

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 3)

VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario - sviluppo complessivo 780m

Relazione di calcolo Pile - P15

SCALA:

-

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

RS3T 30 D 09 CL VI0805 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.O. Opere Civili e Gestione delle Varianti
Dott. Ing. Angelo Vittozzi
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
N° A20783

File: RS3T30D09CLVI0805002B

n. Elab.: 09_185_1

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P15	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805002	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	Verifiche tensionali.....	8
3.1.2	Verifiche a fessurazione	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	23
5.6.1	Forza centrifuga	23
5.6.2	Serpeggio.....	26
5.6.3	Frenatura ed avviamento.....	27
5.6.4	Forza d'attrito.....	28
5.6.5	Azione del Vento.....	28
5.7	Azione Sismica	31
5.7.1	Inquadramento Sismico.....	32
5.7.2	Definizione della domanda sismica.....	33
5.7.3	Calcolo dell'azione Sismica	38
5.7.4	Risposta sismica locale	39
5.7.5	Check analisi statica.....	40
5.7.6	Analisi statica equivalente	41
5.7.7	Analisi dinamica modale	42
5.8	Azione idrostatica	43
6.	SOLLECITAZIONI.....	46
6.1	Combinazioni di carico	46

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P15	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805002	REV. B

6.1.1	Configurazione 1	46
6.1.2	Configurazione 2	52
6.1.3	Configurazione 3	58
6.2	Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni	64
6.2.1	Stati limiti di esercizio	64
6.2.2	Stati limiti ultimi	70
7.	VERIFICHE STRUTTURALI.....	73
8.	FUSTO PILA	73
8.1	Modellazione	75
8.2	Verifica a presso flessione	75
8.3	Verifica a taglio	84
8.4	Verifica minimi di armatura	85
8.5	Verifica spostamenti.....	87
9.	PULVINO.....	88
9.1	Progettazione armatura principale e secondaria.....	89
9.2	Verifica dei nodi.....	90
10.	PLINTO DI FONDAZIONE.....	91
10.1	Dimensionamento armature	93
10.2	Verifica a presso-flessione.....	95
10.2.1	Direzione trasversale.....	95
10.2.2	Direzione longitudinale.....	100
10.1	Verifica a punzonamento	105
11.	PALI DI FONDAZIONE.....	106
11.1	Ridistribuzione sollecitazioni testa palo	106
11.2	Verifica strutturale	106
11.3	Verifica a taglio	114
12.	INCIDENZE	115

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P15	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805002	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 VI08 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 15 che rappresenta la tipologica per tutte le pile di altezza inferiore od uguale a 7.8m e impalcato di 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 VI08 attraversa un corso d'acqua maggiore e corre parallelamente alla linea torica. Il viadotto è a doppio binario, ha uno sviluppo complessivo di 780m, ed è costituito da 26 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 trave, mentre le campate da 40m e 50m sono realizzare con impalcato misto 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 2.5 metri 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.

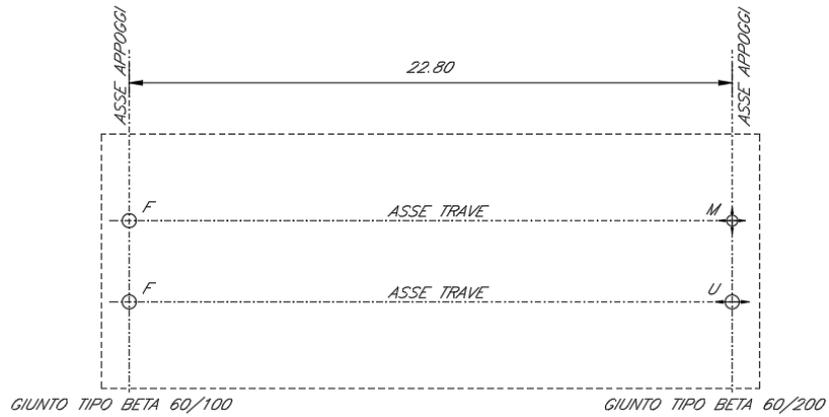
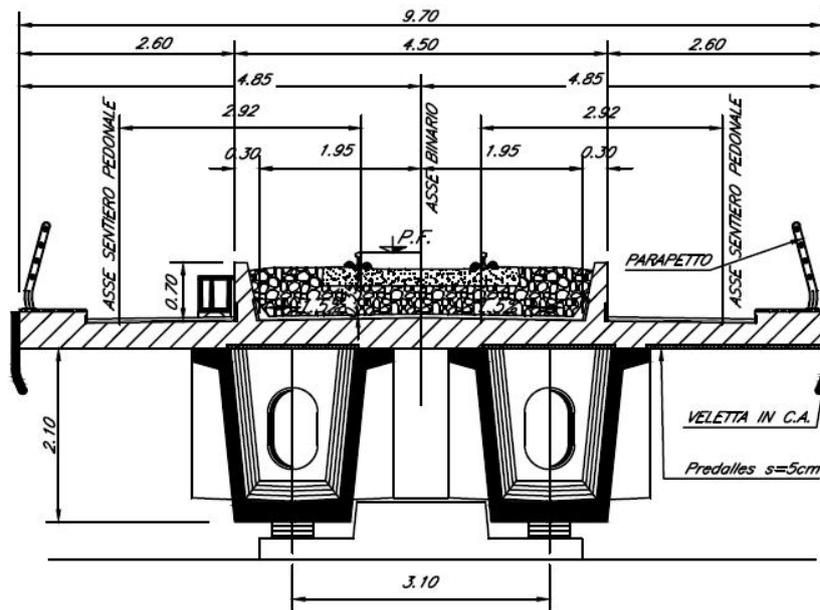


Figura 1: schema appoggi impalcati sx e dx



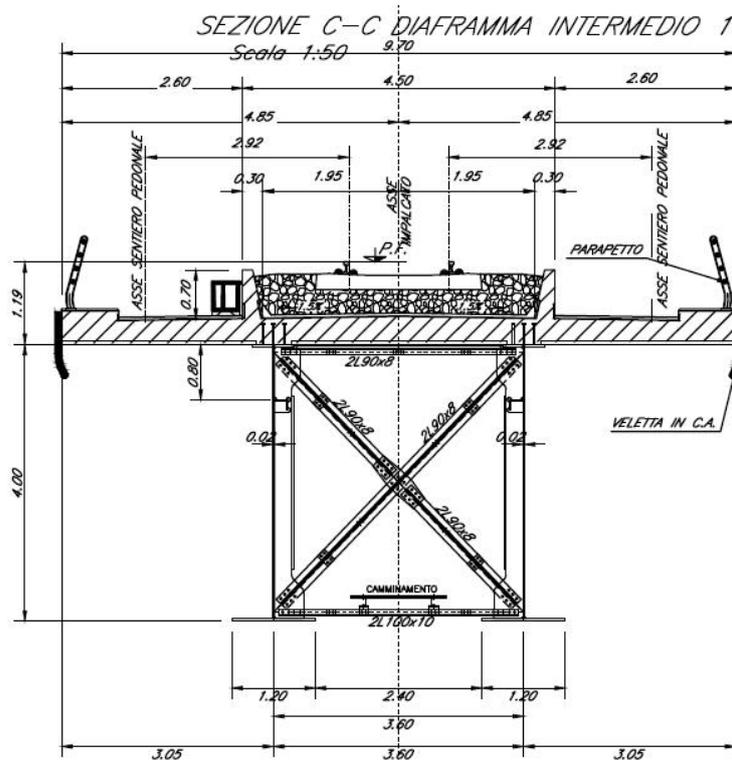
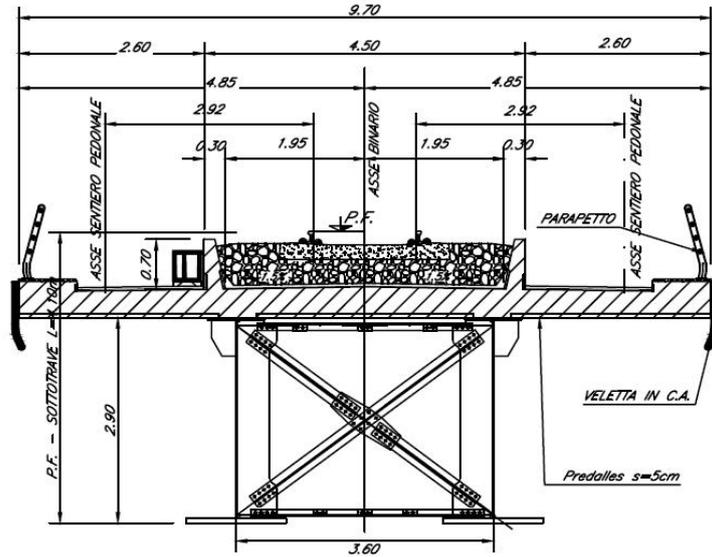


Figura 2: sezione trasversale impalcato

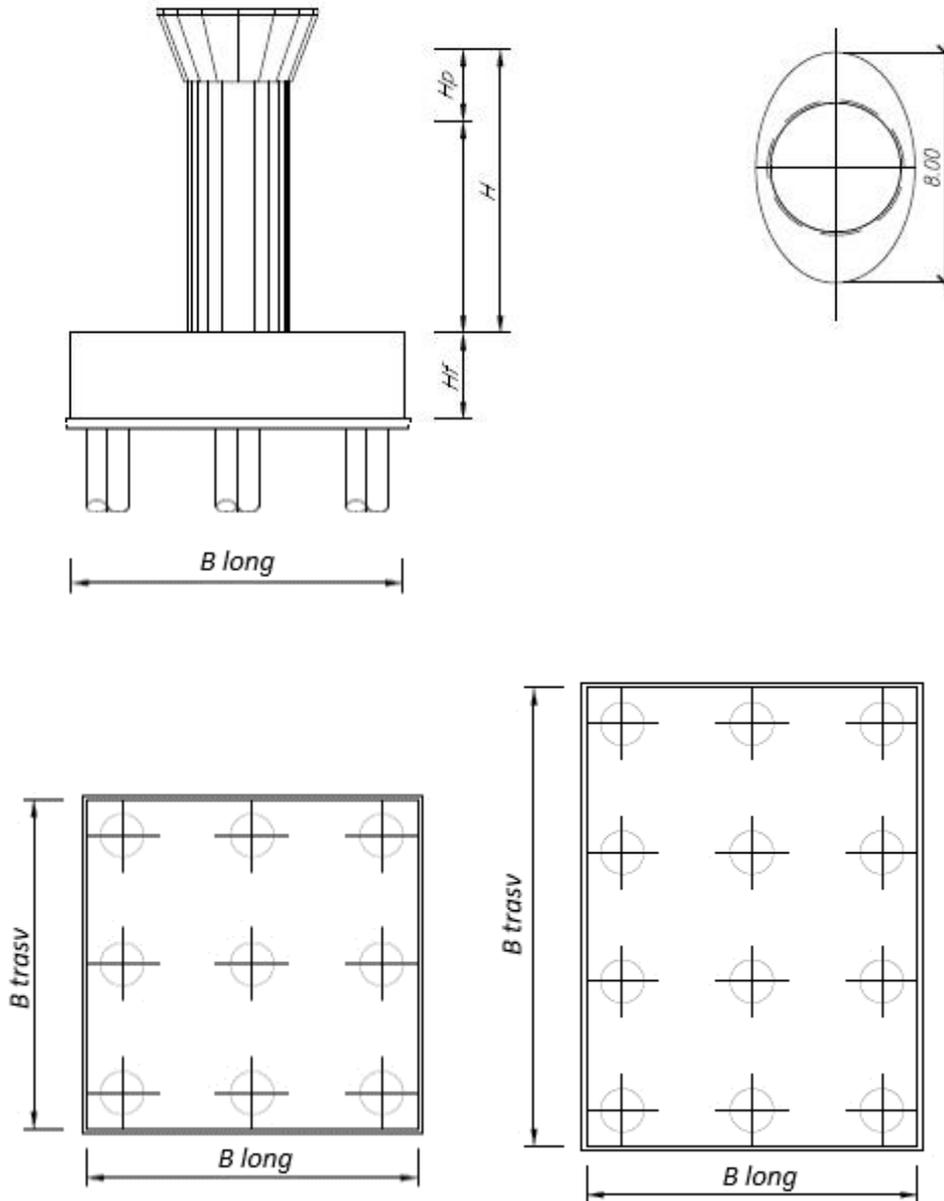


Figura 3: pila e fondazione

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P15	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805002	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 VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P15</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805002	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 VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P15	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805002	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:

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

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 VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P15	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805002	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..

4. DATI DI BASE

4.1 Geometrie di base

La pila presenta una sezione circolare piena di dimensioni 3.5m, una altezza complessiva di 7.80m. 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.

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.

PILA						
altezza pila- estradosso fond/estradosso pulvino				Hp	7.8	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	1395	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 VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P15	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805002	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 VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P15</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805002	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					2TR		2TR
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 VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P15	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805002	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:

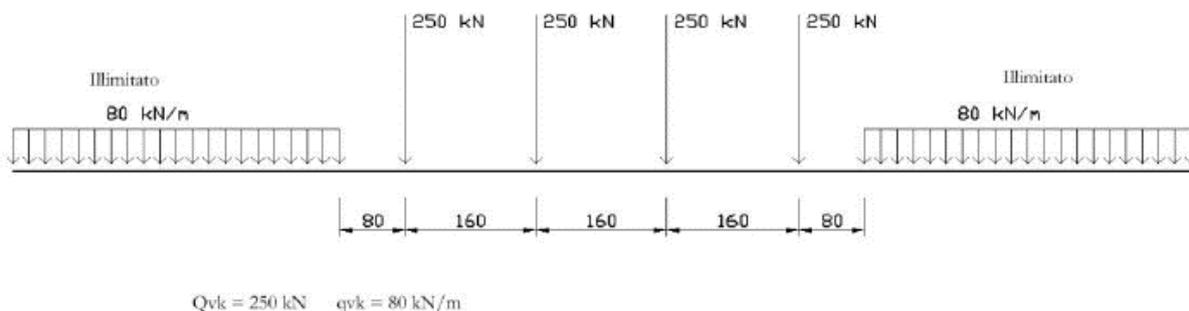
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	4050	0
scarichi estradosso Pila - G2	3084	0
scarichi estradosso Fondazione - G1	7637	0
scarichi estradotto Fondazione - G2	3084	0
scarichi sui Pali - G1	15749	0
scarichi sui Pali - G2	3084	0

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;

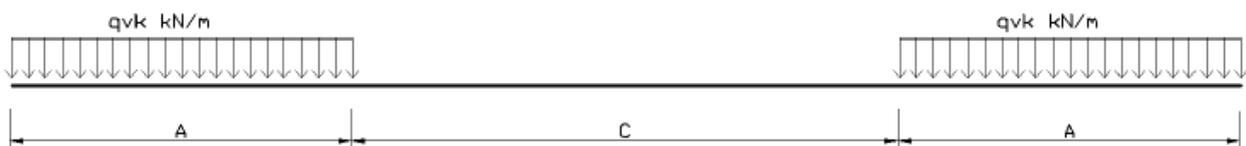
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P15	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805002	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 VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P15	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805002	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:

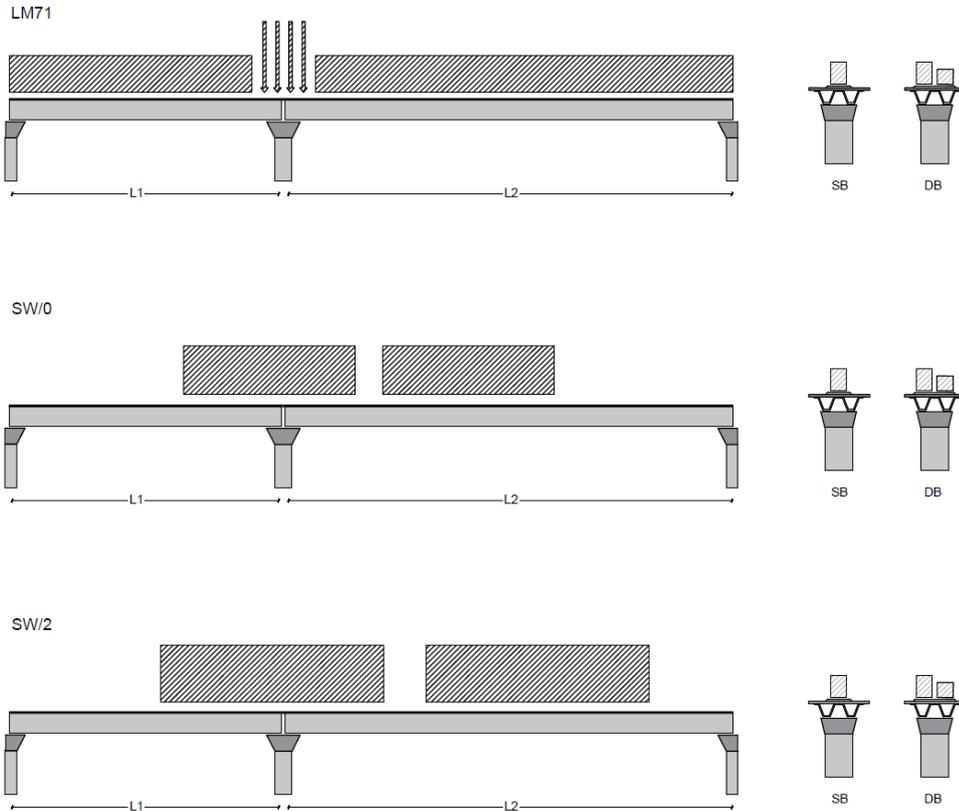


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

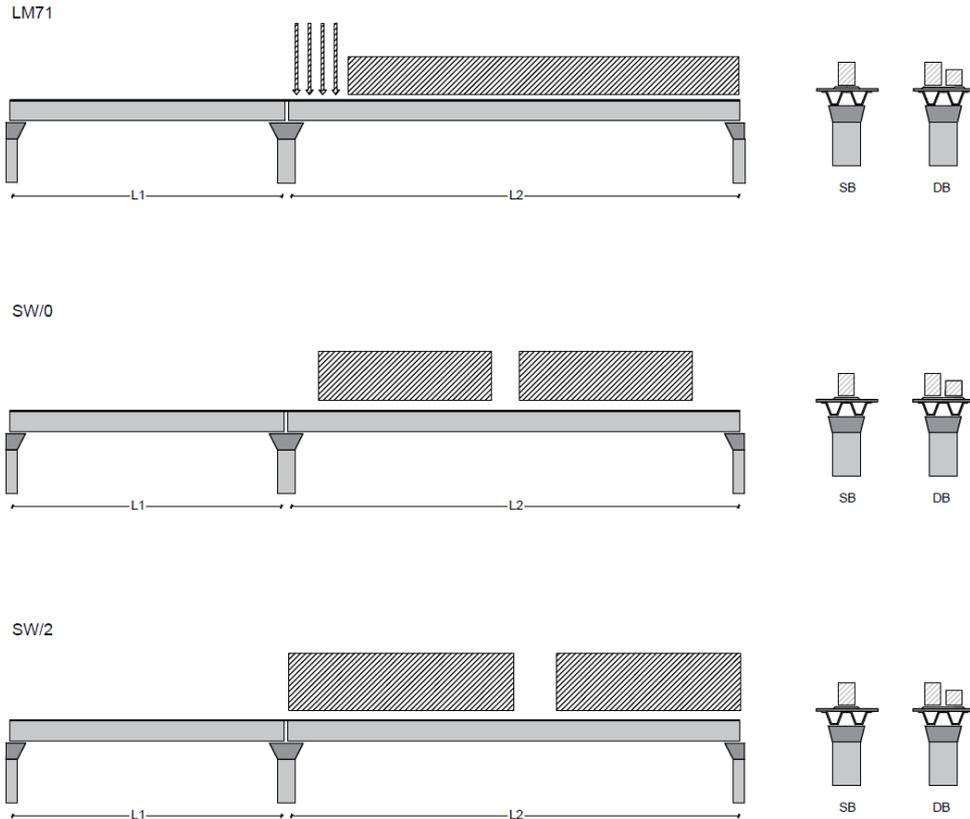


Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

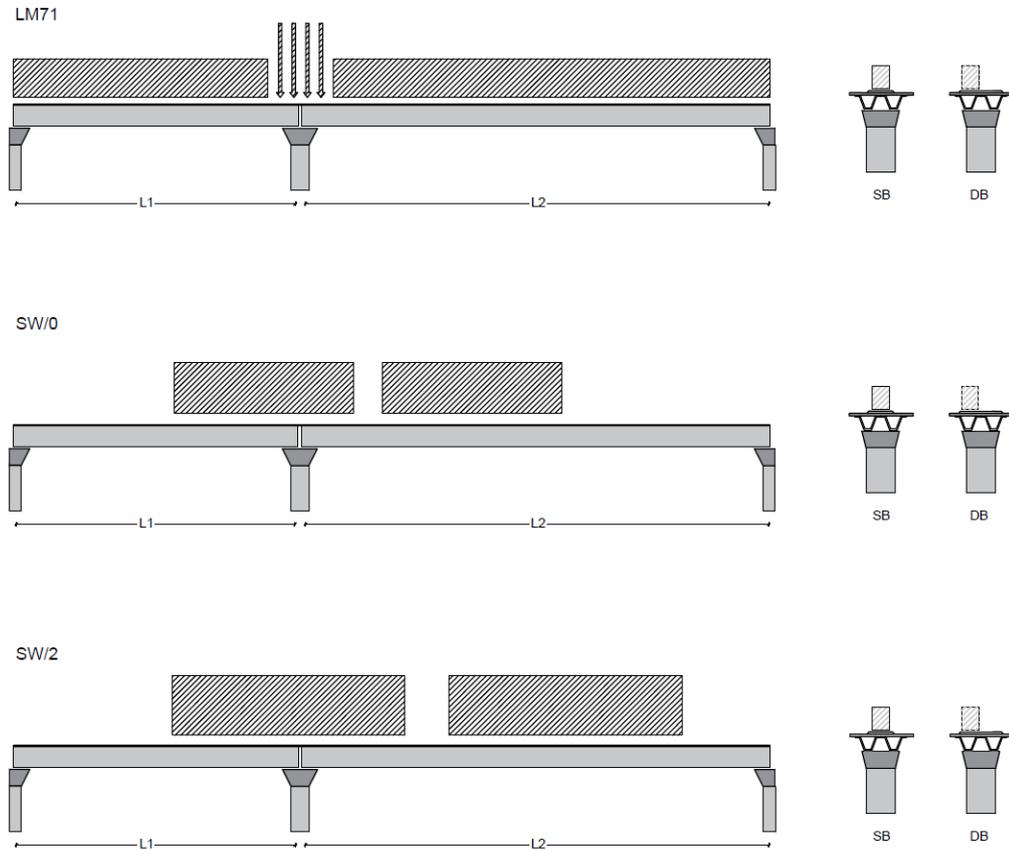


Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

5.6 Carichi da traffico orizzontali

5.6.1 Forza centrifuga

raggio di curvatura		R	725	m
velocità massima compatibile con il tracciato della linea		V _{max}	160	km/h
			SX	
lunghezza di influenza della parte curva del binario		L _f	22.8	m
fattore di riduzione funzione della L _f 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.				
			SX	
LM71 caso a				
velocità massima		V _{max}	120	
fattore di riduzione funzione della L _f e della V		f	1.00	
coefficiente di adattamento		a	1.10	
valore caratteristico dei carichi verticali		Q _{vk}	330.6	kN x asse
valore caratteristico dei carichi verticali		q _{vk}	105.8	kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga		Q _{tk}	56.9	kN x asse
valore caratteristico della forza centrifuga		q _{tk}	18.2	kN/m
LM71 caso b				
velocità massima compatibile con il tracciato della linea		V _{max}	160	
fattore di riduzione funzione della L _f 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	68.8	kN x asse
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	22.0	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	19.58	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	19.584109	0	19.5841	475.8939	2684.04

