

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 - P18

SCALA:

-

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

RS3T 30 D 09 CL VI0805 003 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

ITALFERRES.p.a.
U.O. Opere Civili e Gestione delle Varianti
Dott. Ing. Angelo Vittozzi
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
N° A20783

File: RS3T30D09CLVI0805003B

n. Elab.: 09_185_2

 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 – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805003	REV. B

INDICE

1.	PREMESSA	3
1.1	Descrizione dell'opera.....	3
2.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	7
3.	MATERIALI	7
3.1	Verifiche SLE.....	8
3.1.1	<i>Verifiche tensionali</i>	8
3.1.2	<i>Verifiche a fessurazione</i>	9
4.	DATI DI BASE	10
4.1	Geometrie di base.....	10
4.2	Modelli di analisi e verifica	12
4.3	Condizioni elementari e combinazioni di carico.....	12
4.4	Sistemi di riferimento ed unità di misura	17
5.	ANALISI DEI CARICHI	18
5.1	Peso proprio elementi strutturali.....	18
5.2	Carichi strutturali trasmessi dall'impalcato.....	19
5.3	Carichi da traffico verticali	19
5.4	Effetti dinamici	21
5.5	Disposizione treni di carico.....	21
5.6	Carichi da traffico orizzontali	25
5.6.1	<i>Forza centrifuga</i>	25
5.6.2	<i>Serpeggio</i>	27
5.6.3	<i>Frenatura ed avviamento</i>	28
5.6.4	<i>Forza d'attrito</i>	29
5.6.5	<i>Azione del Vento</i>	29
5.7	Azione Sismica	32
5.7.1	<i>Inquadramento Sismico</i>	33
5.7.2	<i>Definizione della domanda sismica</i>	34
5.7.3	<i>Calcolo dell'azione Sismica</i>	39
5.7.4	<i>Risposta sismica locale</i>	40
5.7.5	<i>Check analisi statica</i>	41
5.7.6	<i>Analisi statica equivalente</i>	42
5.7.7	<i>Analisi dinamica modale</i>	43
5.8	Azione idraulica.....	44
6.	SOLLECITAZIONI.....	47
6.1	Combinazioni di carico	47

 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 – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805003	REV. B

6.1.1	Configurazione 1	47
6.1.2	Configurazione 2	53
6.1.3	Configurazione 3	59
6.2	Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni	65
6.2.1	Stati limiti di esercizio	65
6.2.2	Stati limiti ultimi	71
7.	VERIFICHE STRUTTURALI.....	74
8.	FUSTO PILA	74
8.1	Modellazione	76
8.2	Verifica a presso flessione	76
8.3	Verifica a taglio	85
8.4	Verifica minimi di armatura	86
8.5	Verifica spostamenti.....	88
9.	PULVINO.....	89
9.1	Progettazione armatura principale e secondaria.....	90
9.2	Verifica dei nodi.....	91
10.	PLINTO DI FONDAZIONE.....	92
10.1	Dimensionamento armature	94
10.2	Verifica a presso-flessione.....	96
10.2.1	Direzione trasversale.....	96
10.2.2	Direzione longitudinale.....	101
10.3	Verifica a punzonamento	106
11.	PALI DI FONDAZIONE.....	107
11.1	Ridistribuzione sollecitazioni testa palo	107
11.2	Verifica strutturale	107
11.3	Verifica a taglio	115
12.	INCIDENZE	116

	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 Pila – P18	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805003	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 18 che rappresenta la tipologica per tutte le pile di altezza inferiore od uguale a 8.30m, con variazione di luce 25-40m.

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 3 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.

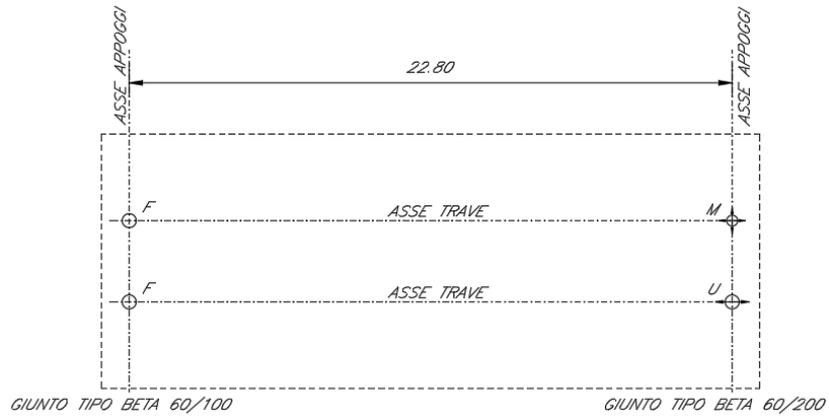
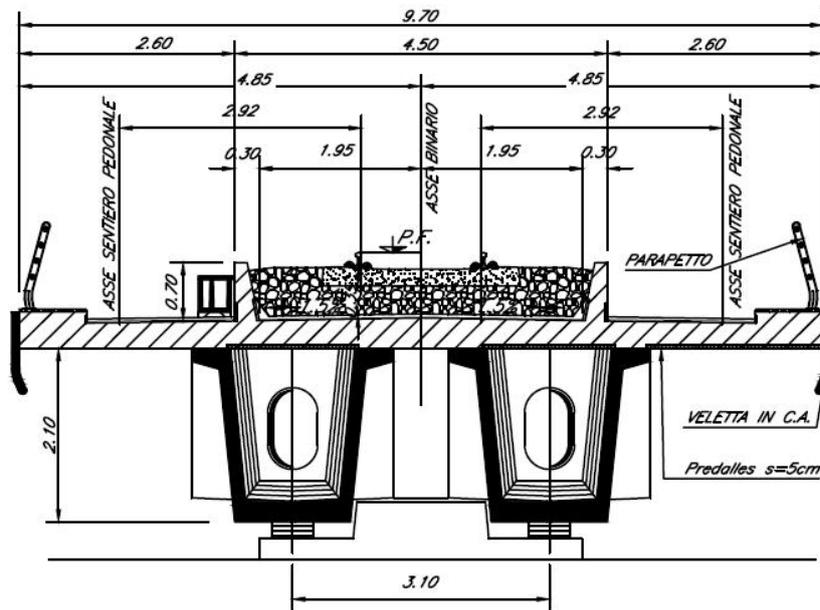


