5
9	S	4.65	20.0	0.0	9.6	-13.0	-48.6	----	----
10	S	4.55	53.5	0.0	12.3	-43.6	-25.2	----	----
11	S	5.00	17.2	0.0	5.1	-13.0	-48.6	0	0.0
12	S	4.72	54.6	0.0	10.2	-43.6	-25.2	----	----

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k4	= 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	Copriferro [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 = $sr_{max} \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(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	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
2	S	-0.00003	0	0.742	30.0	82	0.00001 (0.00001)	553	0.006 (990.00)	1162.88	1501.67

3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
7	S	-0.00001	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	6262.16	12939.92
8	S	-0.00035	0	0.833	30.0	82	0.00018 (0.00018)	524	0.095 (990.00)	300.65	594.01
9	S	0.00000	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	219741.23	67372.40
10	S	-0.00004	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	1746.64	3609.21
11	S	-0.00001	0	0.833	30.0	82	0.00018 (0.00018)	0	0.004 (990.00)	20810.77	6231.78
12	S	-0.00010	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	809.94	2035.88

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	3.53	47.9	0.0	23.5	-43.6	-25.2	---	---
2	S	1.80	47.4	0.0	-3.3	-35.6	-35.6	512	14.1
3	S	3.53	47.9	0.0	23.5	-43.6	-25.2	---	---
4	S	3.53	47.9	0.0	23.5	-43.6	-25.2	---	---
5	S	3.53	47.9	0.0	23.5	-43.6	-25.2	---	---
6	S	3.53	47.9	0.0	23.5	-43.6	-25.2	---	---

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	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	-0.00003	0	0.742	30.0	82	0.00001 (0.00001)	553	0.006 (0.20)	1162.88	1501.67
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

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	1.66	60.0	0.0	21.1	-50.3	0.0	---	---
2	S	1.51	60.0	0.0	18.8	-50.3	0.0	---	---
3	S	1.66	60.0	0.0	21.1	-50.3	0.0	---	---
4	S	1.66	60.0	0.0	21.1	-50.3	0.0	---	---
5	S	1.66	60.0	0.0	21.1	-50.3	0.0	---	---
6	S	1.66	60.0	0.0	21.1	-50.3	0.0	---	---

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	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P8</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

11.3 Verifica a taglio

A seconda della verifica di riferimento le sollecitazioni identificate sono riferite ad un fattore di comportamento differente,

TABELLA PER TAGLIO						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	31881	1242	972	18035	17350	
E_103x_SLV_q=1_66	20194	5352	1681	60548	20976	
E_103y_SLV_q=1_67	20194	2244	4626	19761	66435	
E_103x_SLV_q=1_66	20194	5352	1681	60548	20976	
E_103y_SLV_q=1_67	20194	2244	4626	19761	66435	

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	Tx	5352	2244
sollecitazione massima direzione y	Ty	1681	4626
vettore complessivo, singolo palo	T	623	571

Progetto armature

diametro armature trasversale	φ	12	mm
bracci staffe	bs	2	
diametro pali	R	0.6	m
area armature trasversale	Asw	2.3	cm ²
passo staffe	s	20.0	cm
copriferro netto + staffa + fi/2	c'	9.7	cm
resistenza di calcolo armatura	f _{yd}	391.0	Mpa
resistenza caratteristica res cls	f _{ck}	25.0	
resistenza di calcolo res. Calc	f _{cd}	18.5	Mpa
resistenza ridotta	f' _c	9.2	Mpa
braccio delle forze interne	z=0.9d	88.3	cm
larghezza biella	bw	100.9	cm
inclinazione staffe	α	90	gradi
inclinazione biella	β	22	gradi
resistenza puntoni	V _c	2839	kN
resistenza staffe	V _s	977	kN
taglio resisistente	V _r	977	kN
taglio massimo agente	V _{ed}	623	kN
	V _{ed} /V _{rd}	0.64	

12. INCIDENZE

Baggioli/Ritegni	350 kg/mc
Pulvino	180 kg/mc
Fusto Pila	85 kg/mc
Plinto di fondazione	150 kg/mc
Pali di fondazione	primo tratto 195 kg/mc