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P15	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805002	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.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P15</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805002	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	3.84	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 VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P15</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805002	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	385	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				
	ponete carico			
	altezza pila	z1	7.8	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	8.25	m
	altezza di riferimento	z	12.005	m
	coefficiente di topografia	ct	1	
	coefficiente di esposizione	ce	2.47	
	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	1323.03	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	20.3	
	forza equivalente in testa pila	Fx	493.7	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2076.0	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	19.9		
forza equivalente in testa pila	Fx	484.4	kN	
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2008.0	kn/m	
VENTO SULLA PILA				
direzione trasversale				
altezza di riferimento	z	7.8	m	
coefficiente di topografia	ct	1		
coefficiente di esposizione	ce	2.19669		
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	1323.03	n/m ²	
		1.32303	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	8435353		
materiale pila		cls ruvido		
rugosità equivalente	k	1	mm	
rapporto	k/b	0.00057		

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P15</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805002	REV. B

	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.90539	
	rapporto geometrico	l/b	2.22857	
	snellezza effettiva	λ	2.22857	
	rapporto di solidità	ϕ	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.6331	
	forza trasversale	f tras	0.8	
	forza equivalente in testa pila	F tras	5.9	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	4.7	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	0.90539	
	rapporto geometrico	l/b	2.22857	
	snellezza effettiva	λ	2.22857	
	rapporto di solidità	ϕ	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.6331	
	forza longitudinale	f lon	0.75836	
	forza equivalente in testa pila	F lon	5.91521	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	4.68	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 VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P15</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805002	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.

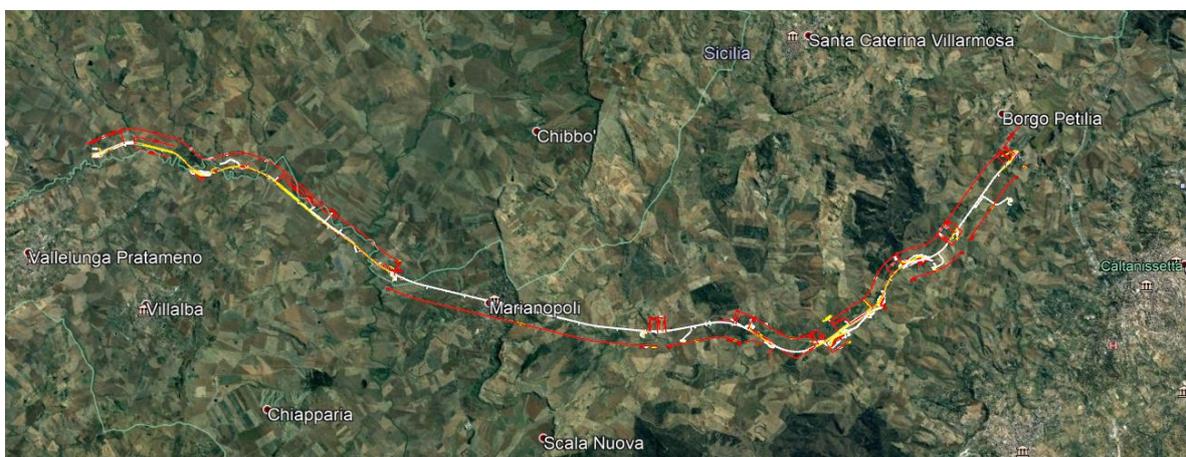


Figura 4 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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 VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P15</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805002	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.

Area del grafico

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

Reticolo di riferimento

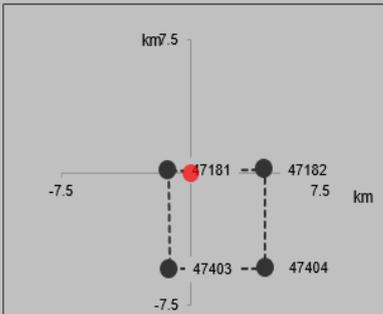


Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione

Nodi del reticolo intorno al sito

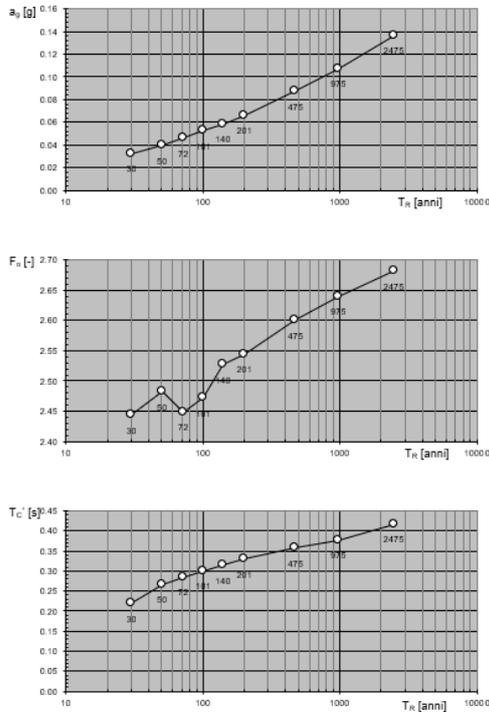


La "Ricerca per comune" utilizza le ... coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che ... all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

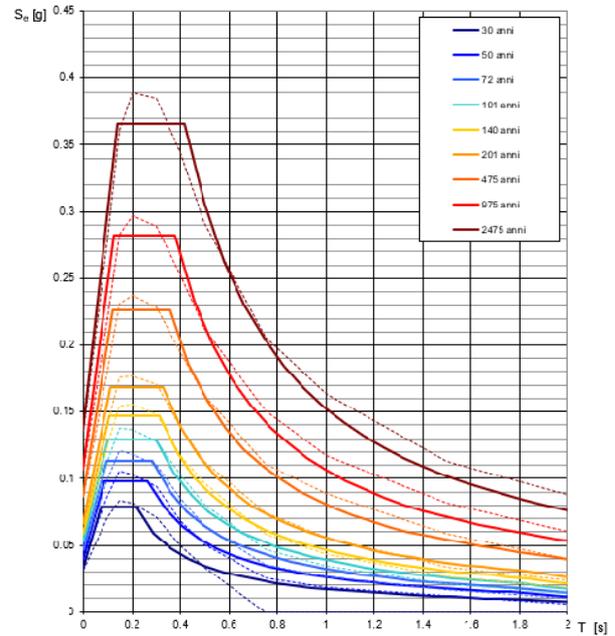
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri_NTC"

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

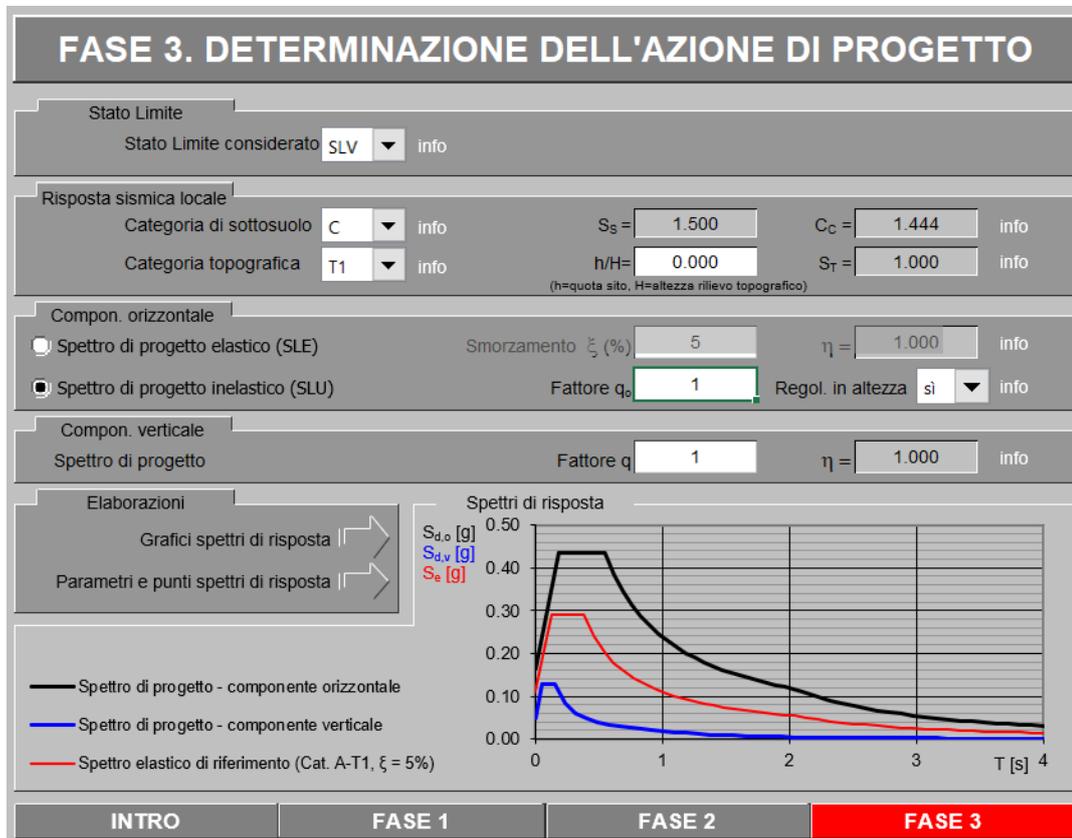
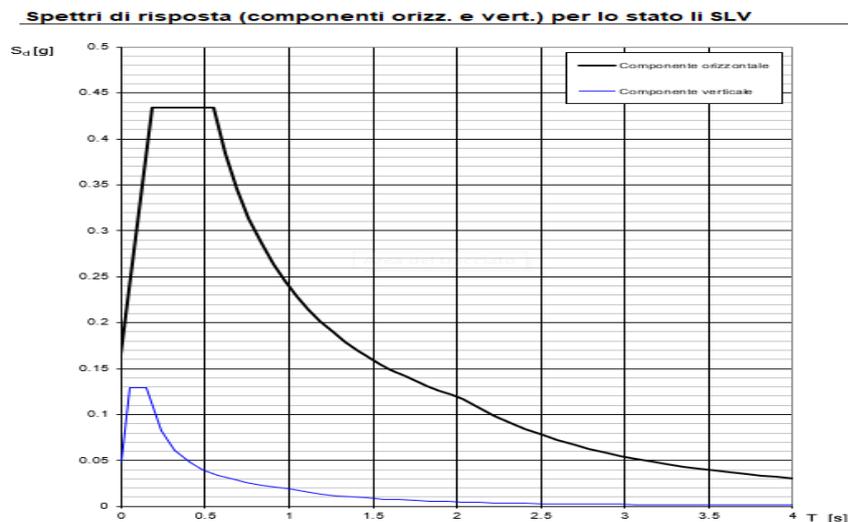


Figura 8 - Definizione della domanda sismica allo SLV



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 IIR8LV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_s	0.110 q
F_s	2.644
T_c	0.381 s
S_r	1.500
C_c	1.444
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_b	0.183 s
T_c	0.550 s
T_D	2.039 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

$$\eta = \sqrt{10 \cdot (S + 5)} \geq 0.55 \cdot \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; § 3.2.3.5})$$

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

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

$$T_D = 4.0 \cdot a_s / g + 1.6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

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

$$0 \leq T < T_b \quad S_d(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_D \cdot \left[\frac{T}{T_b} + \frac{1}{\eta \cdot F_D} \left(1 - \frac{T}{T_b} \right) \right]$$

$$T_b \leq T < T_c \quad S_d(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_D$$

$$T_c \leq T < T_D \quad S_d(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_D \cdot \left(\frac{T_c}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_d(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_D \cdot \left(\frac{T_c \cdot T_D}{T^2} \right)$$

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.164
$T_b \leftarrow$	0.183	0.435
$T_c \leftarrow$	0.550	0.435
	0.621	0.385
	0.692	0.346
	0.763	0.314
	0.833	0.287
	0.904	0.264
	0.975	0.245
	1.046	0.229
	1.117	0.214
	1.188	0.201
	1.259	0.190
	1.330	0.180
	1.401	0.171
	1.471	0.162
	1.542	0.155
	1.613	0.148
	1.684	0.142
	1.755	0.136
	1.826	0.131
	1.897	0.126
	1.968	0.121
$T_D \leftarrow$	2.039	0.117
	2.132	0.107
	2.225	0.098
	2.319	0.091
	2.412	0.084
	2.506	0.078
	2.599	0.072
	2.692	0.067
	2.786	0.063
	2.879	0.059
	2.973	0.055
	3.066	0.052
	3.159	0.049
	3.253	0.046
	3.346	0.044
	3.440	0.041
	3.533	0.039
	3.626	0.037
	3.720	0.035
	3.813	0.034
	3.907	0.032
	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 VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P15	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805002	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.

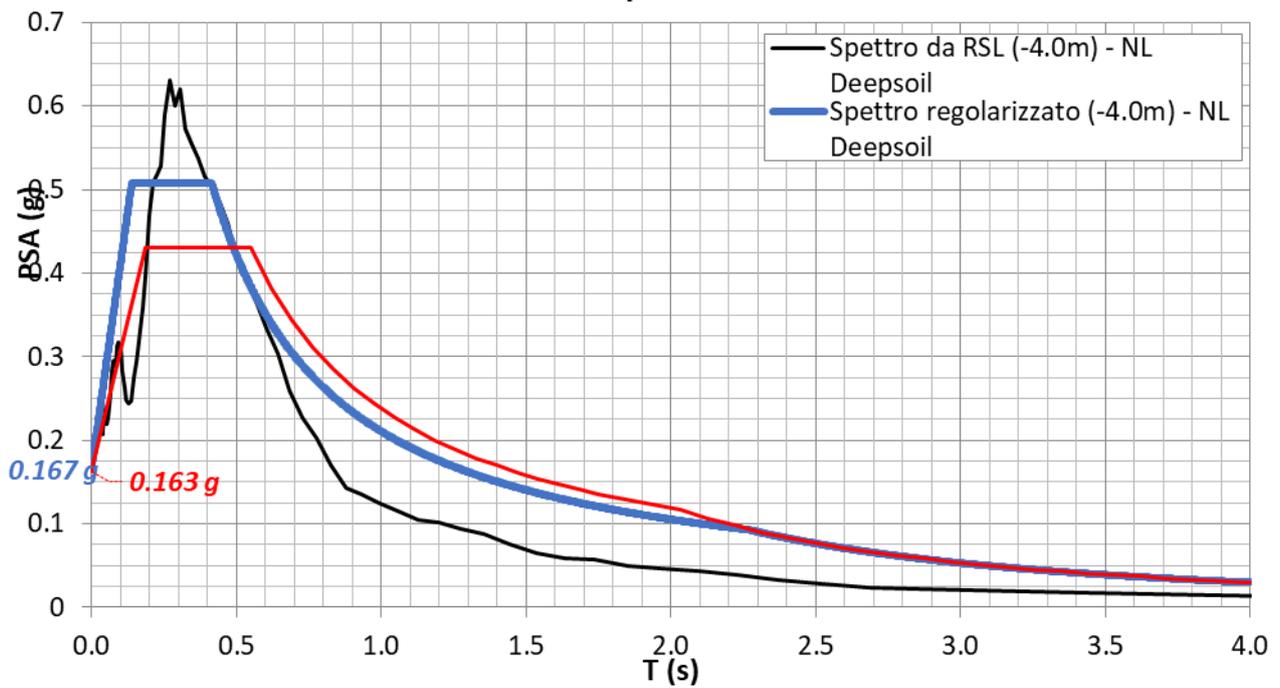
Nella scrittura delle combinazioni di carico si è distinta la posizione del convoglio per massimizzare le singole sollecitazioni (N,Mx,My,Tx,Ty), identificando tre configurazioni, ovvero tre masse statiche.

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 Risposta sismica locale

Si riporta graficamente quanto desunto da apposite analisi di Risposta Sismica Locale, volte alla quantificazione degli effetti locali di sito e alle possibili criticità emergenti in termini di fenomeni di risonanza delle strutture.

VI08 - prova: DH3AS35



In tale caso la RSL risulta essere più gravosa dell'analisi semplificata di Norma.

5.7.5 *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	1395	kN
massa efficace pila		Mpe	2657	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long		Mtot long	10613	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			NO per -1065.9 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	1395	kN
massa efficace pila		Mpe	2657	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv		Mtot tras	10461	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			NO per -1096.3 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	1395	kN
massa efficace pila		Mpe	2657	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert		Mtot vert	10461	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			NO per -1096.3 KN

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P15	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805002	REV. B

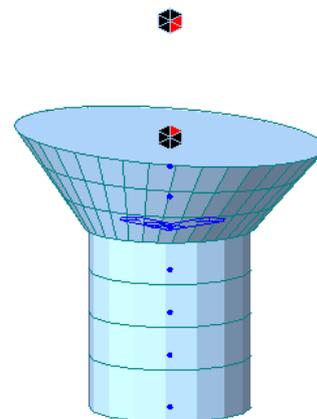
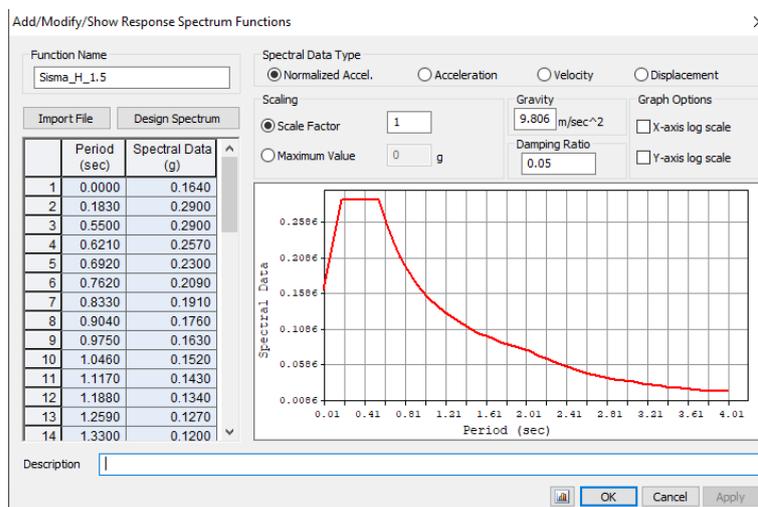
5.7.6 Analisi statica equivalente

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	7.80	m
altezza plinto di fondazione	h _f	0.00	m
altezza baggioli ed app. appoggio	h _{ap}	0.45	m
altezza equoivalente sdof	H _e	8.25	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv	K _{tra}	3.2E+08	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long	K _{long}	7.2E+08	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert	K _{vert}	3.0E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale	T _{tra}	0.37	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale	T _{long}	0.24	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale	T _{vert}	0.04	sec

Tabella Riassuntiva	SLV			SLD	
	q=1.5	q=1.36	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.34	0.34	0.51	0.24	g
accelerazione componente longitudinale	0.34	0.34	0.51	0.24	g
accelerazione componente verticale	0.11	0.11	0.11	0.04	g
Sforzo assiale	1145	1145	1145	379	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	3535	3889	5303	2504	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinale	3587	3945	5380	2540	kN
Momento flessionale trasversale	38334	42168	57502	27147	kN m
Momento flessionale longitudinale	29657	32616	44452	21022	kN m

5.7.7 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	1215.9	3062.54	3244.26	29656.87	23667.9
SISMA q=1	1215.9	4592.02	4865.53	44484.61	35501.56
SISMA sld	320.53	2164.81	2293.67	20970.11	16735.47

Confrontando i risultati di un'analisi statica equivalente con quelli dell'analisi modale si può osservare che quest'ultimi sono superiori per il caso specifico, quindi si procede con tali sollecitazioni.

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.