Figura 1: schema appoggi impalcati sx e dx



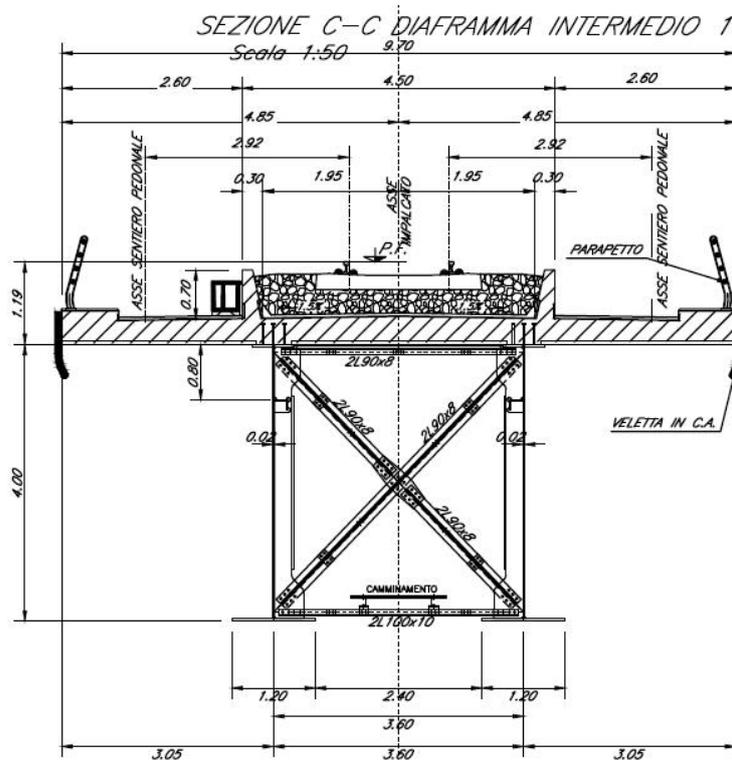
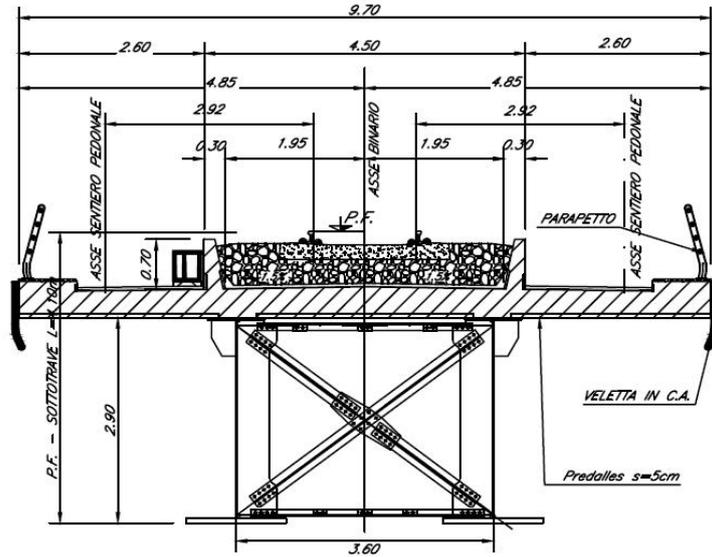