6.3.9 Escavazioni localizzate viadotto VI08

Pila	Tirante idraulico [m]	Velocità [m/s]	Incidenza pila-corrente [°]	Forma pila	Base pila [m]	Lunghezza pila [m]	Forma plinto	Base plinto [m]	Lunghezza plinto [m]	d50 [mm]	Scavo [m]	Tipo di scavo
P01	1.65	1.82	3	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.00	plinto scoperto
P02	1.42	1.76	5	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	5.97	plinto scoperto
P03	1.09	2.17	5	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.70	plinto scoperto
P04	0.95	2.14	9	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.76	plinto scoperto
P05	1.30	1.52	18	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.02	plinto scoperto
P06	1.29	1.37	22	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	5.75	plinto scoperto
P07	1.90	0.81	26	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	4.30	plinto scoperto
P08	0.15	0.59	12	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	1.16	plinto non scoperto
P09	0.93	0.32	33	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	1.10	plinto non scoperto
P10	0.45	1.93	37	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.73	plinto scoperto
P11	1.60	0.27	20	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	1.00	plinto non scoperto
P12	1.42	1.20	39	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	5.68	plinto scoperto
P13	1.11	1.65	7	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	5.75	plinto scoperto
P14	1.35	1.52	8	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	5.56	plinto scoperto
P15	1.42	1.48	8	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	5.48	plinto scoperto
P16	1.97	1.44	8	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	5.57	plinto scoperto
P17	2.21	1.56	2	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	5.60	plinto scoperto
P18	2.51	1.83	2	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.23	plinto scoperto
P19	2.58	1.93	11	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.18	plinto scoperto
P20	2.32	1.69	4	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	5.99	plinto scoperto
P21	1.98	2.12	23	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	8.13	plinto scoperto
P22	2.27	2.48	26	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	9.37	plinto scoperto
P23	2.95	2.63	34	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	9.90	plinto scoperto
P24	2.71	1.93	42	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	4.37	plinto non scoperto
P25	0.00	0.00	73	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo

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:

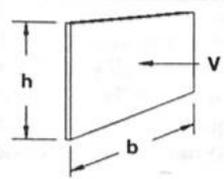
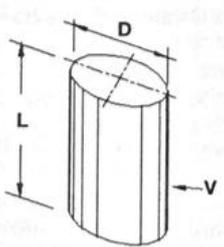
Forme	N.r Reynolds	Dimensioni	Coefficiente C_n
	$> 10^3$	$\frac{b}{h} =$ 1 5 10 ∞	1.16 1.20 1.50 1.90
	10^5	$\frac{L}{D} =$ 1 2 5 10 20 40 ∞	0.63 0.68 0.74 0.82 0.90 0.98 1.20
	$> 5 \times 10^5$	$\frac{L}{D} =$ 5 ∞	0.35 0.34

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	1.65	m/sec
densità dell'acqua	ro	1	kN sec ² /m ⁴
altezza di riinterro pila	hri	1.5	m
altezza della pila	hp	7.8	m
altezza idrica Tr 300	h300	1.11	m
scalzamento massimo Tr300	dl	5.75	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	mi	0.000894	N s/m ²
numero di Reynolds	Re	6459732	
coefficiente di forma	Cd	0.35	*
* si utilizzano le formulazioni di Pietrangeli per pile ellittiche			

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P15</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805002	REV. B

pressione dell'acqua		p	0.476438	kN/m2	
forza risultante		Fidro	57.16382	kN	
momento alla base pila		Mpila	-64.0188	kN	

tabella riassuntiva - Tr300			
	Fusto pila	Fondazioni	Pali
h	2.61	2.5	1.75
D	1.75	9.6	1.2
L/D	1.491	3.84	1.45833333
Re	3.23E+06	1.77E+07	2.21E+06
forma	smussara	rettangolare	circolare
Cd	0.35	1.18	0.35
p	0.4764375	1.606275	0.4764375
B	1.75	9.6	6
F	2.18	49.99	5.00
M	2.84	-62.48	-4.38

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 VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P15</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805002	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	937.596	622.402	4489.04	
A1_SLU_gr2_Scarico_2	10423.3	0	774.615	0	3929.92	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	14950.6	1233.23	592.573	899.878	2543.11	
A1_SLU_gr4_centrif_4	13979	986.58	764.611	719.902	3597.77	
A1_SLU_gr1+vento_5	14950.6	621.936	1378.92	622.402	6296.27	
A1_SLU_gr2+vento_6	10423.3	5.32368	1215.94	0	5737.15	
A1_SLU_gr3+vento_7	14950.6	1238.55	1033.9	899.878	4350.34	
A1_SLU_gr4+vento_8	13979	991.904	1205.94	719.902	5405	
A1_SLU_vento_gr1_9	13979	502.163	1457.64	497.922	6590.69	
A1_SLU_vento_gr2_10	10357.2	8.87281	1353.33	0	6155.13	
A1_SLU_vento_gr3_11	13979	995.453	1181.62	719.902	5033.95	
A1_SLU_vento_gr4_12	13979	995.453	1500.15	719.902	6609.82	
SLE_rar_gr1_Treno_14	10483.7	425.25	604.745	429.243	3077.05	
SLE_rar_gr2_Scarico_15	7361.47	0	529.811	0	2708.3	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	10483.7	850.5	366.798	620.605	1735.03	
SLE_rar_gr4_centrif_17	9813.66	680.4	493.485	496.484	2466	
SLE_rar_gr1+vento_18	10483.7	428.799	898.962	429.243	4281.87	
SLE_rar_gr2+vento_19	7361.47	3.54912	824.028	0	3913.12	
SLE_rar_gr3+vento_20	10483.7	854.049	661.015	620.605	2939.85	
SLE_rar_gr4+vento_21	9813.66	683.949	787.702	496.484	3670.82	
SLE_rar_vento_gr1_22	9813.66	346.115	961.293	343.394	4463.88	
SLE_rar_vento_gr2_23	7315.87	5.91521	913.336	0	4174.28	
SLE_rar_vento_gr3_24	9813.66	686.315	770.936	496.484	3390.27	
SLE_rar_vento_gr4_25	9813.66	686.315	983.847	496.484	4474.03	

SLE_fre_gr1_Treno_27	9813.66	340.2	455.895	343.394	2449.08
SLE_fre_gr2_Scarico_28	7315.87	0	415.93	0	2163.08
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	9813.66	680.4	265.537	496.484	1375.47
SLE_fre_gr4_centrif_30	9813.66	680.4	474.69	496.484	2457.54
SLE_fre_gr1+vento_31	9813.66	341.383	553.967	343.394	2850.69
SLE_fre_gr2+vento_32	7315.87	1.18304	514.003	0	2564.69
SLE_fre_gr3+vento_33	9813.66	681.583	363.61	496.484	1777.07
SLE_fre_gr4+vento_34	9813.66	681.583	572.762	496.484	2859.15
SLE_fre_vento_gr1_35	7133.47	2.9576	285.552	0	1022.18
SLE_fre_vento_gr2_36	7133.47	2.9576	285.552	0	1022.18
SLE_fre_vento_gr3_37	7133.47	2.9576	285.552	0	1022.18
SLE_fre_vento_gr4_38	7133.47	2.9576	285.552	0	1022.18
SLE_fre_gr1_temp39	7133.47	1.18304	146.518	0	423.407
SLE_fre_gr2_temp40	7133.47	1.18304	146.518	0	423.407
SLE_fre_gr3_temp41	7133.47	1.18304	146.518	0	423.407
SLE_fre_gr3_temp42	7133.47	1.18304	146.518	0	423.407
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	1.18304	138.443	0	419.774
SLE_qp_gr2+vento_49	7133.47	1.18304	138.443	0	419.774
SLE_qp_gr3+vento_50	7133.47	1.18304	138.443	0	419.774
SLE_qp_gr4+vento_51	7133.47	1.18304	138.443	0	419.774
SLE_qp_vento_gr1_52	7133.47	1.18304	138.443	0	419.774
SLE_qp_vento_gr2_53	7133.47	1.18304	138.443	0	419.774
SLE_qp_vento_gr3_54	7133.47	1.18304	138.443	0	419.774
SLE_qp_vento_gr4_55	7133.47	1.18304	138.443	0	419.774
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	7498.24	3245.44	1057.21	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	7498.24	974.461	3200.98	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	8349.37	974.461	1057.21	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	7498.24	3569.87	1149.08	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	7498.24	1071.79	3507.24	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	8349.37	1071.79	1149.08	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	7498.24	4866.71	1516.05	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	7498.24	1460.84	4730.46	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	8349.37	1460.84	1516.05	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	7229.63	2294.85	787.886	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	7229.63	689.284	2303.25	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	7454	689.284	787.886	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	19793.1	616.613	937.596	5431.98	11802.3
A1_SLU_gr2_Scarico_2	15265.9	0	774.615	0	9971.92
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	19793.1	1233.23	592.573	10519	7165.18
A1_SLU_gr4_centrif_4	18821.5	986.58	764.611	8415.23	9561.74
A1_SLU_gr1+vento_5	19793.1	621.936	1378.92	5473.5	17051.9
A1_SLU_gr2+vento_6	15265.9	5.32368	1215.94	41.5247	15221.5
A1_SLU_gr3+vento_7	19793.1	1238.55	1033.9	10560.6	12414.8
A1_SLU_gr4+vento_8	18821.5	991.904	1205.94	8456.75	14811.3
A1_SLU_vento_gr1_9	18821.5	502.163	1457.64	4414.79	17960.3
A1_SLU_vento_gr2_10	15199.8	8.87281	1353.33	69.2079	16711.1
A1_SLU_vento_gr3_11	18821.5	995.453	1181.62	8484.43	14250.6
A1_SLU_vento_gr4_12	18821.5	995.453	1500.15	8484.43	18311
SLE_rar_gr1_Treno_14	14070.8	425.25	604.745	3746.19	7794.06
SLE_rar_gr2_Scarico_15	10948.5	0	529.811	0	6840.83
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	14070.8	850.5	366.798	7254.51	4596.05
SLE_rar_gr4_centrif_17	13400.7	680.4	493.485	5803.6	6315.18
SLE_rar_gr1+vento_18	14070.8	428.799	898.962	3773.88	11293.8
SLE_rar_gr2+vento_19	10948.5	3.54912	824.028	27.6832	10340.5
SLE_rar_gr3+vento_20	14070.8	854.049	661.015	7282.19	8095.77
SLE_rar_gr4+vento_21	13400.7	683.949	787.702	5831.29	9814.9
SLE_rar_vento_gr1_22	13400.7	346.115	961.293	3043.09	11962
SLE_rar_vento_gr2_23	10902.9	5.91521	913.336	46.1386	11298.3
SLE_rar_vento_gr3_24	13400.7	686.315	770.936	5849.74	9403.57
SLE_rar_vento_gr4_25	13400.7	686.315	983.847	5849.74	12148
SLE_fre_gr1_Treno_27	13400.7	340.2	455.895	2996.95	6005.06
SLE_fre_gr2_Scarico_28	10902.9	0	415.93	0	5407.34
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	13400.7	680.4	265.537	5803.6	3446.66
SLE_fre_gr4_centrif_30	13400.7	680.4	474.69	5803.6	6160.12
SLE_fre_gr1+vento_31	13400.7	341.383	553.967	3006.18	7171.64
SLE_fre_gr2+vento_32	10902.9	1.18304	514.003	9.22772	6573.91
SLE_fre_gr3+vento_33	13400.7	681.583	363.61	5812.83	4613.23
SLE_fre_gr4+vento_34	13400.7	681.583	572.762	5812.83	7326.69
SLE_fre_vento_gr1_35	10720.5	2.9576	285.552	23.0693	3249.49

SLE_fre_vento_gr2_36	10720.5	2.9576	285.552	23.0693	3249.49
SLE_fre_vento_gr3_37	10720.5	2.9576	285.552	23.0693	3249.49
SLE_fre_vento_gr4_38	10720.5	2.9576	285.552	23.0693	3249.49
SLE_fre_gr1_temp39	10720.5	1.18304	146.518	9.22772	1566.24
SLE_fre_gr2_temp40	10720.5	1.18304	146.518	9.22772	1566.24
SLE_fre_gr3_temp41	10720.5	1.18304	146.518	9.22772	1566.24
SLE_fre_gr3_temp42	10720.5	1.18304	146.518	9.22772	1566.24
SLE_qp_gr1_Treno_44	10720.5	0	40.3709	0	333.06
SLE_qp_gr2_Scarico_45	10720.5	0	40.3709	0	333.06
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	10720.5	0	40.3709	0	333.06
SLE_qp_gr4_centrif_47	10720.5	0	40.3709	0	333.06
SLE_qp_gr1+vento_48	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63
SLE_qp_gr2+vento_49	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63
SLE_qp_gr3+vento_50	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63
SLE_qp_gr4+vento_51	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63
SLE_qp_vento_gr1_52	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63
SLE_qp_vento_gr2_53	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63
SLE_qp_vento_gr3_54	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63
SLE_qp_vento_gr4_55	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63
SLE_qp_gr1_temp56	10720.5	0	40.3709	0	333.06
SLE_qp_gr2_temp57	10720.5	0	40.3709	0	333.06
SLE_qp_gr3_temp58	10720.5	0	40.3709	0	333.06
SLE_qp_gr3_temp59	10720.5	0	40.3709	0	333.06
E_103x_SLV_q=1.5_60	11085.3	3245.44	1057.21	23667.9	9316.83
E_103y_SLV_q=1.5_61	11085.3	974.461	3200.98	7100.37	30076.6
E_103z_SLV_q=1.5_62	11936.4	974.461	1057.21	7100.37	9316.83
E_103x_SLV_q=1.36_63	11085.3	3569.87	1149.08	26034.7	10206.5
E_103y_SLV_q=1.36_64	11085.3	1071.79	3507.24	7810.41	33042.3
E_103z_SLV_q=1.36_65	11936.4	1071.79	1149.08	7810.41	10206.5
E_103x_SLV_q=1_66	11085.3	4866.71	1516.05	35501.6	13765.2
E_103y_SLV_q=1_67	11085.3	1460.84	4730.46	10650.5	44904.4
E_103z_SLV_q=1_68	11936.4	1460.84	1516.05	10650.5	13765.2
E_103x_SLD_q=1_69	10816.7	2294.85	787.886	16735.5	6710.81
E_103y_SLD_q=1_70	10816.7	689.284	2303.25	5020.64	21389.9
E_103z_SLD_q=1_71	11041.1	689.284	787.886	5020.64	6710.81

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	30744.8	616.613	937.596	6973.51	14146.3
A1_SLU_gr2_Scarico_2	26217.6	0	774.615	0	11908.5
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	30744.8	1233.23	592.573	13602.1	8646.62
A1_SLU_gr4_centrif_4	29773.2	986.58	764.611	10881.7	11473.3
A1_SLU_gr1+vento_5	30744.8	621.936	1378.92	7028.35	20499.2
A1_SLU_gr2+vento_6	26217.6	5.32368	1215.94	54.834	18261.3
A1_SLU_gr3+vento_7	30744.8	1238.55	1033.9	13656.9	14999.5
A1_SLU_gr4+vento_8	29773.2	991.904	1205.94	10936.5	17826.2
A1_SLU_vento_gr1_9	29773.2	502.163	1457.64	5670.2	21604.4
A1_SLU_vento_gr2_10	26151.4	8.87281	1353.33	91.3899	20094.4
A1_SLU_vento_gr3_11	29773.2	995.453	1181.62	10973.1	17204.6
A1_SLU_vento_gr4_12	29773.2	995.453	1500.15	10973.1	22061.4
SLE_rar_gr1_Treno_14	22183.1	425.25	604.745	4809.32	9305.92
SLE_rar_gr2_Scarico_15	19060.9	0	529.811	0	8165.36
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	22183.1	850.5	366.798	9380.76	5513.04
SLE_rar_gr4_centrif_17	21513.1	680.4	493.485	7504.6	7548.89
SLE_rar_gr1+vento_18	22183.1	428.799	898.962	4845.87	13541.2
SLE_rar_gr2+vento_19	19060.9	3.54912	824.028	36.556	12400.6
SLE_rar_gr3+vento_20	22183.1	854.049	661.015	9417.31	9748.31
SLE_rar_gr4+vento_21	21513.1	683.949	787.702	7541.16	11784.2
SLE_rar_vento_gr1_22	21513.1	346.115	961.293	3908.38	14365.2
SLE_rar_vento_gr2_23	19015.3	5.91521	913.336	60.9266	13581.6
SLE_rar_vento_gr3_24	21513.1	686.315	770.936	7565.53	11330.9
SLE_rar_vento_gr4_25	21513.1	686.315	983.847	7565.53	14607.7
SLE_fre_gr1_Treno_27	21513.1	340.2	455.895	3847.45	7144.8
SLE_fre_gr2_Scarico_28	19015.3	0	415.93	0	6447.16
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	21513.1	680.4	265.537	7504.6	4110.5
SLE_fre_gr4_centrif_30	21513.1	680.4	474.69	7504.6	7346.85
SLE_fre_gr1+vento_31	21513.1	341.383	553.967	3859.64	8556.55
SLE_fre_gr2+vento_32	19015.3	1.18304	514.003	12.1853	7858.91
SLE_fre_gr3+vento_33	21513.1	681.583	363.61	7516.79	5522.25
SLE_fre_gr4+vento_34	21513.1	681.583	572.762	7516.79	8758.6
SLE_fre_vento_gr1_35	18832.9	2.9576	285.552	30.4633	3963.37
SLE_fre_vento_gr2_36	18832.9	2.9576	285.552	30.4633	3963.37

SLE_fre_vento_gr3_37	18832.9	2.9576	285.552	30.4633	3963.37
SLE_fre_vento_gr4_38	18832.9	2.9576	285.552	30.4633	3963.37
SLE_fre_gr1_temp39	18832.9	1.18304	146.518	12.1853	1932.54
SLE_fre_gr2_temp40	18832.9	1.18304	146.518	12.1853	1932.54
SLE_fre_gr3_temp41	18832.9	1.18304	146.518	12.1853	1932.54
SLE_fre_gr3_temp42	18832.9	1.18304	146.518	12.1853	1932.54
SLE_qp_gr1_Treno_44	18832.9	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr2_Scarico_45	18832.9	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	18832.9	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr4_centrif_47	18832.9	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr1+vento_48	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74
SLE_qp_gr2+vento_49	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74
SLE_qp_gr3+vento_50	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74
SLE_qp_gr4+vento_51	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74
SLE_qp_vento_gr1_52	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74
SLE_qp_vento_gr2_53	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74
SLE_qp_vento_gr3_54	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74
SLE_qp_vento_gr4_55	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74
SLE_qp_gr1_temp56	18832.9	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr2_temp57	18832.9	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr3_temp58	18832.9	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr3_temp59	18832.9	0	40.3709	0	433.988
E_103x_SLV_q=1.5_60	19316.9	4208.12	1346.01	34188.2	12681.9
E_103y_SLV_q=1.5_61	19316.9	1937.14	3489.79	11943.2	38801.1
E_103z_SLV_q=1.5_62	20446.3	1937.14	1346.01	11943.2	12681.9
E_103x_SLV_q=1.36_63	19316.9	4532.55	1437.89	37366.1	13801.3
E_103y_SLV_q=1.36_64	19316.9	2034.47	3796.04	12896.6	42532.4
E_103z_SLV_q=1.36_65	20446.3	2034.47	1437.89	12896.6	13801.3
E_103x_SLV_q=1_66	19316.9	5829.39	1804.85	50075	18277.3
E_103y_SLV_q=1_67	19316.9	2423.52	5019.27	16709.3	57452.6
E_103z_SLV_q=1_68	20446.3	2423.52	1804.85	16709.3	18277.3
E_103x_SLD_q=1_69	18970.7	2777.96	932.819	23680.4	9042.85
E_103y_SLD_q=1_70	18970.7	1172.39	2448.19	7951.62	27510.3
E_103z_SLD_q=1_71	19292.3	1172.39	932.819	7951.62	9042.85

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	870.008	3853.96	4270.88
A1_SLU_gr2_Scarico_73	10423.3	0	774.615	0	3929.92
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	13073.1	1233.23	524.985	4131.43	2324.95
A1_SLU_gr4_centrif_75	12477.1	986.58	710.54	3305.15	3423.25
A1_SLU_gr1+vento_76	13073.1	621.936	1311.33	3853.96	6078.11
A1_SLU_gr2+vento_77	10423.3	5.32368	1215.94	0	5737.15
A1_SLU_gr3+vento_78	13073.1	1238.55	966.311	4131.43	4132.18
A1_SLU_gr4+vento_79	12477.1	991.904	1151.87	3305.15	5230.48
A1_SLU_vento_gr1_80	12477.1	502.163	1414.38	3083.17	6421.03
A1_SLU_vento_gr2_81	10357.2	8.87281	1353.33	0	6155.13
A1_SLU_vento_gr3_82	12477.1	995.453	1138.36	3305.15	4864.29
A1_SLU_vento_gr4_83	12477.1	995.453	1446.08	3305.15	6435.3
SLE_rar_gr1_Treno_85	9188.92	425.25	573.67	2657.9	2933.59
SLE_rar_gr2_Scarico_86	7361.47	0	529.811	0	2708.3
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	9188.92	850.5	335.723	2849.27	1591.56
SLE_rar_gr4_centrif_88	8777.83	680.4	468.625	2279.41	2351.23
SLE_rar_gr1+vento_89	9188.92	428.799	867.887	2657.9	4138.41
SLE_rar_gr2+vento_90	7361.47	3.54912	824.028	0	3913.12
SLE_rar_gr3+vento_91	9188.92	854.049	629.94	2849.27	2796.39
SLE_rar_gr4+vento_92	8777.83	683.949	762.842	2279.41	3556.05
SLE_rar_vento_gr1_93	8777.83	346.115	941.405	2126.32	4351.35
SLE_rar_vento_gr2_94	7315.87	5.91521	913.336	0	4174.28
SLE_rar_vento_gr3_95	8777.83	686.315	751.048	2279.41	3277.73
SLE_rar_vento_gr4_96	8777.83	686.315	958.987	2279.41	4359.26
SLE_fre_gr1_Treno_98	8777.83	340.2	439.322	2126.32	2338.04
SLE_fre_gr2_Scarico_99	7315.87	0	415.93	0	2163.08
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	8777.83	680.4	248.964	2279.41	1264.43
SLE_fre_gr4_centrif_101	8777.83	680.4	453.973	2279.41	2344.64
SLE_fre_gr1+vento_102	8777.83	341.383	537.394	2126.32	2739.65
SLE_fre_gr2+vento_103	7315.87	1.18304	514.003	0	2564.69
SLE_fre_gr3+vento_104	8777.83	681.583	347.037	2279.41	1666.03
SLE_fre_gr4+vento_105	8777.83	681.583	552.046	2279.41	2746.24

SLE_fre_vento_gr1_106	7133.47	2.9576	285.552	0	1022.18
SLE_fre_vento_gr2_107	7133.47	2.9576	285.552	0	1022.18
SLE_fre_vento_gr3_108	7133.47	2.9576	285.552	0	1022.18
SLE_fre_vento_gr4_109	7133.47	2.9576	285.552	0	1022.18
SLE_fre_gr1_temp110	7133.47	1.18304	146.518	0	423.407
SLE_fre_gr2_temp111	7133.47	1.18304	146.518	0	423.407
SLE_fre_gr3_temp112	7133.47	1.18304	146.518	0	423.407
SLE_fre_gr3_temp113	7133.47	1.18304	146.518	0	423.407
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	1.18304	138.443	0	419.774
SLE_qp_gr2+vento_120	7133.47	1.18304	138.443	0	419.774
SLE_qp_gr3+vento_121	7133.47	1.18304	138.443	0	419.774
SLE_qp_gr4+vento_122	7133.47	1.18304	138.443	0	419.774
SLE_qp_vento_gr1_123	7133.47	1.18304	138.443	0	419.774
SLE_qp_vento_gr2_124	7133.47	1.18304	138.443	0	419.774
SLE_qp_vento_gr3_125	7133.47	1.18304	138.443	0	419.774
SLE_qp_vento_gr4_126	7133.47	1.18304	138.443	0	419.774
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	7498.24	3245.44	1057.21	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	7498.24	974.461	3200.98	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	8349.37	974.461	1057.21	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	7498.24	3569.87	1149.08	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	7498.24	1071.79	3507.24	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	8349.37	1071.79	1149.08	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	7498.24	4866.71	1516.05	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	7498.24	1460.84	4730.46	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	8349.37	1460.84	1516.05	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	7247.31	2541.13	889.505	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	7247.31	763.167	2641.98	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	7512.92	763.167	889.505	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	17915.7	616.613	870.008	8663.54	11056.9
A1_SLU_gr2_Scarico_73	15265.9	0	774.615	0	9971.92
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	17915.7	1233.23	524.985	13750.6	6419.84
A1_SLU_gr4_centrif_75	17319.6	986.58	710.54	11000.5	8965.46
A1_SLU_gr1+vento_76	17915.7	621.936	1311.33	8705.06	16306.5
A1_SLU_gr2+vento_77	15265.9	5.32368	1215.94	41.5247	15221.5
A1_SLU_gr3+vento_78	17915.7	1238.55	966.311	13792.1	11669.4
A1_SLU_gr4+vento_79	17319.6	991.904	1151.87	11042	14215
A1_SLU_vento_gr1_80	17319.6	502.163	1414.38	7000.04	17453.2
A1_SLU_vento_gr2_81	15199.8	8.87281	1353.33	69.2079	16711.1
A1_SLU_vento_gr3_82	17319.6	995.453	1138.36	11069.7	13743.5
A1_SLU_vento_gr4_83	17319.6	995.453	1446.08	11069.7	17714.8
SLE_rar_gr1_Treno_85	12776	425.25	573.67	5974.85	7408.21
SLE_rar_gr2_Scarico_86	10948.5	0	529.811	0	6840.83
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	12776	850.5	335.723	9483.17	4210.2
SLE_rar_gr4_centrif_88	12364.9	680.4	468.625	7586.53	6006.5
SLE_rar_gr1+vento_89	12776	428.799	867.887	6002.54	10907.9
SLE_rar_gr2+vento_90	10948.5	3.54912	824.028	27.6832	10340.5
SLE_rar_gr3+vento_91	12776	854.049	629.94	9510.85	7709.92
SLE_rar_gr4+vento_92	12364.9	683.949	762.842	7614.22	9506.22
SLE_rar_vento_gr1_93	12364.9	346.115	941.405	4826.02	11694.3
SLE_rar_vento_gr2_94	10902.9	5.91521	913.336	46.1386	11298.3
SLE_rar_vento_gr3_95	12364.9	686.315	751.048	7632.67	9135.91
SLE_rar_vento_gr4_96	12364.9	686.315	958.987	7632.67	11839.4
SLE_fre_gr1_Treno_98	12364.9	340.2	439.322	4779.88	5764.75
SLE_fre_gr2_Scarico_99	10902.9	0	415.93	0	5407.34
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	12364.9	680.4	248.964	7586.53	3206.35
SLE_fre_gr4_centrif_101	12364.9	680.4	453.973	7586.53	5885.63
SLE_fre_gr1+vento_102	12364.9	341.383	537.394	4789.11	6931.32
SLE_fre_gr2+vento_103	10902.9	1.18304	514.003	9.22772	6573.91
SLE_fre_gr3+vento_104	12364.9	681.583	347.037	7595.76	4372.92
SLE_fre_gr4+vento_105	12364.9	681.583	552.046	7595.76	7052.2
SLE_fre_vento_gr1_106	10720.5	2.9576	285.552	23.0693	3249.49

SLE_fre_vento_gr2_107	10720.5	2.9576	285.552	23.0693	3249.49
SLE_fre_vento_gr3_108	10720.5	2.9576	285.552	23.0693	3249.49
SLE_fre_vento_gr4_109	10720.5	2.9576	285.552	23.0693	3249.49
SLE_fre_gr1_temp110	10720.5	1.18304	146.518	9.22772	1566.24
SLE_fre_gr2_temp111	10720.5	1.18304	146.518	9.22772	1566.24
SLE_fre_gr3_temp112	10720.5	1.18304	146.518	9.22772	1566.24
SLE_fre_gr3_temp113	10720.5	1.18304	146.518	9.22772	1566.24
SLE_qp_gr1_Treno_115	10720.5	0	40.3709	0	333.06
SLE_qp_gr2_Scarico_116	10720.5	0	40.3709	0	333.06
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	10720.5	0	40.3709	0	333.06
SLE_qp_gr4_centrif_118	10720.5	0	40.3709	0	333.06
SLE_qp_gr1+vento_119	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63
SLE_qp_gr2+vento_120	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63
SLE_qp_gr3+vento_121	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63
SLE_qp_gr4+vento_122	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63
SLE_qp_vento_gr1_123	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63
SLE_qp_vento_gr2_124	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63
SLE_qp_vento_gr3_125	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63
SLE_qp_vento_gr4_126	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63
SLE_qp_gr1_temp127	10720.5	0	40.3709	0	333.06
SLE_qp_gr2_temp128	10720.5	0	40.3709	0	333.06
SLE_qp_gr3_temp129	10720.5	0	40.3709	0	333.06
SLE_qp_gr3_temp130	10720.5	0	40.3709	0	333.06
E_103x_SLV_q=1.5_131	11085.3	3245.44	1057.21	23667.9	9316.83
E_103y_SLV_q=1.5_132	11085.3	974.461	3200.98	7100.37	30076.6
E_103z_SLV_q=1.5_133	11936.4	974.461	1057.21	7100.37	9316.83
E_103x_SLV_q=1.36_134	11085.3	3569.87	1149.08	26034.7	10206.5
E_103y_SLV_q=1.36_135	11085.3	1071.79	3507.24	7810.41	33042.3
E_103z_SLV_q=1.36_136	11936.4	1071.79	1149.08	7810.41	10206.5
E_103x_SLV_q=1_137	11085.3	4866.71	1516.05	35501.6	13765.2
E_103y_SLV_q=1_138	11085.3	1460.84	4730.46	10650.5	44904.4
E_103z_SLV_q=1_139	11936.4	1460.84	1516.05	10650.5	13765.2
E_103x_SLD_q=1_140	10834.4	2541.13	889.505	21021.6	8563.91
E_103y_SLD_q=1_141	10834.4	763.167	2641.98	6306.47	27566.9
E_103z_SLD_q=1_142	11100	763.167	889.505	6306.47	8563.91

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	28867.4	616.613	870.008	10205.1	13232
A1_SLU_gr2_Scarico_73	26217.6	0	774.615	0	11908.5
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	28867.4	1233.23	524.985	16833.7	7732.3
A1_SLU_gr4_centrif_75	28271.3	986.58	710.54	13466.9	10741.8
A1_SLU_gr1+vento_76	28867.4	621.936	1311.33	10259.9	19584.9
A1_SLU_gr2+vento_77	26217.6	5.32368	1215.94	54.834	18261.3
A1_SLU_gr3+vento_78	28867.4	1238.55	966.311	16888.5	14085.2
A1_SLU_gr4+vento_79	28271.3	991.904	1151.87	13521.8	17094.7
A1_SLU_vento_gr1_80	28271.3	502.163	1414.38	8255.44	20989.2
A1_SLU_vento_gr2_81	26151.4	8.87281	1353.33	91.3899	20094.4
A1_SLU_vento_gr3_82	28271.3	995.453	1138.36	13558.3	16589.4
A1_SLU_vento_gr4_83	28271.3	995.453	1446.08	13558.3	21330
SLE_rar_gr1_Treno_85	20888.3	425.25	573.67	7037.98	8842.38
SLE_rar_gr2_Scarico_86	19060.9	0	529.811	0	8165.36
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	20888.3	850.5	335.723	11609.4	5049.51
SLE_rar_gr4_centrif_88	20477.3	680.4	468.625	9287.53	7178.06
SLE_rar_gr1+vento_89	20888.3	428.799	867.887	7074.53	13077.6
SLE_rar_gr2+vento_90	19060.9	3.54912	824.028	36.556	12400.6
SLE_rar_gr3+vento_91	20888.3	854.049	629.94	11646	9284.77
SLE_rar_gr4+vento_92	20477.3	683.949	762.842	9324.09	11413.3
SLE_rar_vento_gr1_93	20477.3	346.115	941.405	5691.31	14047.8
SLE_rar_vento_gr2_94	19015.3	5.91521	913.336	60.9266	13581.6
SLE_rar_vento_gr3_95	20477.3	686.315	751.048	9348.46	11013.5
SLE_rar_vento_gr4_96	20477.3	686.315	958.987	9348.46	14236.8
SLE_fre_gr1_Treno_98	20477.3	340.2	439.322	5630.38	6863.05
SLE_fre_gr2_Scarico_99	19015.3	0	415.93	0	6447.16
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	20477.3	680.4	248.964	9287.53	3828.76
SLE_fre_gr4_centrif_101	20477.3	680.4	453.973	9287.53	7020.56
SLE_fre_gr1+vento_102	20477.3	341.383	537.394	5642.57	8274.81
SLE_fre_gr2+vento_103	19015.3	1.18304	514.003	12.1853	7858.91
SLE_fre_gr3+vento_104	20477.3	681.583	347.037	9299.72	5240.51
SLE_fre_gr4+vento_105	20477.3	681.583	552.046	9299.72	8432.31
SLE_fre_vento_gr1_106	18832.9	2.9576	285.552	30.4633	3963.37

SLE_fre_vento_gr2_107	18832.9	2.9576	285.552	30.4633	3963.37
SLE_fre_vento_gr3_108	18832.9	2.9576	285.552	30.4633	3963.37
SLE_fre_vento_gr4_109	18832.9	2.9576	285.552	30.4633	3963.37
SLE_fre_gr1_temp110	18832.9	1.18304	146.518	12.1853	1932.54
SLE_fre_gr2_temp111	18832.9	1.18304	146.518	12.1853	1932.54
SLE_fre_gr3_temp112	18832.9	1.18304	146.518	12.1853	1932.54
SLE_fre_gr3_temp113	18832.9	1.18304	146.518	12.1853	1932.54
SLE_qp_gr1_Treno_115	18832.9	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr2_Scarico_116	18832.9	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	18832.9	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr4_centrif_118	18832.9	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr1+vento_119	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74
SLE_qp_gr2+vento_120	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74
SLE_qp_gr3+vento_121	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74
SLE_qp_gr4+vento_122	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74
SLE_qp_vento_gr1_123	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74
SLE_qp_vento_gr2_124	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74
SLE_qp_vento_gr3_125	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74
SLE_qp_vento_gr4_126	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74
SLE_qp_gr1_temp127	18832.9	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr2_temp128	18832.9	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr3_temp129	18832.9	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr3_temp130	18832.9	0	40.3709	0	433.988
E_103x_SLV_q=1.5_131	19316.9	4208.12	1346.01	34188.2	12681.9
E_103y_SLV_q=1.5_132	19316.9	1937.14	3489.79	11943.2	38801.1
E_103z_SLV_q=1.5_133	20446.3	1937.14	1346.01	11943.2	12681.9
E_103x_SLV_q=1.36_134	19316.9	4532.55	1437.89	37366.1	13801.3
E_103y_SLV_q=1.36_135	19316.9	2034.47	3796.04	12896.6	42532.4
E_103z_SLV_q=1.36_136	20446.3	2034.47	1437.89	12896.6	13801.3
E_103x_SLV_q=1_137	19316.9	5829.39	1804.85	50075	18277.3
E_103y_SLV_q=1_138	19316.9	2423.52	5019.27	16709.3	57452.6
E_103z_SLV_q=1_139	20446.3	2423.52	1804.85	16709.3	18277.3
E_103x_SLD_q=1_140	18988.4	3024.24	1034.44	28582.2	11150
E_103y_SLD_q=1_141	18988.4	1246.28	2786.91	9422.16	34534.2
E_103z_SLD_q=1_142	19351.3	1246.28	1034.44	9422.16	11150

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	937.596	622.402	4489.04
A1_SLU_gr2_Scarico_144	10423.3	0	774.615	0	3929.92
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	14950.6	1233.23	592.573	899.878	2543.11
A1_SLU_gr4_centrif_146	13979	986.58	764.611	719.902	3597.77
A1_SLU_gr1+vento_147	14950.6	621.936	1378.92	622.402	6296.27
A1_SLU_gr2+vento_148	10423.3	5.32368	1215.94	0	5737.15
A1_SLU_gr3+vento_149	14950.6	1238.55	1033.9	899.878	4350.34
A1_SLU_gr4+vento_150	13979	991.904	1205.94	719.902	5405
A1_SLU_vento_gr1_151	13979	502.163	1457.64	497.922	6590.69
A1_SLU_vento_gr2_152	10357.2	8.87281	1353.33	0	6155.13
A1_SLU_vento_gr3_153	13979	995.453	1181.62	719.902	5033.95
A1_SLU_vento_gr4_154	13979	995.453	1500.15	719.902	6609.82
SLE_rar_gr1_Treno_156	10483.7	425.25	604.745	429.243	3077.05
SLE_rar_gr2_Scarico_157	7361.47	0	529.811	0	2708.3
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	10483.7	850.5	366.798	620.605	1735.03
SLE_rar_gr4_centrif_159	9813.66	680.4	493.485	496.484	2466
SLE_rar_gr1+vento_160	10483.7	428.799	898.962	429.243	4281.87
SLE_rar_gr2+vento_161	7361.47	3.54912	824.028	0	3913.12
SLE_rar_gr3+vento_162	10483.7	854.049	661.015	620.605	2939.85
SLE_rar_gr4+vento_163	9813.66	683.949	787.702	496.484	3670.82
SLE_rar_vento_gr1_164	9813.66	346.115	961.293	343.394	4463.88
SLE_rar_vento_gr2_165	7315.87	5.91521	913.336	0	4174.28
SLE_rar_vento_gr3_166	9813.66	686.315	770.936	496.484	3390.27
SLE_rar_vento_gr4_167	9813.66	686.315	983.847	496.484	4474.03
SLE_fre_gr1_Treno_169	9813.66	340.2	455.895	343.394	2449.08
SLE_fre_gr2_Scarico_170	7315.87	0	415.93	0	2163.08
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	9813.66	680.4	265.537	496.484	1375.47
SLE_fre_gr4_centrif_172	9813.66	680.4	474.69	496.484	2457.54
SLE_fre_gr1+vento_173	9813.66	341.383	553.967	343.394	2850.69
SLE_fre_gr2+vento_174	7315.87	1.18304	514.003	0	2564.69
SLE_fre_gr3+vento_175	9813.66	681.583	363.61	496.484	1777.07
SLE_fre_gr4+vento_176	9813.66	681.583	572.762	496.484	2859.15
SLE_fre_vento_gr1_177	7133.47	2.9576	285.552	0	1022.18

SLE_fre_vento_gr2_178	7133.47	2.9576	285.552	0	1022.18
SLE_fre_vento_gr3_179	7133.47	2.9576	285.552	0	1022.18
SLE_fre_vento_gr4_180	7133.47	2.9576	285.552	0	1022.18
SLE_fre_gr1_temp181	7133.47	1.18304	146.518	0	423.407
SLE_fre_gr2_temp182	7133.47	1.18304	146.518	0	423.407
SLE_fre_gr3_temp183	7133.47	1.18304	146.518	0	423.407
SLE_fre_gr3_temp184	7133.47	1.18304	146.518	0	423.407
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	1.18304	138.443	0	419.774
SLE_qp_gr2+vento_191	7133.47	1.18304	138.443	0	419.774
SLE_qp_gr3+vento_192	7133.47	1.18304	138.443	0	419.774
SLE_qp_gr4+vento_193	7133.47	1.18304	138.443	0	419.774
SLE_qp_vento_gr1_194	7133.47	1.18304	138.443	0	419.774
SLE_qp_vento_gr2_195	7133.47	1.18304	138.443	0	419.774
SLE_qp_vento_gr3_196	7133.47	1.18304	138.443	0	419.774
SLE_qp_vento_gr4_197	7133.47	1.18304	138.443	0	419.774
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	7498.24	3245.44	1057.21	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	7498.24	974.461	3200.98	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	8349.37	974.461	1057.21	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	7498.24	3569.87	1149.08	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	7498.24	1071.79	3507.24	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	8349.37	1071.79	1149.08	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	7498.24	4866.71	1516.05	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	7498.24	1460.84	4730.46	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	8349.37	1460.84	1516.05	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	7247.31	2541.13	889.505	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	7247.31	763.167	2641.98	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	7512.92	763.167	889.505	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	19793.1	616.613	937.596	5431.98	11802.3
A1_SLU_gr2_Scarico_144	15265.9	0	774.615	0	9971.92
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	19793.1	1233.23	592.573	10519	7165.18
A1_SLU_gr4_centrif_146	18821.5	986.58	764.611	8415.23	9561.74
A1_SLU_gr1+vento_147	19793.1	621.936	1378.92	5473.5	17051.9
A1_SLU_gr2+vento_148	15265.9	5.32368	1215.94	41.5247	15221.5
A1_SLU_gr3+vento_149	19793.1	1238.55	1033.9	10560.6	12414.8
A1_SLU_gr4+vento_150	18821.5	991.904	1205.94	8456.75	14811.3
A1_SLU_vento_gr1_151	18821.5	502.163	1457.64	4414.79	17960.3
A1_SLU_vento_gr2_152	15199.8	8.87281	1353.33	69.2079	16711.1
A1_SLU_vento_gr3_153	18821.5	995.453	1181.62	8484.43	14250.6
A1_SLU_vento_gr4_154	18821.5	995.453	1500.15	8484.43	18311
SLE_rar_gr1_Treno_156	14070.8	425.25	604.745	3746.19	7794.06
SLE_rar_gr2_Scarico_157	10948.5	0	529.811	0	6840.83
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	14070.8	850.5	366.798	7254.51	4596.05
SLE_rar_gr4_centrif_159	13400.7	680.4	493.485	5803.6	6315.18
SLE_rar_gr1+vento_160	14070.8	428.799	898.962	3773.88	11293.8
SLE_rar_gr2+vento_161	10948.5	3.54912	824.028	27.6832	10340.5
SLE_rar_gr3+vento_162	14070.8	854.049	661.015	7282.19	8095.77
SLE_rar_gr4+vento_163	13400.7	683.949	787.702	5831.29	9814.9
SLE_rar_vento_gr1_164	13400.7	346.115	961.293	3043.09	11962
SLE_rar_vento_gr2_165	10902.9	5.91521	913.336	46.1386	11298.3
SLE_rar_vento_gr3_166	13400.7	686.315	770.936	5849.74	9403.57
SLE_rar_vento_gr4_167	13400.7	686.315	983.847	5849.74	12148
SLE_fre_gr1_Treno_169	13400.7	340.2	455.895	2996.95	6005.06
SLE_fre_gr2_Scarico_170	10902.9	0	415.93	0	5407.34
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	13400.7	680.4	265.537	5803.6	3446.66
SLE_fre_gr4_centrif_172	13400.7	680.4	474.69	5803.6	6160.12
SLE_fre_gr1+vento_173	13400.7	341.383	553.967	3006.18	7171.64
SLE_fre_gr2+vento_174	10902.9	1.18304	514.003	9.22772	6573.91
SLE_fre_gr3+vento_175	13400.7	681.583	363.61	5812.83	4613.23
SLE_fre_gr4+vento_176	13400.7	681.583	572.762	5812.83	7326.69
SLE_fre_vento_gr1_177	10720.5	2.9576	285.552	23.0693	3249.49