Figura 2: sezione trasversale impalcato

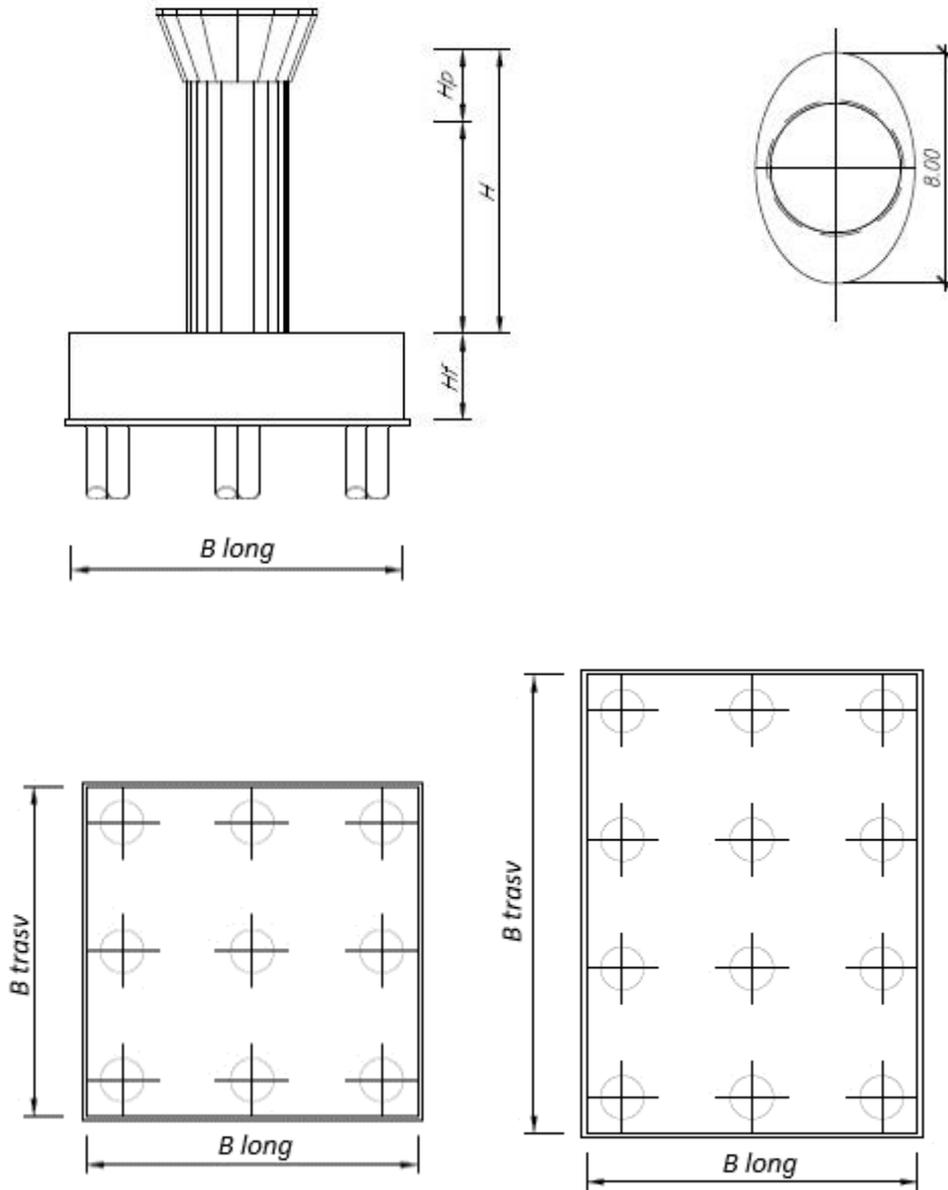


Figura 3: pila e fondazione

 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 – P18	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805003	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 provvisionali, 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 – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805003	REV. B

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

classe di resistenza conglomerato		classe	C32/40	
resistenza caratteristica cubica a comp.		R _{ck}	40	<i>MPa</i>
modulo elastico		E _c	33346	<i>MPa</i>
resistenza media cilindrica a comp.		f _{cm}	40	<i>MPa</i>
resistenza cilindrica caratteristica a comp.		f _{ck}	32	<i>MPa</i>

- Acciaio ordinario per calcestruzzo armato

denominazione tipo d'acciaio		nome	B450	
modulo elastico		E _s	210000	<i>MPa</i>
tensione media di snervamento		f _{ym}	480	<i>MPa</i>
tensione caratteristica di snervamento		f _{yk}	450	<i>MPa</i>
tensione di snervamento di calcolo		f _{yd}	391.30	<i>MPa</i>
tensione caratteristica a rottura		f _{tk}	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 f_{ck}
- per combinazione quasi permanente : 0.40 f_{ck}
- per spessori minori di 5cm tali valori devono essere decrementati del 30%.

 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 – P18	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805003	REV. B

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:

$$\sigma_{c \max QP} = (0,40 f_{cK}) = 12.8 \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Quasi Permanente})$$

$$\sigma_{c \max R} = (0,55 f_{cK}) = 17.6 \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica - Rara})$$

$$\sigma_{s \max R} = (0,75 f_{yk}) = 337.5 \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica - Rara})$$

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 – P18	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805003	REV. B

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

Per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, qual è il caso delle strutture in esame così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.2 del DM 17.1.2018, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l’apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

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

Riguardo infine il valore di calcolo delle fessure da confrontare con i valori limite fissati dalla norma, si è utilizzata la procedura del D.M. 9 gennaio 1996, in accordo a quanto previsto al punto ” C4.1.2.2.4.5 Verifica allo stato limite di fessurazione” della Circolare 21 gennaio 2019 n.7/C.S.L.L:PP..

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

4. DATI DI BASE

4.1 Geometrie di base

La pila presenta una sezione circolare piena di dimensioni 3.5m, una altezza complessiva di 8.30m. Il pulvino è costituito da una sezione piena ellissoidale ed altezza variabile in funzione del tipo d’impalcato. Nei calcoli si è incrementato del 10% la massa del pulvino per tener conto di velette, baggioli e ritegni. Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 1200mm collegate in testa da una platea di spessore 3m.