SLE_fre_vento_gr2_178	10720.5	2.9576	285.552	23.0693	3249.49
SLE_fre_vento_gr3_179	10720.5	2.9576	285.552	23.0693	3249.49
SLE_fre_vento_gr4_180	10720.5	2.9576	285.552	23.0693	3249.49
SLE_fre_gr1_temp181	10720.5	1.18304	146.518	9.22772	1566.24
SLE_fre_gr2_temp182	10720.5	1.18304	146.518	9.22772	1566.24
SLE_fre_gr3_temp183	10720.5	1.18304	146.518	9.22772	1566.24
SLE_fre_gr3_temp184	10720.5	1.18304	146.518	9.22772	1566.24
SLE_qp_gr1_Treno_186	10720.5	0	40.3709	0	333.06
SLE_qp_gr2_Scarico_187	10720.5	0	40.3709	0	333.06
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	10720.5	0	40.3709	0	333.06
SLE_qp_gr4_centrif_189	10720.5	0	40.3709	0	333.06
SLE_qp_gr1+vento_190	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63
SLE_qp_gr2+vento_191	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63
SLE_qp_gr3+vento_192	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63
SLE_qp_gr4+vento_193	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63
SLE_qp_vento_gr1_194	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63
SLE_qp_vento_gr2_195	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63
SLE_qp_vento_gr3_196	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63
SLE_qp_vento_gr4_197	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63
SLE_qp_gr1_temp198	10720.5	0	40.3709	0	333.06
SLE_qp_gr2_temp199	10720.5	0	40.3709	0	333.06
SLE_qp_gr3_temp200	10720.5	0	40.3709	0	333.06
SLE_qp_gr3_temp201	10720.5	0	40.3709	0	333.06
E_103x_SLV_q=1.5_202	11085.3	3245.44	1057.21	23667.9	9316.83
E_103y_SLV_q=1.5_203	11085.3	974.461	3200.98	7100.37	30076.6
E_103z_SLV_q=1.5_204	11936.4	974.461	1057.21	7100.37	9316.83
E_103x_SLV_q=1.36_205	11085.3	3569.87	1149.08	26034.7	10206.5
E_103y_SLV_q=1.36_206	11085.3	1071.79	3507.24	7810.41	33042.3
E_103z_SLV_q=1.36_207	11936.4	1071.79	1149.08	7810.41	10206.5
E_103x_SLV_q=1_208	11085.3	4866.71	1516.05	35501.6	13765.2
E_103y_SLV_q=1_209	11085.3	1460.84	4730.46	10650.5	44904.4
E_103z_SLV_q=1_210	11936.4	1460.84	1516.05	10650.5	13765.2
E_103x_SLD_q=1_211	10834.4	2541.13	889.505	21021.6	8563.91
E_103y_SLD_q=1_212	10834.4	763.167	2641.98	6306.47	27566.9
E_103z_SLD_q=1_213	11100	763.167	889.505	6306.47	8563.91

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	30744.8	616.613	937.596	6973.51	14146.3
A1_SLU_gr2_Scarico_144	26217.6	0	774.615	0	11908.5
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	30744.8	1233.23	592.573	13602.1	8646.62
A1_SLU_gr4_centrif_146	29773.2	986.58	764.611	10881.7	11473.3
A1_SLU_gr1+vento_147	30744.8	621.936	1378.92	7028.35	20499.2
A1_SLU_gr2+vento_148	26217.6	5.32368	1215.94	54.834	18261.3
A1_SLU_gr3+vento_149	30744.8	1238.55	1033.9	13656.9	14999.5
A1_SLU_gr4+vento_150	29773.2	991.904	1205.94	10936.5	17826.2
A1_SLU_vento_gr1_151	29773.2	502.163	1457.64	5670.2	21604.4
A1_SLU_vento_gr2_152	26151.4	8.87281	1353.33	91.3899	20094.4
A1_SLU_vento_gr3_153	29773.2	995.453	1181.62	10973.1	17204.6
A1_SLU_vento_gr4_154	29773.2	995.453	1500.15	10973.1	22061.4
SLE_rar_gr1_Treno_156	22183.1	425.25	604.745	4809.32	9305.92
SLE_rar_gr2_Scarico_157	19060.9	0	529.811	0	8165.36
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	22183.1	850.5	366.798	9380.76	5513.04
SLE_rar_gr4_centrif_159	21513.1	680.4	493.485	7504.6	7548.89
SLE_rar_gr1+vento_160	22183.1	428.799	898.962	4845.87	13541.2
SLE_rar_gr2+vento_161	19060.9	3.54912	824.028	36.556	12400.6
SLE_rar_gr3+vento_162	22183.1	854.049	661.015	9417.31	9748.31
SLE_rar_gr4+vento_163	21513.1	683.949	787.702	7541.16	11784.2
SLE_rar_vento_gr1_164	21513.1	346.115	961.293	3908.38	14365.2
SLE_rar_vento_gr2_165	19015.3	5.91521	913.336	60.9266	13581.6
SLE_rar_vento_gr3_166	21513.1	686.315	770.936	7565.53	11330.9
SLE_rar_vento_gr4_167	21513.1	686.315	983.847	7565.53	14607.7
SLE_fre_gr1_Treno_169	21513.1	340.2	455.895	3847.45	7144.8
SLE_fre_gr2_Scarico_170	19015.3	0	415.93	0	6447.16
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	21513.1	680.4	265.537	7504.6	4110.5
SLE_fre_gr4_centrif_172	21513.1	680.4	474.69	7504.6	7346.85
SLE_fre_gr1+vento_173	21513.1	341.383	553.967	3859.64	8556.55
SLE_fre_gr2+vento_174	19015.3	1.18304	514.003	12.1853	7858.91
SLE_fre_gr3+vento_175	21513.1	681.583	363.61	7516.79	5522.25
SLE_fre_gr4+vento_176	21513.1	681.583	572.762	7516.79	8758.6
SLE_fre_vento_gr1_177	18832.9	2.9576	285.552	30.4633	3963.37

SLE_fre_vento_gr2_178	18832.9	2.9576	285.552	30.4633	3963.37
SLE_fre_vento_gr3_179	18832.9	2.9576	285.552	30.4633	3963.37
SLE_fre_vento_gr4_180	18832.9	2.9576	285.552	30.4633	3963.37
SLE_fre_gr1_temp181	18832.9	1.18304	146.518	12.1853	1932.54
SLE_fre_gr2_temp182	18832.9	1.18304	146.518	12.1853	1932.54
SLE_fre_gr3_temp183	18832.9	1.18304	146.518	12.1853	1932.54
SLE_fre_gr3_temp184	18832.9	1.18304	146.518	12.1853	1932.54
SLE_qp_gr1_Treno_186	18832.9	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr2_Scarico_187	18832.9	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	18832.9	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr4_centrif_189	18832.9	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr1+vento_190	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74
SLE_qp_gr2+vento_191	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74
SLE_qp_gr3+vento_192	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74
SLE_qp_gr4+vento_193	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74
SLE_qp_vento_gr1_194	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74
SLE_qp_vento_gr2_195	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74
SLE_qp_vento_gr3_196	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74
SLE_qp_vento_gr4_197	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74
SLE_qp_gr1_temp198	18832.9	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr2_temp199	18832.9	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr3_temp200	18832.9	0	40.3709	0	433.988
SLE_qp_gr3_temp201	18832.9	0	40.3709	0	433.988
E_103x_SLV_q=1.5_202	19316.9	4208.12	1346.01	34188.2	12681.9
E_103y_SLV_q=1.5_203	19316.9	1937.14	3489.79	11943.2	38801.1
E_103z_SLV_q=1.5_204	20446.3	1937.14	1346.01	11943.2	12681.9
E_103x_SLV_q=1.36_205	19316.9	4532.55	1437.89	37366.1	13801.3
E_103y_SLV_q=1.36_206	19316.9	2034.47	3796.04	12896.6	42532.4
E_103z_SLV_q=1.36_207	20446.3	2034.47	1437.89	12896.6	13801.3
E_103x_SLV_q=1_208	19316.9	5829.39	1804.85	50075	18277.3
E_103y_SLV_q=1_209	19316.9	2423.52	5019.27	16709.3	57452.6
E_103z_SLV_q=1_210	20446.3	2423.52	1804.85	16709.3	18277.3
E_103x_SLD_q=1_211	18988.4	3024.24	1034.44	28582.2	11150
E_103y_SLD_q=1_212	18988.4	1246.28	2786.91	9422.16	34534.2
E_103z_SLD_q=1_213	19351.3	1246.28	1034.44	9422.16	11150

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P15	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805002	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	604.745	429.243	3077.05
SLE_rar_gr3+vento_20		10483.7	854.049	661.015	620.605	2939.85
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	686.315	983.847	496.484	4474.03
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		10483.7	850.5	366.798	620.605	1735.03
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	686.315	983.847	496.484	4474.03
SLE_rar_gr4_centrif_17		9813.66	680.4	493.485	496.484	2466
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	686.315	493.485	496.484	4474.03
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	686.315	983.847	496.484	4474.03
SLE_rar_gr4_centrif_17		9813.66	680.4	493.485	496.484	2466
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	686.315	983.847	496.484	4474.03
SLE_qp_gr1_Treno_44		7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_48		7133.47	1.18304	138.443	0	419.774
SLE_qp_gr1+vento_48		7133.47	1.18304	138.443	0	419.774
SLE_qp_gr1_Treno_44		7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_48		7133.47	1.18304	138.443	0	419.774
E_103x_SLD_q=1_69		7229.63	2294.85	787.886	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		7229.63	689.284	2303.25	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		7454	689.284	787.886	0	0

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	14070.8	425.25	604.745	3746.19	7794.06	
SLE_rar_gr3+vento_20	14070.8	854.049	661.015	7282.19	8095.77	
SLE_rar_vento_gr4_25	13400.7	686.315	983.847	5849.74	12148	
SLE_rar_gr3+vento_20	14070.8	854.049	661.015	7282.19	8095.77	
SLE_rar_vento_gr4_25	13400.7	686.315	983.847	5849.74	12148	
SLE_rar_gr4_centrif_17	13400.7	680.4	493.485	5803.6	6315.18	
SLE_rar_vento_gr4_25	13400.7	686.315	983.847	5849.74	12148	
SLE_rar_vento_gr4_25	13400.7	686.315	983.847	5849.74	12148	
SLE_rar_vento_gr4_25	13400.7	686.315	983.847	5849.74	12148	
SLE_rar_vento_gr4_25	13400.7	686.315	983.847	5849.74	12148	
SLE_qp_gr1_Treno_44	10720.5	0	40.3709	0	333.06	
SLE_qp_gr1+vento_48	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63	
SLE_qp_gr1+vento_48	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63	
SLE_qp_gr1+vento_48	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63	
SLE_qp_gr1+vento_48	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63	
E_103x_SLD_q=1_69	10816.7	2294.85	787.886	16735.5	6710.81	
E_103y_SLD_q=1_70	10816.7	689.284	2303.25	5020.64	21389.9	
E_103z_SLD_q=1_71	11041.1	689.284	787.886	5020.64	6710.81	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	22183.1	425.25	604.745	4809.32	9305.92	
SLE_rar_gr3+vento_20	22183.1	854.049	661.015	9417.31	9748.31	
SLE_rar_vento_gr4_25	21513.1	686.315	983.847	7565.53	14607.7	
SLE_rar_gr3+vento_20	22183.1	854.049	661.015	9417.31	9748.31	
SLE_rar_vento_gr4_25	21513.1	686.315	983.847	7565.53	14607.7	
SLE_rar_gr4_centrif_17	21513.1	680.4	493.485	7504.6	7548.89	
SLE_rar_vento_gr4_25	21513.1	686.315	983.847	7565.53	14607.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	21513.1	686.315	983.847	7565.53	14607.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	21513.1	686.315	983.847	7565.53	14607.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	21513.1	686.315	983.847	7565.53	14607.7	
SLE_qp_gr1_Treno_44	18832.9	0	40.3709	0	433.988	
SLE_qp_gr1+vento_48	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74	
SLE_qp_gr1+vento_48	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74	
SLE_qp_gr1+vento_48	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74	
SLE_qp_gr1+vento_48	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74	
E_103x_SLD_q=1_69	18970.7	2777.96	932.819	23680.4	9042.85	
E_103y_SLD_q=1_70	18970.7	1172.39	2448.19	7951.62	27510.3	
E_103z_SLD_q=1_71	19292.3	1172.39	932.819	7951.62	9042.85	

Configurazione2

TESTA PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	9188.92	425.25	573.67	2657.9	2933.59	
SLE_rar_gr3+vento_91	9188.92	854.049	629.94	2849.27	2796.39	
SLE_rar_vento_gr4_96	8777.83	686.315	958.987	2279.41	4359.26	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	9188.92	850.5	335.723	2849.27	1591.56	
SLE_rar_vento_gr4_96	8777.83	686.315	958.987	2279.41	4359.26	
SLE_rar_gr4_centrif_88	8777.83	680.4	468.625	2279.41	2351.23	
SLE_rar_vento_gr4_96	8777.83	686.315	958.987	2279.41	4359.26	
SLE_rar_vento_gr4_96	8777.83	686.315	958.987	2279.41	4359.26	
SLE_rar_gr4_centrif_88	8777.83	680.4	468.625	2279.41	2351.23	
SLE_rar_vento_gr4_96	8777.83	686.315	958.987	2279.41	4359.26	
SLE_qp_gr1_Treno_115	7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_119	7133.47	1.18304	138.443	0	419.774	
SLE_qp_gr1+vento_119	7133.47	1.18304	138.443	0	419.774	
SLE_qp_gr1_Treno_115	7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_119	7133.47	1.18304	138.443	0	419.774	
E_103x_SLD_q=1_140	7247.31	2541.13	889.505	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141	7247.31	763.167	2641.98	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142	7512.92	763.167	889.505	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	12776	425.25	604.745	3746.19	7794.06	
SLE_rar_gr3+vento_91	12776	854.049	629.94	9510.85	7709.92	
SLE_rar_vento_gr4_96	12364.9	686.315	958.987	7632.67	11839.4	
SLE_rar_gr3+vento_91	12776	854.049	629.94	9510.85	7709.92	
SLE_rar_vento_gr4_96	12364.9	686.315	958.987	7632.67	11839.4	
SLE_rar_gr4_centrif_88	12364.9	680.4	468.625	7586.53	6006.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	12364.9	686.315	958.987	7632.67	11839.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	12364.9	686.315	958.987	7632.67	11839.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	12364.9	686.315	958.987	7632.67	11839.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	12364.9	686.315	958.987	7632.67	11839.4	
SLE_qp_gr1_Treno_115	10720.5	0	40.3709	0	333.06	
SLE_qp_gr1+vento_119	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63	
SLE_qp_gr1+vento_119	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63	
SLE_qp_gr1+vento_119	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63	
SLE_qp_gr1+vento_119	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63	
E_103x_SLD_q=1_140	10834.4	2541.13	889.505	21021.6	8563.91	
E_103y_SLD_q=1_141	10834.4	763.167	2641.98	6306.47	27566.9	
E_103z_SLD_q=1_142	11100	763.167	889.505	6306.47	8563.91	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	20888.3	425.25	604.745	4809.32	9305.92	
SLE_rar_gr3+vento_91	20888.3	854.049	629.94	11646	9284.77	
SLE_rar_vento_gr4_96	20477.3	686.315	958.987	9348.46	14236.8	
SLE_rar_gr3+vento_91	20888.3	854.049	629.94	11646	9284.77	
SLE_rar_vento_gr4_96	20477.3	686.315	958.987	9348.46	14236.8	
SLE_rar_gr4_centrif_88	20477.3	680.4	468.625	9287.53	7178.06	
SLE_rar_vento_gr4_96	20477.3	686.315	958.987	9348.46	14236.8	
SLE_rar_vento_gr4_96	20477.3	686.315	958.987	9348.46	14236.8	
SLE_rar_vento_gr4_96	20477.3	686.315	958.987	9348.46	14236.8	
SLE_rar_vento_gr4_96	20477.3	686.315	958.987	9348.46	14236.8	
SLE_qp_gr1_Treno_115	18832.9	0	40.3709	0	433.988	
SLE_qp_gr1+vento_119	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74	
SLE_qp_gr1+vento_119	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74	
SLE_qp_gr1+vento_119	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74	
SLE_qp_gr1+vento_119	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74	
E_103x_SLD_q=1_140	18988.4	3024.24	1034.44	28582.2	11150	
E_103y_SLD_q=1_141	18988.4	1246.28	2786.91	9422.16	34534.2	
E_103z_SLD_q=1_142	19351.3	1246.28	1034.44	9422.16	11150	

Configurazione3

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156		10483.7	425.25	604.745	429.243	3077.05	
SLE_rar_gr3+vento_162		10483.7	854.049	661.015	620.605	2939.85	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	686.315	983.847	496.484	4474.03	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158		10483.7	850.5	366.798	620.605	1735.03	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	686.315	983.847	496.484	4474.03	
SLE_rar_gr4_centrif_159		9813.66	680.4	493.485	496.484	2466	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	686.315	983.847	496.484	4474.03	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	686.315	983.847	496.484	4474.03	
SLE_rar_gr4_centrif_159		9813.66	680.4	493.485	496.484	2466	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	686.315	983.847	496.484	4474.03	
SLE_qp_gr1_Treno_186		7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_190		7133.47	1.18304	138.443	0	419.774	
SLE_qp_gr1+vento_190		7133.47	1.18304	138.443	0	419.774	
SLE_qp_gr1_Treno_186		7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_190		7133.47	1.18304	138.443	138.443	419.774	
E_103x_SLD_q=1_211		7247.31	2541.13	889.505	0	0	
E_103y_SLD_q=1_212		7247.31	763.167	2641.98	0	0	
E_103z_SLD_q=1_213		7512.92	763.167	889.505	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	14070.8	425.25	604.745	3746.19	7794.06	
SLE_rar_gr3+vento_162	14070.8	854.049	661.015	7282.19	8095.77	
SLE_rar_vento_gr4_167	13400.7	686.315	983.847	5849.74	12148	
SLE_rar_gr3+vento_162	14070.8	854.049	661.015	7282.19	8095.77	
SLE_rar_vento_gr4_167	13400.7	686.315	983.847	5849.74	12148	
SLE_rar_gr4_centrif_159	13400.7	680.4	493.485	5803.6	6315.18	
SLE_rar_vento_gr4_167	13400.7	686.315	983.847	5849.74	12148	
SLE_rar_vento_gr4_167	13400.7	686.315	983.847	5849.74	12148	
SLE_rar_vento_gr4_167	13400.7	686.315	983.847	5849.74	12148	
SLE_rar_vento_gr4_167	13400.7	686.315	983.847	5849.74	12148	
SLE_qp_gr1_Treno_186	10720.5	0	40.3709	0	333.06	
SLE_qp_gr1+vento_190	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63	
SLE_qp_gr1+vento_190	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63	
SLE_qp_gr1+vento_190	10720.5	1.18304	138.443	9.22772	1499.63	
SLE_qp_gr1+vento_190	10720.5	1.18304	138.443	138.443	1499.63	
E_103x_SLD_q=1_211	10834.4	2541.13	889.505	21021.6	8563.91	
E_103y_SLD_q=1_212	10834.4	763.167	2641.98	6306.47	27566.9	
E_103z_SLD_q=1_213	11100	763.167	889.505	6306.47	8563.91	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	22183.1	425.25	604.745	4809.32	9305.92	
SLE_rar_gr3+vento_162	22183.1	854.049	661.015	9417.31	9748.31	
SLE_rar_vento_gr4_167	21513.1	686.315	983.847	7565.53	14607.7	
SLE_rar_gr3+vento_162	22183.1	854.049	661.015	9417.31	9748.31	
SLE_rar_vento_gr4_167	21513.1	686.315	983.847	7565.53	14607.7	
SLE_rar_gr4_centrif_159	21513.1	680.4	493.485	7504.6	7548.89	
SLE_rar_vento_gr4_167	21513.1	686.315	983.847	7565.53	14607.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	21513.1	686.315	983.847	7565.53	14607.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	21513.1	686.315	983.847	7565.53	14607.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	21513.1	686.315	983.847	7565.53	14607.7	
SLE_qp_gr1_Treno_186	18832.9	0	40.3709	0	433.988	
SLE_qp_gr1+vento_190	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74	
SLE_qp_gr1+vento_190	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74	
SLE_qp_gr1+vento_190	18832.9	1.18304	138.443	12.1853	1845.74	
SLE_qp_gr1+vento_190	18832.9	1.18304	138.443	138.443	1845.74	
E_103x_SLD_q=1_211	18988.4	3024.24	1034.44	28582.2	11150	
E_103y_SLD_q=1_212	18988.4	1246.28	2786.91	9422.16	34534.2	
E_103z_SLD_q=1_213	19351.3	1246.28	1034.44	9422.16	11150	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P15	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805002	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	937.596	622.402	4489.04
A1_SLU_gr3+vento_7		14950.6	1238.55	1033.9	899.878	4350.34
A1_SLU_vento_gr4_12		13979	995.453	1500.15	719.902	6609.82
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3		14950.6	1233.23	592.573	899.878	2543.11
A1_SLU_vento_gr4_12		13979	995.453	1500.15	719.902	6609.82
E_103x_SLV_q=1.5_60		7498.24	3245.44	1057.21	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61		7498.24	974.461	3200.98	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62		8349.37	974.461	1057.21	0	0
E_103x_SLV_q=1_66		7498.24	4866.71	1516.05	0	0
E_103y_SLV_q=1_67		7498.24	1460.84	4730.46	0	0
E_103z_SLV_q=1_68		8349.37	1460.84	1516.05	0	0
BASE PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1		19793.1	616.613	937.596	5431.98	11802.3
A1_SLU_gr3+vento_7		19793.1	1238.55	1033.9	10560.6	12414.8
A1_SLU_vento_gr4_12		18821.5	995.453	1500.15	8484.43	18311
A1_SLU_gr3+vento_7		19793.1	1238.55	1033.9	10560.6	12414.8
A1_SLU_vento_gr4_12		18821.5	995.453	1500.15	8484.43	18311
E_103x_SLV_q=1.5_60		11085.3	3245.44	1057.21	23667.9	9316.83
E_103y_SLV_q=1.5_61		11085.3	974.461	3200.98	7100.37	30076.6
E_103z_SLV_q=1.5_62		11936.4	974.461	1057.21	7100.37	9316.83
E_103x_SLV_q=1_66		11085.3	4866.71	1516.05	35501.6	13765.2
E_103y_SLV_q=1_67		11085.3	1460.84	4730.46	10650.5	44904.4
E_103z_SLV_q=1_68		11936.4	1460.84	1516.05	10650.5	13765.2
BASE FONDAZIONE						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1		30744.8	616.613	937.596	6973.51	14146.3
A1_SLU_gr3+vento_7		30744.8	1238.55	1033.9	13656.9	14999.5
A1_SLU_vento_gr4_12		29773.2	995.453	1500.15	10973.1	22061.4
A1_SLU_gr3+vento_7		30744.8	1238.55	1033.9	13656.9	14999.5
A1_SLU_vento_gr4_12		29773.2	995.453	1500.15	10973.1	22061.4
E_103x_SLV_q=1.36_63		19316.9	4532.55	1437.89	37366.1	13801.3
E_103y_SLV_q=1.36_64		19316.9	2034.47	3796.04	12896.6	42532.4
E_103z_SLV_q=1.36_65		20446.3	2034.47	1437.89	12896.6	13801.3
E_103x_SLV_q=1_66		19316.9	5829.39	1804.85	50075	18277.3
E_103y_SLV_q=1_67		19316.9	2423.52	5019.27	16709.3	57452.6
E_103z_SLV_q=1_68		20446.3	2423.52	1804.85	16709.3	18277.3