PILA						
altezza pila- estradosso fond/estradosso pulvino				Hp	8.3	m
tipologia di sezione					circolare	
larghezza trasversale pila				b	0.000	m
larghezza longitudinale pila				d	0.000	m
raggio della sezione				R	1.75	m
area della sezione				A	9.621	m ²
inerzia sezione direzione trasversale				I11	7.366	m ⁴
inerzia sezione direzione longitudinale				I22	7.366	m ⁴
calcestruzzo				fck	32	MPa
massa pulvino				mp	1515	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	3	m
altezza terreno di ricoprimento				ht	1.5	m
area netta per calcolo ricoprimento				A	82.5	m ³
peso di vulume 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					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805003	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 ripotate 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 – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805003	REV. B

5. ANALISI DEI CARICHI

5.1 Peso proprio elementi strutturali

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

viadotto a binario					Singolo				
lato impalcato					SX			DX	
tipologia di impalcato					2'TR			2'TR	
luce impalcato					25	m		40	m
DATI DI INPUT FOGLIO VERIFICHE									
altezza cassoncino			h		2.1	m		1.8	m
spessore medio soletta			s		0.41	m		0.35	m
estradosso impalcato			H		2.51	m		2.15	m
spessore ballast + rotaia			hb		0.88	m		0.88	m
altezza PF da estradosso trave			h2		1.19	m		1.225	m
lunghezza travata			L		24.3	m		40	m
luce appoggi travata			La		22.8	m		38	m
larghezza totale impalcato			B		9.7	m			
peso permanente strutturale			G1		4050	kN		4978	kN
peso permanenti non strutt			G2		3084	kN		4674	kN

Altezze da intradosso del cassoncino									
baricentro del cassoncino			gc		0.89	m		0.76	m
area cassoncino			Ac		1.14	m ²		0.11	m ²
baricentro della soletta			gs		2.32	m		2.04	m
area soletta			As		1.00	m ²		1.88	m ²
baricentro sezione trave+soletta		(da intradosso trave)	Gb1		1.56	m		1.70	m
baricentro del ballast		(da intradosso trave)	Gb2		2.95	m		2.59	m
altezza piano del ferro		(da intradosso trave)	H		3.29	m		3.025	m
baricentro treno		(da intradosso trave)	Gb3		5.09	m		4.825	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 – P18	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805003	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:

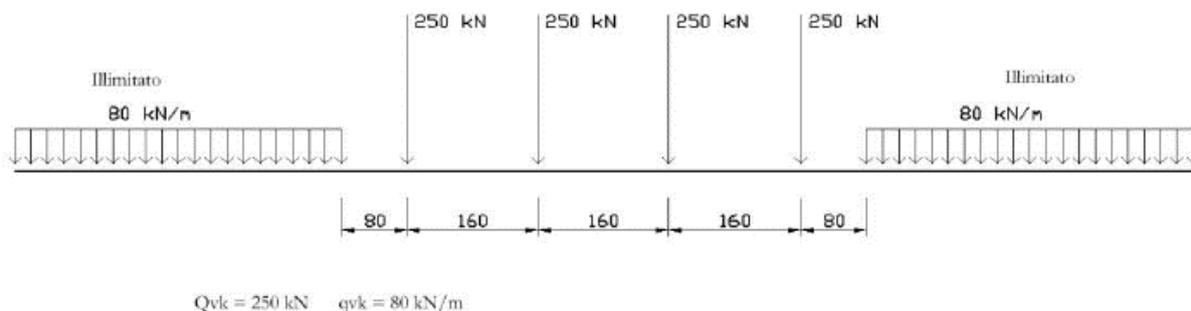
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	4514	557
scarichi estradosso Pila - G2	3879	954
scarichi estradosso Fondazione - G1	8221	557
scarichi estradotto Fondazione - G2	3879	954
scarichi sui Pali - G1	17486	557
scarichi sui Pali - G2	3879	954

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;

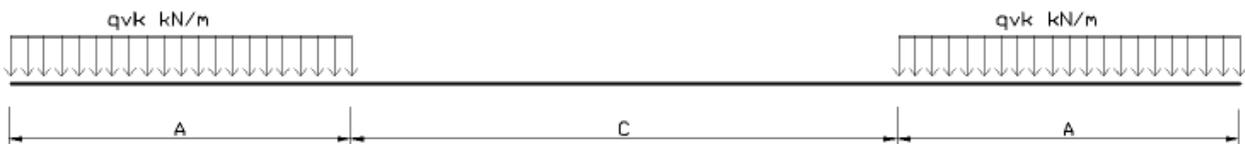
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 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 – P18	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805003	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 – P18	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805003	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	4479	619	448
COMBO ML	3042	3651	304
COMBO MT	4479	619	448