Configurazione2

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	13073.1	616.613	870.008	3853.96	4270.88	
A1_SLU_gr3+vento_78	13073.1	1238.55	966.311	4131.43	4132.18	
A1_SLU_vento_gr4_83	12477.1	995.453	1446.08	3305.15	6435.3	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	13073.1	1233.23	524.985	4131.43	2324.95	
A1_SLU_vento_gr4_83	12477.1	995.453	1446.08	3305.15	6435.3	
E_103x_SLV_q=1.5_131	7498.24	3245.44	1057.21	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_132	7498.24	974.461	3200.98	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_133	8349.37	974.461	1057.21	0	0	
E_103x_SLV_q=1_137	7498.24	4866.71	1516.05	0	0	
E_103y_SLV_q=1_138	7498.24	1460.84	4730.46	0	0	
E_103z_SLV_q=1_139	8349.37	1460.84	1516.05	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	17915.7	616.613	870.008	8663.54	11056.9	
A1_SLU_gr3+vento_78	17915.7	1238.55	966.311	13792.1	11669.4	
A1_SLU_vento_gr4_83	17319.6	995.453	1446.08	11069.7	17714.8	
A1_SLU_gr3+vento_78	17915.7	1238.55	966.311	13792.1	11669.4	
A1_SLU_vento_gr4_83	17319.6	995.453	1446.08	11069.7	17714.8	
E_103x_SLV_q=1.5_131	11085.3	3245.44	1057.21	23667.9	9316.83	
E_103y_SLV_q=1.5_132	11085.3	974.461	3200.98	7100.37	30076.6	
E_103z_SLV_q=1.5_133	11936.4	974.461	1057.21	7100.37	9316.83	
E_103x_SLV_q=1_137	11085.3	4866.71	1516.05	35501.6	13765.2	
E_103y_SLV_q=1_138	11085.3	1460.84	4730.46	10650.5	44904.4	
E_103z_SLV_q=1_139	11936.4	1460.84	1516.05	10650.5	13765.2	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	28867.4	616.613	870.008	10205.1	13232	
A1_SLU_gr3+vento_78	28867.4	1238.55	966.311	16888.5	14085.2	
A1_SLU_vento_gr4_83	28271.3	995.453	1446.08	13558.3	21330	
A1_SLU_gr3+vento_78	28867.4	1238.55	966.311	16888.5	14085.2	
A1_SLU_vento_gr4_83	28271.3	995.453	1446.08	13558.3	21330	
E_103x_SLV_q=1.36_134	19316.9	4532.55	1437.89	37366.1	13801.3	
E_103y_SLV_q=1.36_135	19316.9	2034.47	3796.04	12896.6	42532.4	
E_103z_SLV_q=1.36_136	20446.3	2034.47	1437.89	12896.6	13801.3	
E_103x_SLV_q=1_137	19316.9	5829.39	1804.85	50075	18277.3	
E_103y_SLV_q=1_138	19316.9	2423.52	5019.27	16709.3	57452.6	
E_103z_SLV_q=1_139	20446.3	2423.52	1804.85	16709.3	18277.3	

Configurazione3

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	14950.6	616.613	937.596	622.402	4489.04	
A1_SLU_gr3+vento_149	14950.6	1238.55	1033.9	899.878	4350.34	
A1_SLU_vento_gr4_154	13979	995.453	1500.15	719.902	6609.82	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	14950.6	1233.23	592.573	899.878	2543.11	
A1_SLU_vento_gr4_154	13979	995.453	1500.15	719.902	6609.82	
E_103x_SLV_q=1.5_202	7498.24	3245.44	1057.21	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_203	7498.24	974.461	3200.98	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_204	8349.37	974.461	1057.21	0	0	
E_103x_SLV_q=1_208	7498.24	4866.71	1516.05	0	0	
E_103y_SLV_q=1_209	7498.24	1460.84	4730.46	0	0	
E_103z_SLV_q=1_210	8349.37	1460.84	1516.05	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	19793.1	616.613	937.596	5431.98	11802.3	
A1_SLU_gr3+vento_149	19793.1	1238.55	1033.9	10560.6	12414.8	
A1_SLU_vento_gr4_154	18821.5	995.453	1500.15	8484.43	18311	
A1_SLU_gr3+vento_149	19793.1	1238.55	1033.9	10560.6	12414.8	
A1_SLU_vento_gr4_154	18821.5	995.453	1500.15	8484.43	18311	
E_103x_SLV_q=1.5_202	11085.3	3245.44	1057.21	23667.9	9316.83	
E_103y_SLV_q=1.5_203	11085.3	974.461	3200.98	7100.37	30076.6	
E_103z_SLV_q=1.5_204	11936.4	974.461	1057.21	7100.37	9316.83	
E_103x_SLV_q=1_208	11085.3	4866.71	1516.05	35501.6	13765.2	
E_103y_SLV_q=1_209	11085.3	1460.84	4730.46	10650.5	44904.4	
E_103z_SLV_q=1_210	11936.4	1460.84	1516.05	10650.5	13765.2	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	30744.8	616.613	937.596	6973.51	14146.3	
A1_SLU_gr3+vento_149	30744.8	1238.55	1033.9	13656.9	14999.5	
A1_SLU_vento_gr4_154	29773.2	995.453	1500.15	10973.1	22061.4	
A1_SLU_gr3+vento_149	30744.8	1238.55	1033.9	13656.9	14999.5	
A1_SLU_vento_gr4_154	29773.2	995.453	1500.15	10973.1	22061.4	
E_103x_SLV_q=1.36_205	19316.9	4532.55	1437.89	37366.1	13801.3	
E_103y_SLV_q=1.36_206	19316.9	2034.47	3796.04	12896.6	42532.4	
E_103z_SLV_q=1.36_207	20446.3	2034.47	1437.89	12896.6	13801.3	
E_103x_SLV_q=1_208	19316.9	5829.39	1804.85	50075	18277.3	
E_103y_SLV_q=1_209	19316.9	2423.52	5019.27	16709.3	57452.6	
E_103z_SLV_q=1_210	20446.3	2423.52	1804.85	16709.3	18277.3	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P15</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805002	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	110 Φ 26 interasse 20 cm*	Φ 12/20	8.7 cm
plinto	Trasv: 2.5 strati Φ 30/10 Long 2.5 strati Φ 30/10	-	8.7 cm
pali	36 Φ 30 interasse 10 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 VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P15	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805002	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 $q \leq 1,5$.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P15</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805002	REV. B

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.

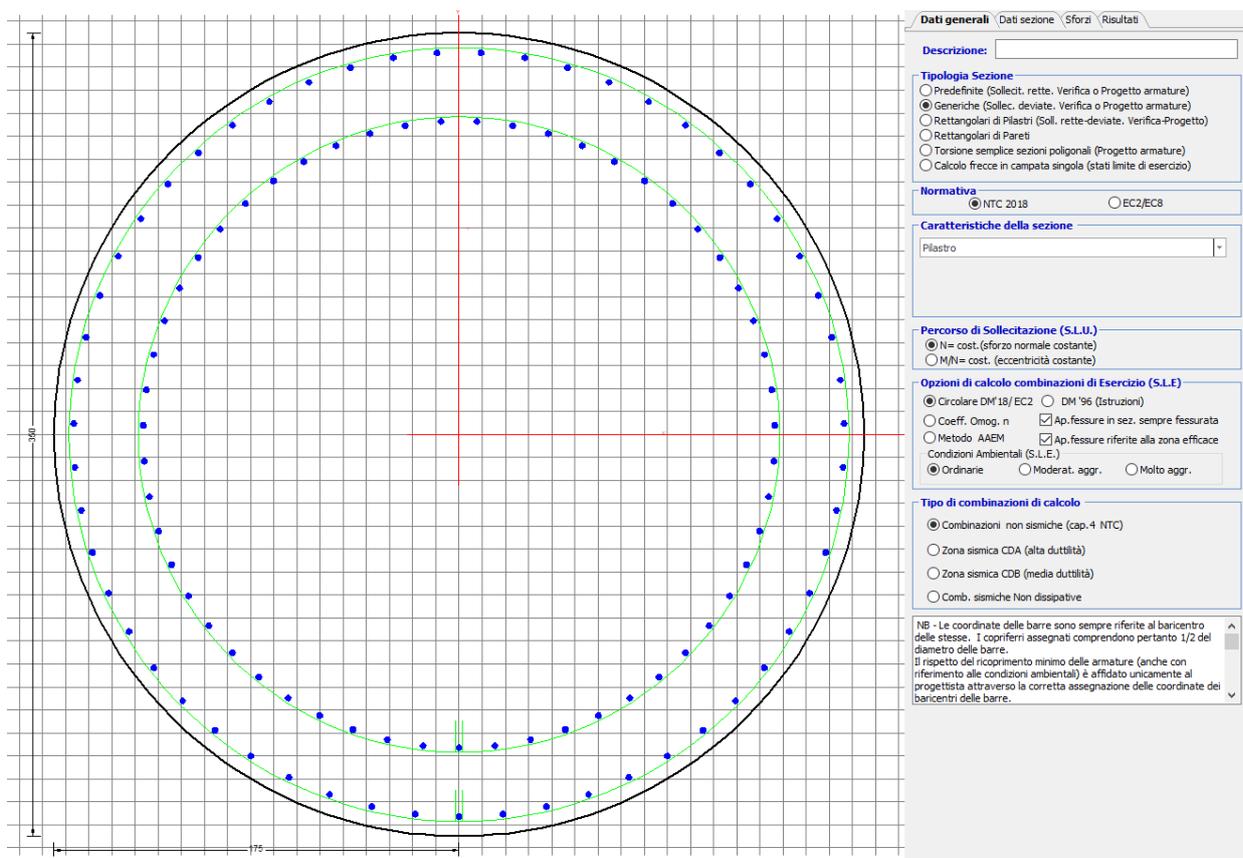


Figura 12 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 110 di diametro $\Phi 26$ che corrispondono ad un passo di 20cm 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:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Metodo di calcolo resistenza:	Sezione generica di Pilastro
Tipologia sezione:	N.T.C.
Normativa di riferimento:	A Sforzo Norm. costante
Percorso sollecitazione:	Poco aggressive
Condizioni Ambientali:	

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 circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro	Ordinata [cm] del centro della circonferenza 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 equidistanti 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	55	26
2	0.0	0.0	136.5	55	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
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.

My Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y' // asse Y coord.
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y delle coord.
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse X delle coord.

N°Comb.	N	MX	MY	VY	VX
1	19793.12	5431.98	11802.29	0.00	0.00
2	19793.12	10560.56	12414.76	0.00	0.00
3	18821.55	8484.43	18311.03	0.00	0.00
4	19793.12	10560.56	12414.76	0.00	0.00
5	18821.55	8484.43	18311.03	0.00	0.00
6	11085.30	23667.90	9316.83	0.00	0.00
7	11085.30	7100.37	30076.64	0.00	0.00
8	11936.43	7100.37	9316.83	0.00	0.00
9	17915.67	8663.54	11056.95	0.00	0.00
10	17915.67	13792.11	11669.41	0.00	0.00
11	17319.59	11069.68	17714.75	0.00	0.00
12	17915.67	13792.11	11669.41	0.00	0.00
13	17319.59	11069.68	17714.75	0.00	0.00
14	11085.30	23667.90	9316.83	0.00	0.00
15	11085.30	7100.37	30076.64	0.00	0.00
16	11936.43	7100.37	9316.83	0.00	0.00
17	19793.12	5431.98	11802.29	0.00	0.00
18	19793.12	10560.56	12414.76	0.00	0.00
19	18821.55	8484.43	18311.03	0.00	0.00
20	19793.12	10560.56	12414.76	0.00	0.00
21	18821.55	8484.43	18311.03	0.00	0.00
22	11085.30	23667.90	9316.83	0.00	0.00
23	11085.30	7100.37	30076.64	0.00	0.00
24	11936.43	7100.37	9316.83	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	14070.77	3746.19	7794.06
2	14070.77	7282.19	8095.77
3	13400.72	5849.74	12148.04
4	14070.77	7282.19	8095.77
5	13400.72	5849.74	12148.04
6	12775.98	3746.19	7794.06
7	12775.98	9510.85	7709.92
8	12364.89	7632.67	11839.36
9	12775.98	9510.85	7709.92
10	12364.89	7632.67	11839.36
11	14070.77	3746.19	7794.06
12	14070.77	7282.19	8095.77
13	13400.72	5849.74	12148.04
14	14070.77	7282.19	8095.77
15	13400.72	5849.74	12148.04
16	10816.69	16735.47	6710.81
17	10816.69	5020.64	21389.88
18	11041.06	5020.64	6710.81
19	10834.37	21021.57	8563.91

20	10834.37	6306.47	27566.88
21	11099.98	6306.47	8563.91
22	10834.37	21021.57	8563.91
23	10834.37	6306.47	27566.88
24	11099.98	6306.47	8563.91

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	13400.72	5803.60 (33858.61)	6315.18 (36843.20)
2	13400.72	5849.74 (11405.83)	12148.04 (23686.26)
3	13400.72	5849.74 (11405.83)	12148.04 (23686.26)
4	13400.72	5849.74 (11405.83)	12148.04 (23686.26)
5	13400.72	5849.74 (11405.83)	12148.04 (23686.26)
6	12364.89	7586.53 (27015.09)	6006.50 (21388.72)
7	12364.89	7632.67 (12986.10)	11839.36 (20143.29)
8	12364.89	7632.67 (12986.10)	11839.36 (20143.29)
9	12364.89	7632.67 (12986.10)	11839.36 (20143.29)
10	12364.89	7632.67 (12986.10)	11839.36 (20143.29)
11	13400.72	5803.60 (33858.61)	6315.18 (36843.20)
12	13400.72	5849.74 (11405.83)	12148.04 (23686.26)
13	13400.72	5849.74 (11405.83)	12148.04 (23686.26)
14	13400.72	5849.74 (11405.83)	12148.04 (23686.26)
15	13400.72	5849.74 (11405.83)	12148.04 (23686.26)

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	10720.53	0.00 (7278.26)	333.06 (0.00)
2	10720.53	9.23 (0.00)	1499.63 (0.00)
3	10720.53	9.23 (0.00)	1499.63 (0.00)
4	10720.53	9.23 (0.00)	1499.63 (0.00)
5	10720.53	9.23 (0.00)	1499.63 (0.00)
6	10720.53	0.00 (0.00)	333.06 (0.00)
7	10720.53	9.23 (0.00)	1499.63 (0.00)
8	10720.53	9.23 (0.00)	1499.63 (0.00)
9	10720.53	9.23 (0.00)	1499.63 (0.00)
10	10720.53	9.23 (0.00)	1499.63 (0.00)
11	10720.53	0.00 (0.00)	333.06 (0.00)
12	10720.53	9.23 (0.00)	1499.63 (0.00)
13	10720.53	9.23 (0.00)	1499.63 (0.00)
14	10720.53	9.23 (0.00)	1499.63 (0.00)
15	10720.53	138.44 (0.00)	1499.63 (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: 13.0 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	19793.12	5431.98	11802.29	19792.86	22625.64(22625.64)	49165.88(49165.88)	4.17584.0(288.6)	
2	S	19793.12	10560.56	12414.76	19793.35	35067.32(35067.32)	41229.09(41229.09)	3.32584.0(288.6)	
3	S	18821.55	8484.43	18311.03	18821.68	22374.96(22374.96)	48294.58(48294.58)	2.64584.0(288.6)	
4	S	19793.12	10560.56	12414.76	19793.35	35067.32(35067.32)	41229.09(41229.09)	3.32584.0(288.6)	
5	S	18821.55	8484.43	18311.03	18821.68	22374.96(22374.96)	48294.58(48294.58)	2.64584.0(288.6)	
6	S	11085.30	23667.90	9316.83	11085.10	42373.71(42373.71)	16676.47(16676.47)	1.79584.0(288.6)	
7	S	11085.30	7100.37	30076.64	11085.28	10458.99(10458.99)	44319.94(44319.94)	1.47584.0(288.6)	
8	S	11936.43	7100.37	9316.83	11936.38	28146.03(28146.03)	36925.66(36925.66)	3.96584.0(288.6)	
9	S	17915.67	8663.54	11056.95	17915.76	32308.74(32308.74)	41227.02(41227.02)	3.73584.0(288.6)	
10	S	17915.67	13792.11	11669.41	17915.90	39981.51(39981.51)	33836.69(33836.69)	2.90584.0(288.6)	
11	S	17319.59	11069.68	17714.75	17319.31	27459.82(27459.82)	43935.02(43935.02)	2.48584.0(288.6)	
12	S	17915.67	13792.11	11669.41	17915.90	39981.51(39981.51)	33836.69(33836.69)	2.90584.0(288.6)	
13	S	17319.59	11069.68	17714.75	17319.31	27459.82(27459.82)	43935.02(43935.02)	2.48584.0(288.6)	
14	S	11085.30	23667.90	9316.83	11085.10	42373.71(42373.71)	16676.47(16676.47)	1.79584.0(288.6)	
15	S	11085.30	7100.37	30076.64	11085.28	10458.99(10458.99)	44319.94(44319.94)	1.47584.0(288.6)	
16	S	11936.43	7100.37	9316.83	11936.38	28146.03(28146.03)	36925.66(36925.66)	3.96584.0(288.6)	
17	S	19793.12	5431.98	11802.29	19792.86	22625.64(22625.64)	49165.88(49165.88)	4.17584.0(288.6)	
18	S	19793.12	10560.56	12414.76	19793.35	35067.32(35067.32)	41229.09(41229.09)	3.32584.0(288.6)	
19	S	18821.55	8484.43	18311.03	18821.68	22374.96(22374.96)	48294.58(48294.58)	2.64584.0(288.6)	
20	S	19793.12	10560.56	12414.76	19793.35	35067.32(35067.32)	41229.09(41229.09)	3.32584.0(288.6)	
21	S	18821.55	8484.43	18311.03	18821.68	22374.96(22374.96)	48294.58(48294.58)	2.64584.0(288.6)	
22	S	11085.30	23667.90	9316.83	11085.10	42373.71(42373.71)	16676.47(16676.47)	1.79584.0(288.6)	
23	S	11085.30	7100.37	30076.64	11085.28	10458.99(10458.99)	44319.94(44319.94)	1.47584.0(288.6)	
24	S	11936.43	7100.37	9316.83	11936.38	28146.03(28146.03)	36925.66(36925.66)	3.96584.0(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	159.0	0.0	0.00318	147.3	77.7	-0.00915	-151.5	-69.2
2	0.00350	133.3	1.1	0.00319	125.8	109.0	-0.00914	-131.9	-101.7
3	0.00350	158.8	1.1	0.00317	147.3	77.7	-0.00939	-151.5	-69.2
4	0.00350	133.3	1.1	0.00319	125.8	109.0	-0.00914	-131.9	-101.7

5	0.00350	158.8	1.1	0.00317	147.3	77.7	-0.00939	-151.5	-69.2
6	0.00350	64.1	0.0	0.00312	64.8	153.4	-0.01172	-56.0	-156.8
7	0.00350	170.3	1.1	0.00312	161.0	42.3	-0.01172	-163.2	-33.1
8	0.00350	139.2	1.1	0.00312	137.4	94.0	-0.01142	-131.9	-101.7
9	0.00350	137.8	1.1	0.00317	125.8	109.0	-0.00962	-131.9	-101.7
10	0.00350	113.0	1.1	0.00317	112.6	122.7	-0.00962	-105.4	-128.9
11	0.00350	148.4	0.0	0.00316	137.4	94.0	-0.00978	-142.6	-86.0
12	0.00350	113.0	1.1	0.00317	112.6	122.7	-0.00962	-105.4	-128.9
13	0.00350	148.4	1.1	0.00316	137.4	94.0	-0.00978	-142.6	-86.0
14	0.00350	64.1	1.1	0.00312	64.8	153.4	-0.01172	-56.0	-156.8
15	0.00350	170.3	16.1	0.00312	161.0	42.3	-0.01172	-163.2	-33.1
16	0.00350	139.2	162.4	0.00312	137.4	94.0	-0.01142	-131.9	-101.7
17	0.00350	159.0	40.0	0.00318	147.3	77.7	-0.00915	-151.5	-69.2
18	0.00350	133.3	104.8	0.00319	125.8	109.0	-0.00914	-131.9	-101.7
19	0.00350	158.8	162.1	0.00317	147.3	77.7	-0.00939	-151.5	-69.2
20	0.00350	133.3	39.0	0.00319	125.8	109.0	-0.00914	-131.9	-101.7
21	0.00350	158.8	103.8	0.00317	147.3	77.7	-0.00939	-151.5	-69.2
22	0.00350	64.1	162.1	0.00312	64.8	153.4	-0.01172	-56.0	-156.8
23	0.00350	170.3	39.0	0.00312	161.0	42.3	-0.01172	-163.2	-33.1
24	0.00350	139.2	103.8	0.00312	137.4	94.0	-0.01142	-131.9	-101.7

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	0.000033637	0.000015481	-0.002979921	----	----
2	0.000028198	0.000023986	-0.002978471	----	----
3	0.000034244	0.000015867	-0.003104732	----	----
4	0.000028198	0.000023986	-0.002978471	----	----
5	0.000034244	0.000015867	-0.003104732	----	----
6	0.000016331	0.000041487	-0.004302430	----	----
7	0.000043392	0.000010244	-0.004302391	----	----
8	0.000034755	0.000026487	-0.004147144	----	----
9	0.000030247	0.000023699	-0.003224469	----	----
10	0.000024818	0.000029332	-0.003224024	----	----
11	0.000032980	0.000020609	-0.003305772	----	----
12	0.000024818	0.000029332	-0.003224024	----	----
13	0.000032980	0.000020609	-0.003305772	----	----
14	0.000016331	0.000041487	-0.004302430	----	----
15	0.000043392	0.000010244	-0.004302391	----	----
16	0.000034755	0.000026487	-0.004147144	----	----
17	0.000033637	0.000015481	-0.002979921	----	----
18	0.000028198	0.000023986	-0.002978471	----	----
19	0.000034244	0.000015867	-0.003104732	----	----
20	0.000028198	0.000023986	-0.002978471	----	----
21	0.000034244	0.000015867	-0.003104732	----	----
22	0.000016331	0.000041487	-0.004302430	----	----
23	0.000043392	0.000010244	-0.004302391	----	----
24	0.000034755	0.000026487	-0.004147144	----	----