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

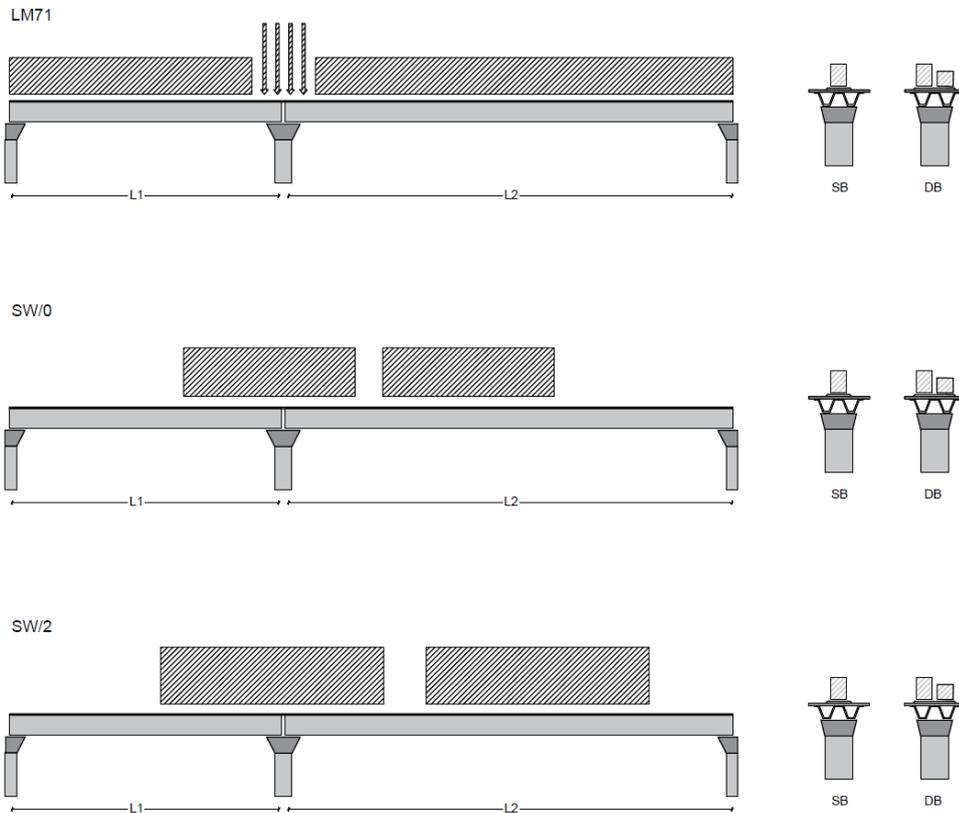


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

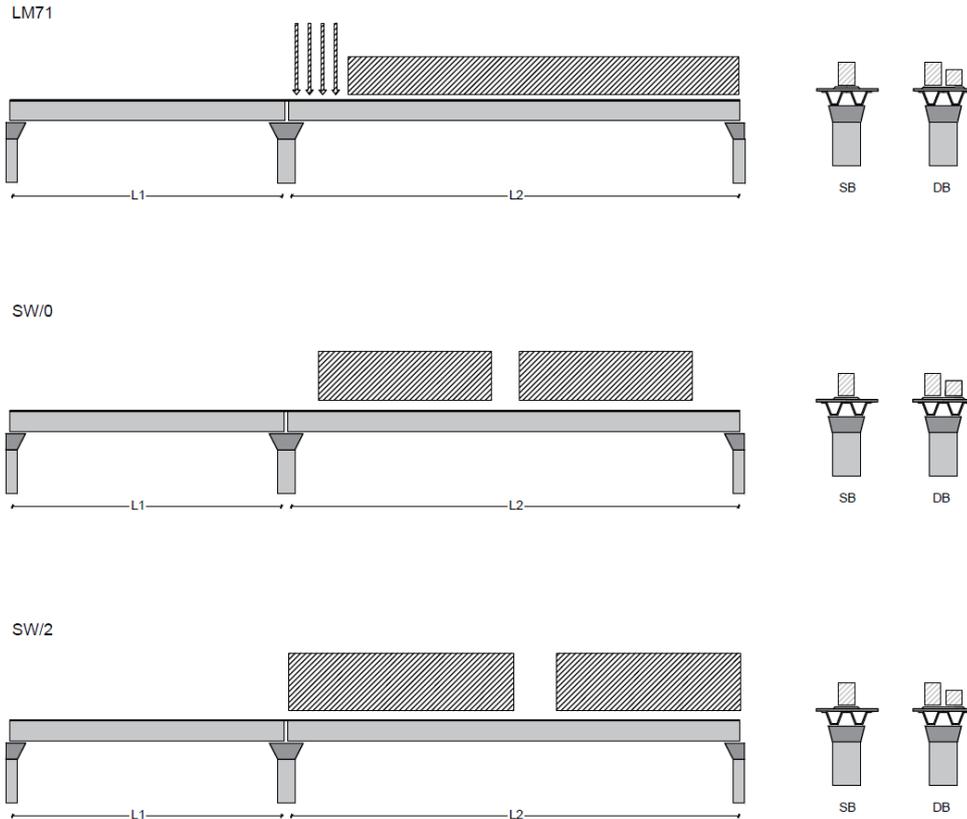


Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

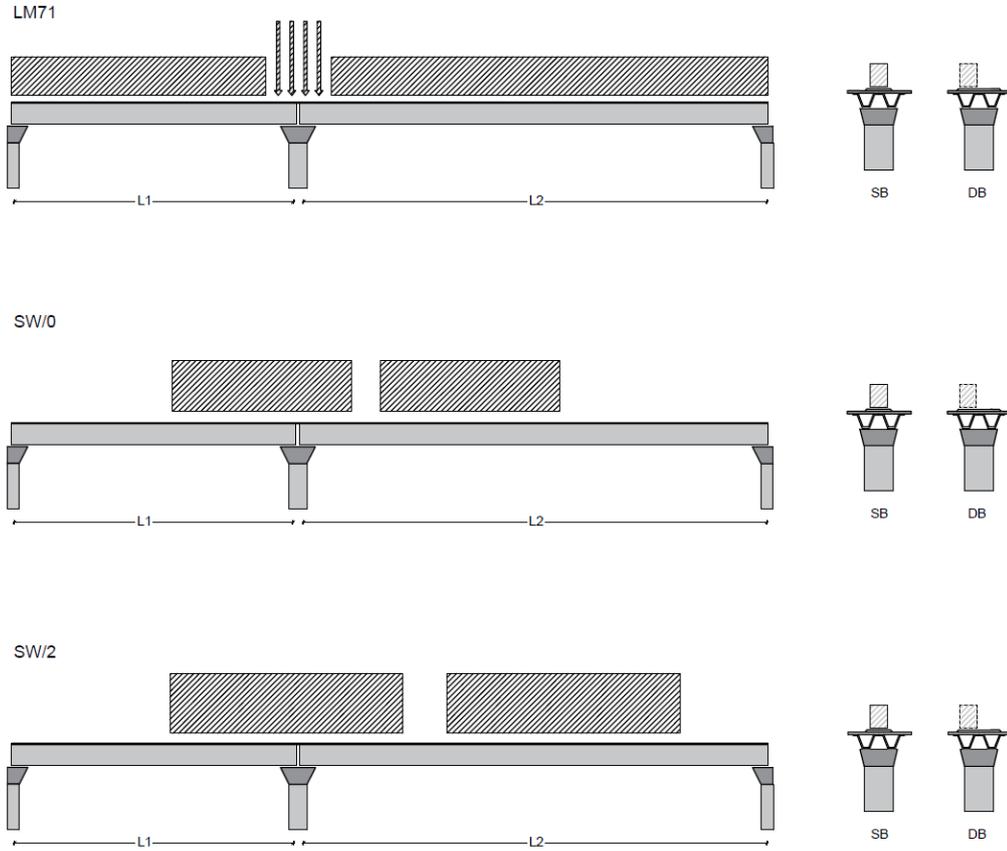


Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805003	REV. B

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					Vmax	160	km/h
						SX	
lunghezza di influenza della parte curva del binario					Lf	22.8	m
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.823704	
LM71 e SW/0							
Per i modelli di carico LM71 e SW l'azione centrifuga si dovrà determinare partendo dall'espressione generale ai valori di V, α , e f in base al contenuto della tabella 1.4.3.1-1 seguente.							
LM71 caso a							
velocità massima					Vmax	120	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	1.00	
coefficiente di adattamento					a	1.10	
valore caratteristico dei carichi verticali					Qvk	330.6	kN x asse
valore caratteristico dei carichi verticali					qvk	105.8	kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga					Qtk	56.9	kN x asse
valore caratteristico della forza centrifuga					qtk	18.2	kN/m
LM71 caso b							
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.82	
coefficiente di adattamento					a	1.0	

 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 – P18	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805003	REV. B

5.6.2 Serpeggio

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

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

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805003	REV. B

5.6.3 Frenatura ed avviamento

numero di binari				Singolo
combinazione treni				SW/2
posizionamento vincolo fissi				caso peggiore
estradosso pulvino sommità binario		H	0.45	m
lunghezza del binario		L	40	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	40	m
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	880	kN
SW/0				
coefficiente di adattamento		a	1.1	
lunghezza del binario		L	35.3	m
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	776.6	kN
SW/2				
coefficiente di adattamento		a	1	
lunghezza del binario		L	33	
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	1155	

AVVIAMENTO

LM/71				
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	1000	kN
SW/0				
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	1000	kN
SW/2				
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	1000	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 – P18	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805003	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	40	m
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg1	4514	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg2	3879	kN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili		Vq	5951	kN
coefficiente d'attrito (da assum. In relazione alle cart. App.)		f	0.04	
forza d'attrito trasmessa alla pila		Fa	305.2	kN
momento longitudinale in testa pila		M	137.3	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			
	ponte carico			
	altezza pila	z1	8.3	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	8.75	m
	altezza di riferimento	z	12.735	m
	coefficiente di topografia	ct	1	
	coefficiente di esposizione	ce	2.51	
	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	1343.61	n/m ²
	larghezza impalcato	d	9.7	m
	altezza impalcato+soletta	z3	2.97	m
	armamento	z4	0.88	m
	altezza treno	z5a	4	m
	altezza barriere	z5b	5	m
	altezza di impatto treno o barriere	htot	7.97	m
		d/h	1.21706	
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.06531	
	forza trasversale	fx	22.1	
	forza equivalente in testa pila	Fx	711.0	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	3153.5	kn/m

ponte scarico					
	altezza di impatto treno o barriere	htot	7.85	m	
	rapporto geometrico	d/h	1.23567		
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.06019		
	forza trasversale	fx	21.7		
	forza equivalente in testa pila	Fx	528.0	kN	
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2310.1	kn/m	
VENTO SULLA PILA					
direzione trasversale					
	altezza di riferimento	z	8.3	m	
	coefficiente di topografia	ct	1		
	coefficiente di esposizione	ce	2.23518		
	densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m3	
	pressione statica di riferimento	qr	535.732	n/m2	
	pressione statica di picco	qpicco	1343.61	n/m2	
			1.34361	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	8566527		
	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 – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805003	REV. B