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	3.19	157.7	250.0	-6.8	-151.5	-69.2	1560	26.5
2	S	3.83	130.1	0.0	-18.5	-119.4	-116.0	3814	47.8
3	S	4.77	157.7	0.0	-43.1	-151.5	-69.2	7184	95.6
4	S	3.83	130.1	0.0	-18.5	-119.4	-116.0	3814	47.8
5	S	4.77	157.7	0.0	-43.1	-151.5	-69.2	7184	95.6
6	S	3.11	157.7	0.0	-9.8	-151.5	-69.2	2555	37.2
7	S	4.30	110.2	0.0	-35.2	-105.4	-128.9	6528	84.9
8	S	5.09	147.1	0.0	-58.0	-142.6	-86.0	8794	111.5
9	S	4.30	110.2	0.0	-35.2	-105.4	-128.9	6528	84.9
10	S	5.09	147.1	0.0	-58.0	-142.6	-86.0	8794	111.5
11	S	3.19	157.7	0.0	-6.8	-151.5	-69.2	1560	26.5
12	S	3.83	130.1	0.0	-18.5	-119.4	-116.0	3814	47.8
13	S	4.77	157.7	0.0	-43.1	-151.5	-69.2	7184	95.6
14	S	3.83	130.1	0.0	-18.5	-119.4	-116.0	3814	47.8
15	S	4.77	157.7	0.0	-43.1	-151.5	-69.2	7184	95.6
16	S	7.07	65.1	0.0	-133.8	-56.0	-156.8	11990	143.4
17	S	8.93	170.4	0.0	-200.1	-163.2	-33.1	12757	148.7
18	S	2.95	140.1	0.0	-13.5	-131.9	-101.7	3705	47.8
19	S	9.27	66.0	0.0	-212.4	-56.0	-156.8	12851	148.7
20	S	11.87	170.6	0.0	-311.3	-163.2	-33.1	13446	154.0
21	S	3.74	140.9	0.0	-30.5	-131.9	-101.7	6511	84.9
22	S	9.27	66.0	0.0	-212.4	-56.0	-156.8	12851	148.7
23	S	11.87	170.6	0.0	-311.3	-163.2	-33.1	13446	154.0
24	S	3.74	140.9	0.0	-30.5	-131.9	-101.7	6511	84.9

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)	678	0.014 (990.00)	24160.95	50267.57
2	S	-0.00010	0	0.833	26.0	72	0.00006 (0.00006)	833	0.046 (990.00)	23411.38	26026.94
3	S	-0.00023	0	0.833	26.0	72	0.00013 (0.00013)	799	0.103 (990.00)	11405.83	23686.26
4	S	-0.00010	0	0.833	26.0	72	0.00006 (0.00006)	833	0.046 (990.00)	23411.38	26026.94
5	S	-0.00023	0	0.833	26.0	72	0.00013 (0.00013)	799	0.103 (990.00)	11405.83	23686.26
6	S	-0.00006	0	0.833	26.0	72	0.00003 (0.00003)	751	0.022 (990.00)	19096.94	39731.76
7	S	-0.00019	0	0.833	26.0	72	0.00011 (0.00011)	811	0.086 (990.00)	21304.52	17270.40
8	S	-0.00031	0	0.833	26.0	72	0.00017 (0.00017)	826	0.144 (990.00)	12986.10	20143.29
9	S	-0.00019	0	0.833	26.0	72	0.00011 (0.00011)	811	0.086 (990.00)	21304.52	17270.40
10	S	-0.00031	0	0.833	26.0	72	0.00017 (0.00017)	826	0.144 (990.00)	12986.10	20143.29
11	S	-0.00004	0	0.833	26.0	72	0.00002 (0.00002)	678	0.014 (990.00)	24160.95	50267.57

12	S	-0.00010	0	0.833	26.0	72	0.00006 (0.00006)	833	0.046 (990.00)	23411.38	26026.94
13	S	-0.00023	0	0.833	26.0	72	0.00013 (0.00013)	799	0.103 (990.00)	11405.83	23686.26
14	S	-0.00010	0	0.833	26.0	72	0.00006 (0.00006)	833	0.046 (990.00)	23411.38	26026.94
15	S	-0.00023	0	0.833	26.0	72	0.00013 (0.00013)	799	0.103 (990.00)	11405.83	23686.26
16	S	-0.00070	0	0.833	26.0	72	0.00040 (0.00040)	861	0.346 (990.00)	18361.50	7362.84
17	S	-0.00104	0	0.833	26.0	72	0.00060 (0.00060)	877	0.527 (990.00)	4234.37	18040.05
18	S	-0.00007	0	0.833	26.0	72	0.00004 (0.00004)	816	0.033 (990.00)	21575.12	28838.27
19	S	-0.00111	0	0.833	26.0	72	0.00064 (0.00064)	882	0.562 (990.00)	17010.71	6929.94
20	S	-0.00162	0	0.833	26.0	72	0.00093 (0.00093)	888	0.829 (990.00)	3882.95	16973.17
21	S	-0.00016	0	0.833	26.0	72	0.00009 (0.00009)	809	0.074 (990.00)	16264.85	22086.96
22	S	-0.00111	0	0.833	26.0	72	0.00064 (0.00064)	882	0.562 (990.00)	17010.71	6929.94
23	S	-0.00162	0	0.833	26.0	72	0.00093 (0.00093)	888	0.829 (990.00)	3882.95	16973.17
24	S	-0.00016	0	0.833	26.0	72	0.00009 (0.00009)	809	0.074 (990.00)	16264.85	22086.96

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	3.13	128.9	250.0	-8.0	-119.4	-116.0	1977	31.9
2	S	4.77	157.7	0.0	-43.1	-151.5	-69.2	7184	95.6
3	S	4.77	157.7	0.0	-43.1	-151.5	-69.2	7184	95.6
4	S	4.77	157.7	0.0	-43.1	-151.5	-69.2	7184	95.6
5	S	4.77	157.7	0.0	-43.1	-151.5	-69.2	7184	95.6
6	S	3.40	108.6	0.0	-17.0	-105.4	-128.9	3908	47.8
7	S	5.09	147.1	0.0	-58.0	-142.6	-86.0	8794	111.5
8	S	5.09	147.1	0.0	-58.0	-142.6	-86.0	8794	111.5
9	S	5.09	147.1	0.0	-58.0	-142.6	-86.0	8794	111.5
10	S	5.09	147.1	0.0	-58.0	-142.6	-86.0	8794	111.5
11	S	3.13	128.9	0.0	-8.0	-119.4	-116.0	1977	31.9
12	S	4.77	157.7	0.0	-43.1	-151.5	-69.2	7184	95.6
13	S	4.77	157.7	0.0	-43.1	-151.5	-69.2	7184	95.6
14	S	4.77	157.7	0.0	-43.1	-151.5	-69.2	7184	95.6
15	S	4.77	157.7	0.0	-43.1	-151.5	-69.2	7184	95.6

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	-0.00005	0	0.833	26.0	72	0.00002 (0.00002)	702	0.017 (0.20)	33858.61	36843.20
2	S	-0.00023	0	0.833	26.0	72	0.00013 (0.00013)	799	0.103 (0.20)	11405.83	23686.26
3	S	-0.00023	0	0.833	26.0	72	0.00013 (0.00013)	799	0.103 (0.20)	11405.83	23686.26
4	S	-0.00023	0	0.833	26.0	72	0.00013 (0.00013)	799	0.103 (0.20)	11405.83	23686.26
5	S	-0.00023	0	0.833	26.0	72	0.00013 (0.00013)	799	0.103 (0.20)	11405.83	23686.26
6	S	-0.00009	0	0.833	26.0	72	0.00005 (0.00005)	847	0.043 (0.20)	27015.09	21388.72
7	S	-0.00031	0	0.833	26.0	72	0.00017 (0.00017)	826	0.144 (0.20)	12986.10	20143.29
8	S	-0.00031	0	0.833	26.0	72	0.00017 (0.00017)	826	0.144 (0.20)	12986.10	20143.29
9	S	-0.00031	0	0.833	26.0	72	0.00017 (0.00017)	826	0.144 (0.20)	12986.10	20143.29
10	S	-0.00031	0	0.833	26.0	72	0.00017 (0.00017)	826	0.144 (0.20)	12986.10	20143.29
11	S	-0.00005	0	0.833	26.0	72	0.00002 (0.00002)	702	0.017 (0.20)	33858.61	36843.20
12	S	-0.00023	0	0.833	26.0	72	0.00013 (0.00013)	799	0.103 (0.20)	11405.83	23686.26
13	S	-0.00023	0	0.833	26.0	72	0.00013 (0.00013)	799	0.103 (0.20)	11405.83	23686.26
14	S	-0.00023	0	0.833	26.0	72	0.00013 (0.00013)	799	0.103 (0.20)	11405.83	23686.26
15	S	-0.00023	0	0.833	26.0	72	0.00013 (0.00013)	799	0.103 (0.20)	11405.83	23686.26

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	1.09	175.0	250.0	14.3	-166.4	4.8	----	----
2	S	1.33	175.0	0.0	10.9	-166.4	4.8	----	----
3	S	1.33	175.0	0.0	10.9	-166.4	4.8	----	----

4	S	1.33	175.0	0.0	10.9	-166.4	4.8	---	---
5	S	1.33	175.0	0.0	10.9	-166.4	4.8	---	---
6	S	1.09	175.0	0.0	14.3	-166.4	4.8	---	---
7	S	1.33	175.0	0.0	10.9	-166.4	4.8	---	---
8	S	1.33	175.0	0.0	10.9	-166.4	4.8	---	---
9	S	1.33	175.0	0.0	10.9	-166.4	4.8	---	---
10	S	1.33	175.0	0.0	10.9	-166.4	4.8	---	---
11	S	1.09	175.0	0.0	14.3	-166.4	4.8	---	---
12	S	1.33	175.0	0.0	10.9	-166.4	4.8	---	---
13	S	1.33	175.0	0.0	10.9	-166.4	4.8	---	---
14	S	1.33	175.0	0.0	10.9	-166.4	4.8	---	---
15	S	1.34	174.3	0.0	10.8	-165.9	-14.2	---	---

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	-0.00037	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	7278.26	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

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	15	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 Longidinale			
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	7457	kN
taglio resisitente	V_r	7457	kN
taglio massimo agente	V_{ed}	5097	kN
	V_{ed}/V_{rd}	0.68	
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	7457	kN
taglio resisitente	V_r	7457	kN
taglio massimo agente	V_{ed}	4951	kN
	V_{ed}/V_{rd}	0.66	

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P15	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805002	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 (spiralì);*
- *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 VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P15	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805002	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	110	
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	58402	mm ²
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	9620000.00	mm ³
		0.61%	>0.6%
minimi per confinamento se $q \leq 1.5$			
accelerazione al suolo per SLV	ag	0.17	g
coefficiente di verifica	ζ	0.04	
interasse staffe	s	150	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	0.0592	

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P15	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805002	REV. B

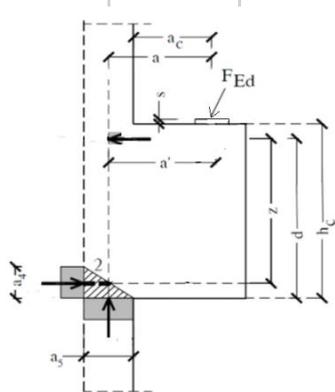
8.5 Verifica spostamenti

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

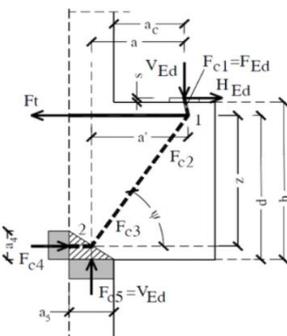
9. PULVINO

<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]	
<i>tipologia di mensola:</i>		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]	

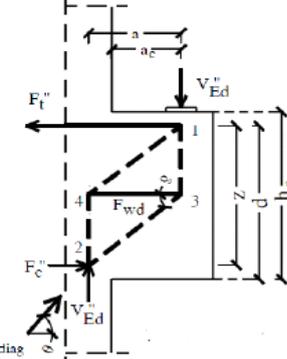
9.1 Progettazione armatura principale e secondaria

Calcolo armatura principale

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

	azione esterna applicata	Fed = Fc5	4948.279431	[Kn]	
	forza orizzontale trasmessa	Hed	234.3990678		
	braccio della forza di trazione	z	1532	[mm]	
	larghezza risultante di riferimento	a5	156.4696427	[mm]	
	braccio della forza di compressione	a	128.2348213	[mm]	
	trazione nelle barre che si verifica	Ft = Fc4	496.0478003	[Kn]	
	armatura superiore	As	1267.677712	[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 areare ferri resistenti	Ares	2009.6	[mm2]	
	coef. di sicurezza	Trd/Fc4	1.585260971		
verifica nodo 1 CCC	lunghezza di applicazione delle s4	a4	766	[mm]	
	tensione di compressione 4	s4	0.323790992	[Mpa]	Oke

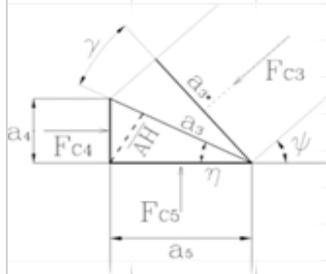
Calcolo armatura secondaria orizzontale

	angolo di inclinazione	Ψ	84.27251882	[gradi]	
	coefficiente di ripartizione	c	12.82074807	[%]	
	braccio della forza di trazione	z	1532	[mm]	
	braccio della forza di compressione	a	128.2348213	[mm]	
	trazione nelle barre secondarie	Fwd	875.2212092	[Kn]	
	armatura secondaria	As	2236.676424	[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 areare ferri resistenti	Ares	2009.6	[mm2]	
	coef. di sicurezza	Trd/Fc4	1.585260971		
verifica nodo 2 CCT (sotto la piastra)	area piastra di contatto	Aap	640000	[mm2]	
	tensione di compr. sotto la piastra	sc1	7.73168661	[Mpa]	Oke

9.2 Verifica dei nodi

Nodo CCC

		biella di copressione verticale	Fc1	4948.279431	[Kn]	
		biella comprella orizzontale	Fc2	496.0478003	[Kn]	
		biella compresaa inclinata	Fc3	4973.127722	[Kn]	
		lunghezza di applicazione delle s5	a5	156.4696427	[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	781.8175932	[mm]	
		lunghezza di applicazione puntone 3	a3*	157.2546402	[mm]	
		difetto di ortogonalità	c	72.76741553	[gradi]	
		tensione di compressione 4	s4	0.323790992	[Mpa]	Ok
		tensione di compressione 3	s3	3.180491054	[Mpa]	Ok
		tensione di compressione 3*	s3*	15.81234015	[Mpa]	OK



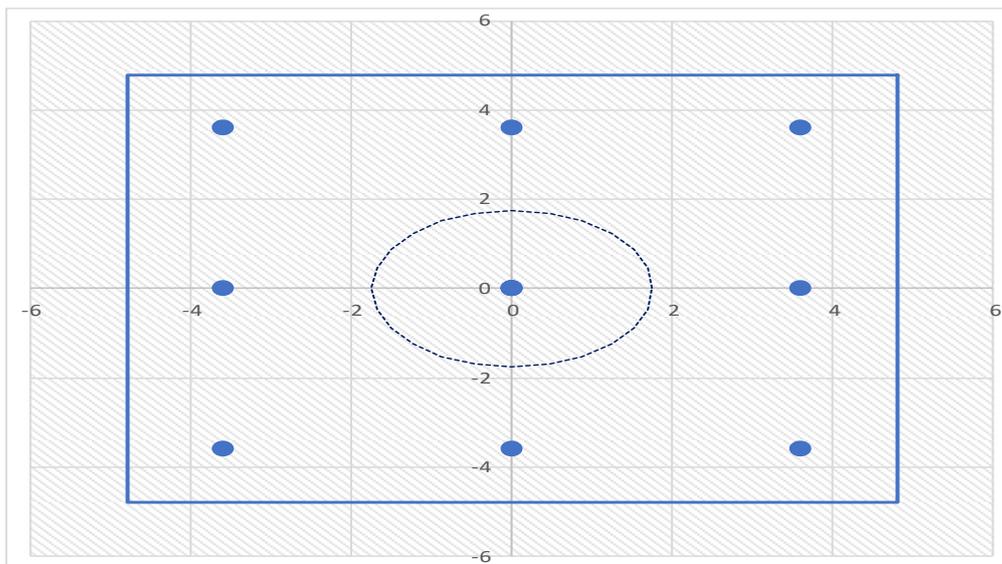
Nodo CCT

		forza di contatto	Fc1	4948.279431	[Kn]	
		biella di calcestruzzo inclinata	Fc3	4973.127722	[Kn]	
		trazione barra	T	496.0478003	[Kn]	
		lunghezza di applicazione contatto	a1	800	[mm]	
		lunghezza di applicazione contatto	b	800	[mm]	
		lunghezza di applicazione puntone	a2	813.77434	[mm]	
		lunghezza tirante	u	178	[mm]	
		angolo di inclinazione	h	84.27251882	[gradi]	
		tesnione di contatto	$s_{c1} < s_{Rd2,t}$	7.73	\leq	13.44 Ok
		tensione biella di calcestruzzo incl.	$s_{c3} < s_{Rd2,t}$	7.64	\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		
diametro 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	<i>Plinto basso</i>	
direzione longitudinale	a/h	0.74	<i>Plinto basso</i>	



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	4048.4	2919.9	4464.6
2	0	-3.6	2783.8	1372.7	-172.0
3	3.6	3.6	4742.8	5579.7	5310.8
4	3.6	-3.6	3478.2	4032.6	674.2
5	-3.6	-3.6	2089.4	-1287.1	-1018.1
6	-3.6	3.6	3353.9	260.1	3618.4
7	3.6	0	4110.5	4806.2	2992.5
8	-3.6	0	2721.7	-513.5	1300.2
9	0	0	3416.1	2146.3	2146.3
	0	0	3416.1	2146.3	2146.3
	0	0	3416.1	2146.3	2146.3
	0	0	3416.1	2146.3	2146.3
	taglio combinato in		134.4472	464.4778	508.534
Scarichi $q=1$ se plinto tozzo e verifica a taglio					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	0	3.6	3045.4	2919.9	4464.6
2	0	-3.6	1498.2	1372.7	-172.0
3	3.6	3.6	3891.6	5579.7	5310.8
4	3.6	-3.6	2344.4	4032.6	674.2
5	-3.6	-3.6	652.1	-1287.1	-1018.1
6	-3.6	3.6	2199.2	260.1	3618.4
7	3.6	0	3118.0	4806.2	2992.5
8	-3.6	0	1425.6	-513.5	1300.2
9	0	0	2271.8	2146.3	2146.3
	0	0	2271.8	2146.3	2146.3
	0	0	2271.8	2146.3	2146.3
	0	0	2271.8	2146.3	2146.3
	taglio combinato in		251.8122	464.4778	508.534

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.