	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.90596	
	rapporto geometrico	l/b	2.37143	
	snellezza effettiva	λ	2.37143	
	rapporto di solidità	ϕ	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.63566	
	forza trasversale	f tras	0.8	
	forza equivalente in testa pila	F tras	6.4	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	5.0	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	0.90596	
	rapporto geometrico	l/b	2.37143	
	snellezza effettiva	λ	2.37143	
	rapporto di solidità	ϕ	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.63566	
	forza longitudinale	f lon	0.77377	
	forza equivalente in testa pila	F lon	6.42225	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	4.98	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					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P18	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805003	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.

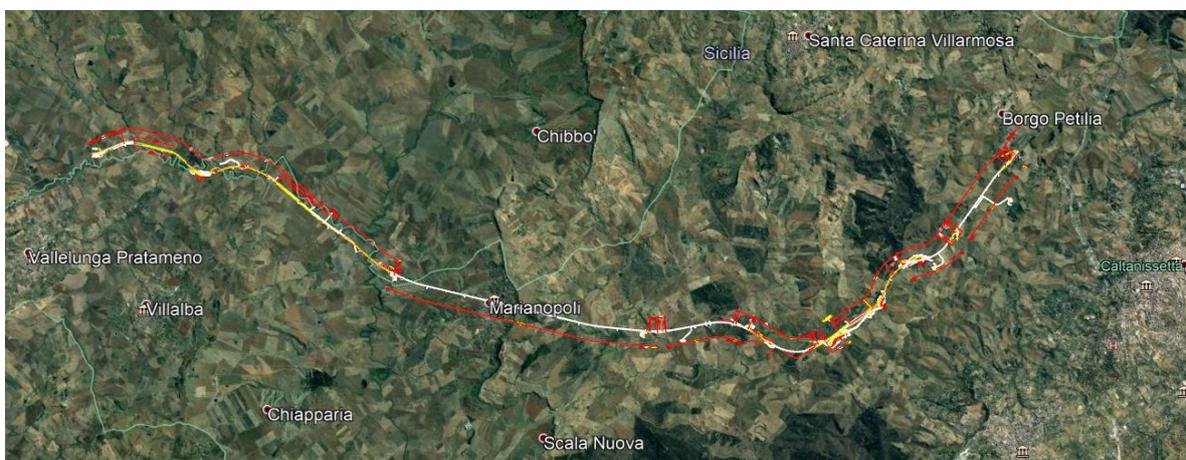


Figura 4 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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 – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805003	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:

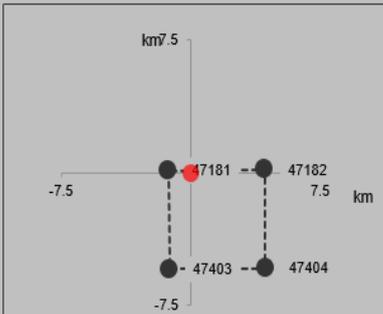
Elaborazioni grafiche

- Grafici spettri di risposta
- Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

- Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

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

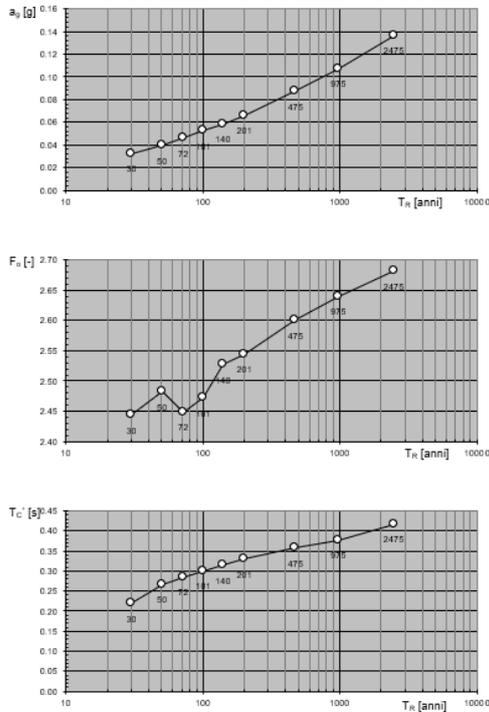
Interpolazione:

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

INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

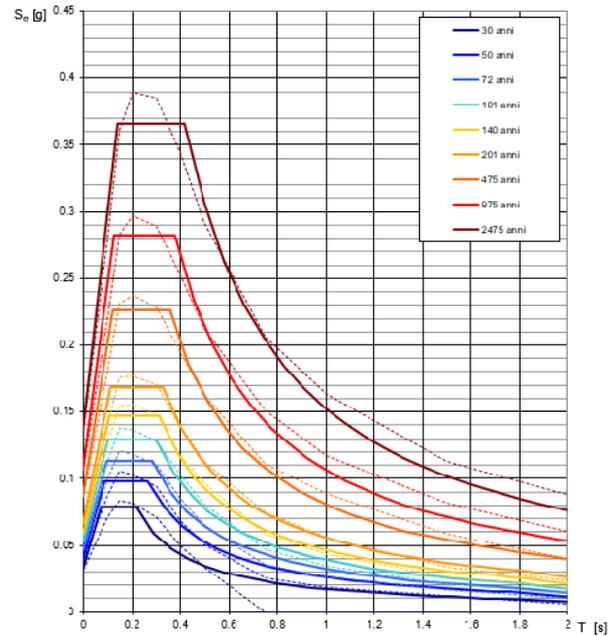
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri_NTC"