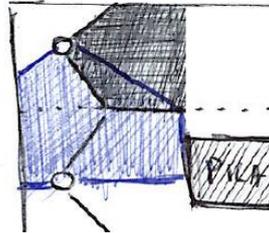


Figura 13 - mensola di riferimento

10.1 Dimensionamento armature

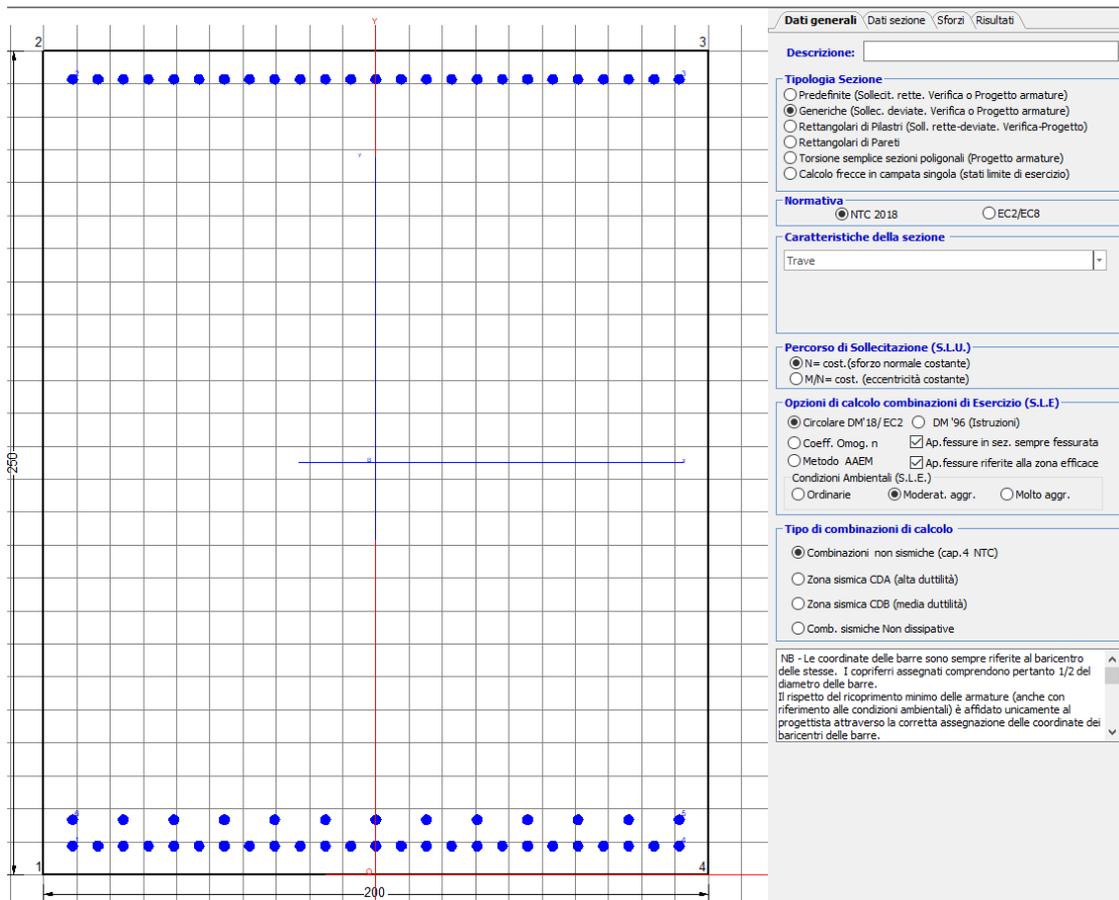
<i>posizione del palo più sollecitato</i>				
coordinata in direzione trasversale		X	3.6	m
coordinata in direzione longitudinale		Y	3.6	m
angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse		α	45	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone		L	5.09117	m
altezza della fondazione		h	2.5	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone		ϑ	26.1532	gradi
reazione in testa palo più sollecitato		Rmax	4992.35	KN
forza di trazione risultante		T	10166.8	KN
proiezione forza di trazione in trasversale		Tt	7188.98	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale		Tl	7188.98	KN
lunghezza collaborante			media 45°	

<i>dimensionamento armature</i>				
area dell'armatura inferiore richiesta in tras		At	17802.2	mm ²
diámetro armatura		Φ	30	mm
passo armatura trasversale		p	10	cm
numero di strati		ns	1.5	
lunghezza di collaborazione		L	2	m
numero di ferri per strato		n	20	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	21205.8	mm ²
		coef. Sicur	0.8395	
area dell'armatura inferiore richiesta in long		Al	17802.2	mm ²
diámetro armatura		Φ	30	
passo armatura longitudinale		p	10	cm
numero di strati		ns	1.5	
lunghezza di collaborazione		L	2	m
numero di ferri per strato		n	20	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	21205.8	mm ²
		coef. Sicur	0.8395	
tasso di lavoro armatura allo SLU		σ _t	328.497	MPa
tasso di lavoro armatura allo SLU		σ _l	328.497	MPa

10.2 Verifica a prsso-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 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 $\beta_1 \cdot \beta_2$:	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	11	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	10145.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	4486.00	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	8804.00	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	7085.00 (7278.26)	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	4159.00 (7278.26)	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	10145.00	0.00	0.00	24209.91	0.00	2.39	268.6(71.4)
2	S	0.00	4486.00	0.00	0.00	24209.91	0.00	5.40	268.6(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	0.075	-100.0	250.0	0.00181	-91.3	241.3	-0.04346	-91.3	8.7
2	0.00350	0.075	-100.0	250.0	0.00181	-91.3	241.3	-0.04346	-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	0.000194597	-0.045149370	0.075	0.700
2	0.000000000	0.000194597	-0.045149370	0.075	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	4.26	-100.0	250.0	-152.4	83.7	8.7	5700	268.6

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

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

Ver.	Esito della verifica
e1	Massima deformazione 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	-0.00080	0	0.921	30.0	72	0.00055 (0.00046)	444	0.244 (990.00)	7278.26	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	3.43	-100.0	250.0	-122.6	83.7	8.7	5700	268.6

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	-0.00064	0	0.921	30.0	72	0.00040 (0.00037)	444	0.178 (0.20)	7278.26	0.00

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

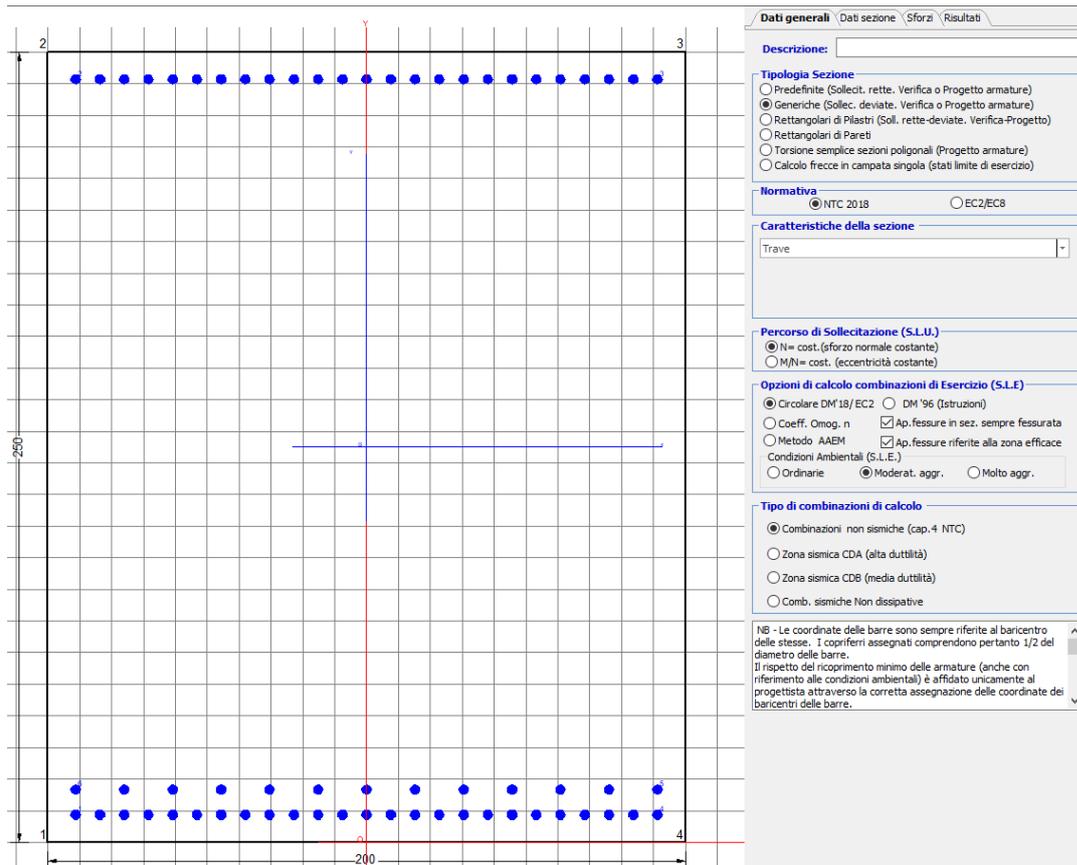
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.01	-100.0	250.0	-72.0	83.7	8.7	5700	268.6

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	-0.00038	0	0.921	30.0	72	0.00022 (0.00022)	444	0.097 (0.20)	7278.26	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 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 $\beta_1^* \beta_2$:	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	11	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	10445.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	4486.00	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	8804.00	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	7085.00 (7278.26)	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	4159.00 (7278.26)	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	10445.00	0.00	0.00	24209.91	0.00	2.32	268.6(71.4)
2	S	0.00	4486.00	0.00	0.00	24209.91	0.00	5.40	268.6(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	0.075	-100.0	250.0	0.00181	-91.3	241.3	-0.04346	-91.3	8.7
2	0.00350	0.075	-100.0	250.0	0.00181	-91.3	241.3	-0.04346	-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	0.000194597	-0.045149370	0.075	0.700
2	0.000000000	0.000194597	-0.045149370	0.075	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	4.26	-100.0	250.0	-152.4	83.7	8.7	5700	268.6

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 f_{ctm} 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	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [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 = $sr \max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(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	-0.00080	0	0.921	30.0	72	0.00055 (0.00046)	444	0.244 (990.00)	7278.26	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	3.43	-100.0	250.0	-122.6	83.7	8.7	5700	268.6

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	-0.00064	0	0.921	30.0	72	0.00040 (0.00037)	444	0.178 (0.20)	7278.26	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	2.01	-100.0	250.0	-72.0	83.7	8.7	5700	268.6

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	-0.00038	0	0.921	30.0	72	0.00022 (0.00022)	444	0.097 (0.20)	7278.26	0.00

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		f _{ck}	25	MPa
resistenza di calcolo del calcestruzzo		f _{cd}	14.1667	MPa
valore di progetto del taglio		V _{ed}	4837.51	kN
valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo				
tensione di progetto di verifica su perimetro uo		v _{ed}	0.8317	MPa
resistenza associata		v _{Rd,max}	5	MPa
			0.16634	
valore di progetto di una piastra priva di armature a punzonamento				
coefficiente di dato dai carichi		CR _{d,c}	0.12	
fattore di scala		k	2	
percentuale geometrica armatura fless. trasv		q _{ly}	0.0049	
percentuale geometrica armatura fless. long		q _{lz}	0.00491	
percentuale meccanica complessiva		q _l	0.00693	
coefficiente		k ₁	0.1	
tensione di progetto di verifica su perimetro u1		v _{ed}	0.54009	MPa
		v _{Rd,c}	0.58609	MPa
			0.92152	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P15</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805002	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

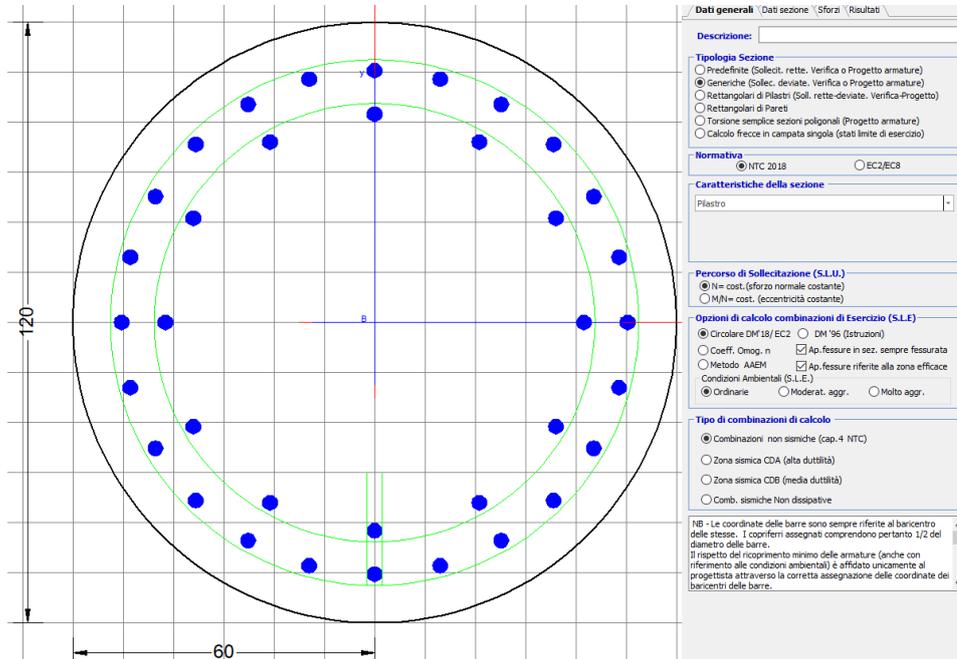
A seconda della verifica di riferimento le sollecitazioni identificate sono riferite ad un fattore di comportamento differente, ottenendo per cui le seguenti ridistribuzioni in testa palo:

Sollecitazioni nel baricentro della fondazione per analisi di presso-flessione

TABELLA PER FLESSIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	30745	1239	1034	13657	15000	
E_103x_SLV_q=1.36_63	19317	4533	1438	37366	13801	
E_103y_SLV_q=1.36_64	19317	2034	3796	12897	42532	
E_103x_SLV_q=1.36_63	19317	4533	1438	37366	13801	
E_103y_SLV_q=1.36_64	19317	2034	3796	12897	42532	

Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	0	3.6	4048.35	3876.24	2743.39
2	0	-3.6	2783.82	416.415	1549.26
3	3.6	3.6	4742.78	4515.18	4712.48
4	3.6	-3.6	3478.25	1055.36	3518.36
5	-3.6	-3.6	2089.4	-222.53	-419.83
6	-3.6	3.6	3353.93	3237.29	774.295
7	3.6	0	4110.51	2785.27	4115.42
8	-3.6	0	2721.67	1507.38	177.231
9	0	0	3416.09	2146.33	2146.33
taglio equivalente			179.263	528.351	478.539
alfa derivante dall'analisi geotecnica				α	2.66
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	4743	138	115	413	345
combo2	4515	504	160	1511	479
combo3	4712	226	422	678	1265
combo4	-420	226	422	678	1265



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 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	50.3	31	30
2	0.0	0.0	41.6	31	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	4837.51	294.21	443.38	0.00	0.00
2	1526.06	182.24	277.11	0.00	0.00
3	4742.78	366.06	305.57	0.00	0.00
4	4837.51	294.21	443.38	0.00	0.00
5	4742.78	366.06	305.57	0.00	0.00
6	4837.51	294.21	443.38	0.00	0.00
7	2317.16	284.88	126.28	0.00	0.00
8	1925.35	284.88	126.28	0.00	0.00
9	2286.24	284.88	126.28	0.00	0.00
10	2286.24	284.88	126.28	0.00	0.00
11	2286.24	284.88	126.28	0.00	0.00
12	2286.24	284.88	126.28	0.00	0.00
13	0.00	5787.00	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	3416.88	202.84	290.78
2	1183.34	202.84	283.43
3	3352.09	252.42	195.37
4	3416.88	202.84	290.78
5	3352.09	252.42	195.37
6	3416.88	202.84	290.78
7	4144.84	143.14	83.75
8	74.81	143.14	83.75
9	2205.46	143.14	83.75
10	2205.46	143.14	83.75
11	2205.46	893.83	83.75
12	2205.46	143.14	823.69

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	3416.88	202.84 (7278.26)	290.78 (0.00)
2	1183.34	202.84 (934.82)	283.43 (1306.23)
3	3416.88	202.84 (11405.83)	290.78 (23686.26)
4	3416.88	202.84 (11405.83)	290.78 (23686.26)
5	3416.88	202.84 (11405.83)	290.78 (23686.26)
6	3416.88	202.84 (27015.09)	290.78 (21388.72)

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	2178.56	0.35 (7278.26)	40.92 (0.00)
2	2006.53	0.35 (0.00)	40.92 (0.00)
3	2178.56	0.35 (0.00)	40.92 (0.00)
4	2178.56	0.35 (0.00)	40.92 (0.00)
5	2178.56	0.35 (0.00)	40.92 (0.00)
6	2178.56	0.35 (0.00)	40.92 (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: 5.4 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	4837.51	294.21	443.38	4837.54	3533.55	5322.13	12.01	438.3(33.9)
2	S	1526.06	182.24	277.11	1525.94	3379.88	5139.25	18.55	438.3(33.9)
3	S	4742.78	366.06	305.57	4742.74	4903.80	4092.45	13.39	438.3(33.9)
4	S	4837.51	294.21	443.38	4837.54	3533.55	5322.13	12.01	438.3(33.9)
5	S	4742.78	366.06	305.57	4742.74	4903.80	4092.45	13.39	438.3(33.9)
6	S	4837.51	294.21	443.38	4837.54	3533.55	5322.13	12.01	438.3(33.9)
7	S	2317.16	284.88	126.28	2316.91	5700.28	2527.53	20.01	438.3(33.9)
8	S	1925.35	284.88	126.28	1925.20	5665.69	2510.37	19.89	438.3(33.9)
9	S	2286.24	284.88	126.28	2286.04	5697.69	2526.54	20.00	438.3(33.9)
10	S	2286.24	284.88	126.28	2286.04	5697.69	2526.54	20.00	438.3(33.9)
11	S	2286.24	284.88	126.28	2286.04	5697.69	2526.54	20.00	438.3(33.9)
12	S	2286.24	284.88	126.28	2286.04	5697.69	2526.54	20.00	438.3(33.9)
13	S	0.00	5787.00	0.00	0.00	5931.10	0.00	1.02	438.3(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	50.0	0.5	0.00289	39.8	30.8	-0.00329	-42.7	-26.6
2	0.00350	50.1	0.5	0.00279	39.8	30.8	-0.00447	-42.7	-26.6
3	0.00350	38.4	0.5	0.00290	32.8	38.2	-0.00331	-28.7	-41.3
4	0.00350	50.0	0.5	0.00289	39.8	30.8	-0.00329	-42.7	-26.6
5	0.00350	38.4	0.5	0.00290	32.8	38.2	-0.00331	-28.7	-41.3
6	0.00350	50.0	0.5	0.00289	39.8	30.8	-0.00329	-42.7	-26.6
7	0.00350	24.3	51.8	0.00281	24.4	44.0	-0.00415	-19.8	-46.2
8	0.00350	24.3	51.8	0.00280	24.4	44.0	-0.00430	-19.8	-46.2
9	0.00350	24.3	51.8	0.00281	24.4	44.0	-0.00416	-19.8	-46.2
10	0.00350	24.3	51.8	0.00281	24.4	44.0	-0.00416	-19.8	-46.2
11	0.00350	24.3	59.7	0.00281	24.4	44.0	-0.00416	-19.8	-46.2
12	0.00350	24.3	10.3	0.00281	24.4	44.0	-0.00416	-19.8	-46.2
13	0.00350	0.0	60.0	0.00272	5.1	50.0	-0.00516	0.0	-50.3

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	0.000051273	0.000034023	-0.000192052	----	----
2	0.000060347	0.000039687	-0.000833641	----	----
3	0.000039640	0.000047487	-0.000211437	----	----
4	0.000051273	0.000034023	-0.000192052	----	----
5	0.000039640	0.000047487	-0.000211437	----	----
6	0.000051273	0.000034023	-0.000192052	----	----
7	0.000028116	0.000063427	-0.000662742	----	----
8	0.000028672	0.000064683	-0.000745168	----	----
9	0.000028158	0.000063523	-0.000669071	----	----
10	0.000028158	0.000063523	-0.000669071	----	----
11	0.000028158	0.000063523	-0.000669071	----	----
12	0.000028158	0.000063523	-0.000669071	----	----
13	0.000000000	0.000078499	-0.001209950	----	----

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	3.15	49.2	250.0	13.1	-42.7	-26.6	----	----
2	S	1.95	48.8	0.0	-7.4	-42.7	-26.6	452	14.1
3	S	2.99	36.7	0.0	14.1	-28.7	-41.3	----	----
4	S	3.15	49.2	0.0	13.1	-42.7	-26.6	----	----
5	S	2.99	36.7	0.0	14.1	-28.7	-41.3	----	----
6	S	3.15	49.2	0.0	13.1	-42.7	-26.6	----	----
7	S	2.90	30.3	0.0	27.5	-28.7	-41.3	----	----
8	S	0.79	30.3	0.0	-13.2	-28.7	-41.3	1486	84.8
9	S	1.81	30.3	0.0	11.2	-28.7	-41.3	----	----
10	S	1.81	30.3	0.0	11.2	-28.7	-41.3	----	----
11	S	4.76	5.6	0.0	-32.4	0.0	-50.3	788	28.3
12	S	4.48	59.1	0.0	-27.7	-49.7	-7.6	719	28.3

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
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	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	-0.00080	0	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	7278.26	0.00
2	S	-0.00005	0	0.833	30.0	82	0.00002 (0.00002)	551	0.012 (990.00)	934.82	1306.23

3	S	-0.00023	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	11405.83	23686.26
4	S	-0.00010	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	23411.38	26026.94
5	S	-0.00023	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	11405.83	23686.26
6	S	-0.00006	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	19096.94	39731.76
7	S	-0.00019	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	21304.52	17270.40
8	S	-0.00008	0	0.833	30.0	82	0.00004 (0.00004)	428	0.017 (990.00)	681.97	399.01
9	S	-0.00019	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	21304.52	17270.40
10	S	-0.00031	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	12986.10	20143.29
11	S	-0.00021	0	0.833	30.0	82	0.00010 (0.00010)	516	0.050 (990.00)	1203.11	112.73
12	S	-0.00018	0	0.833	30.0	82	0.00008 (0.00008)	495	0.041 (990.00)	217.29	1250.38

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	3.15	49.2	250.0	13.1	-42.7	-26.6	---	---
2	S	1.95	48.8	0.0	-7.4	-42.7	-26.6	452	14.1
3	S	3.15	49.2	0.0	13.1	-42.7	-26.6	---	---
4	S	3.15	49.2	0.0	13.1	-42.7	-26.6	---	---
5	S	3.15	49.2	0.0	13.1	-42.7	-26.6	---	---
6	S	3.15	49.2	0.0	13.1	-42.7	-26.6	---	---

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	-0.00064	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	7278.26	0.00
2	S	-0.00005	0	0.833	30.0	82	0.00002 (0.00002)	551	0.012 (0.20)	934.82	1306.23
3	S	-0.00023	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	11405.83	23686.26
4	S	-0.00023	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	11405.83	23686.26
5	S	-0.00023	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	11405.83	23686.26
6	S	-0.00009	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	27015.09	21388.72

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	1.36	60.0	250.0	16.5	-50.2	2.5	---	---
2	S	1.26	60.0	0.0	15.0	-50.2	2.5	---	---
3	S	1.36	60.0	0.0	16.5	-50.2	2.5	---	---
4	S	1.36	60.0	0.0	16.5	-50.2	2.5	---	---
5	S	1.36	60.0	0.0	16.5	-50.2	2.5	---	---
6	S	1.36	60.0	0.0	16.5	-50.2	2.5	---	---

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	-0.00038	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	7278.26	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 VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P15	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805002	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	30745	1239	1034	13657	15000	
E_103x_SLV_q=1_66	19317	5829	1805	50075	18277	
E_103y_SLV_q=1_67	19317	2424	5019	16709	57453	
E_103x_SLV_q=1_66	19317	5829	1805	50075	18277	
E_103y_SLV_q=1_67	19317	2424	5019	16709	57453	

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	Tx	5829	2424
sollecitazione massima direzione y	Ty	1805	5019
vettore complessivo, singolo palo	T	678	619

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}	678	kN
	V _{ed} /V _{rd}	0.69	

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P15</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805002	REV. B

12. INCIDENZE

Baggioli/Ritegni	350 kg/mc
Pulvino	180 kg/mc
Fusto Pila	75 kg/mc
Plinto di fondazione	150 kg/mc
Pali di fondazione	primo tratto 195 kg/mc