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



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

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



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

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

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

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

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

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

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

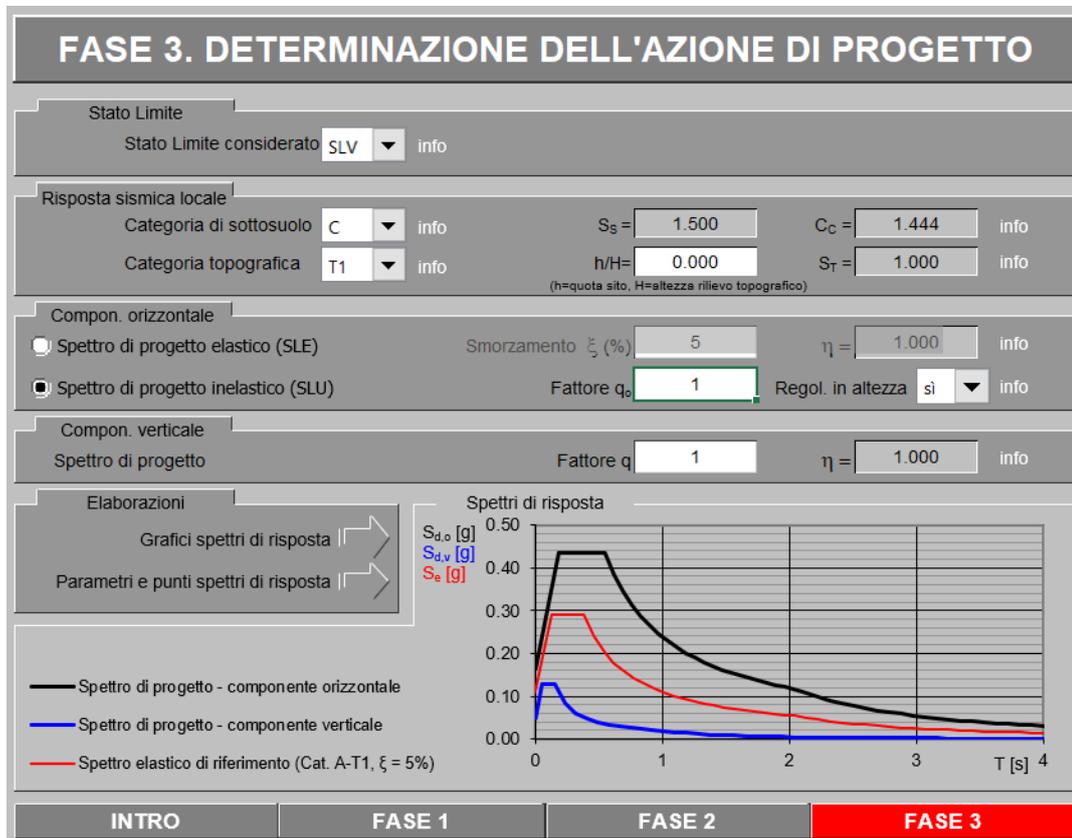
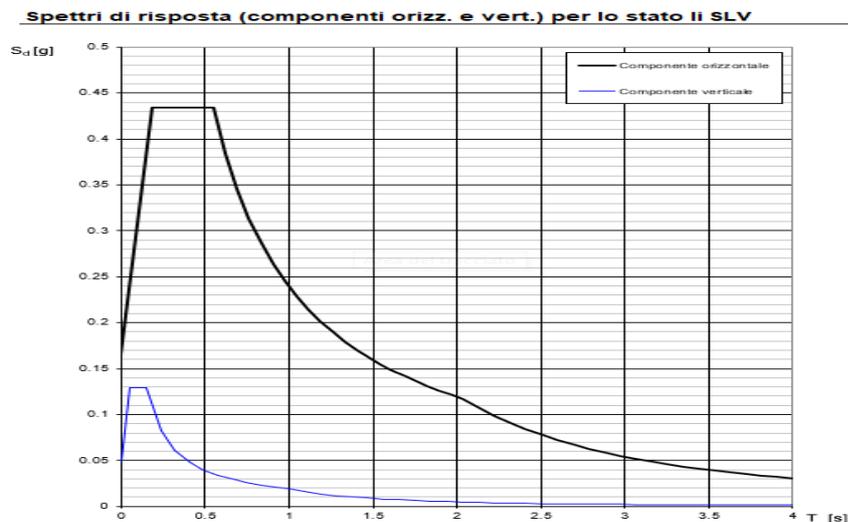


Figura 8 - Definizione della domanda sismica allo SLV



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_x	0.110 q
F_x	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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	S_e [g]
	0.000	0.164
T_b ←	0.183	0.435
T_c ←	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 ←	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					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805003	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.

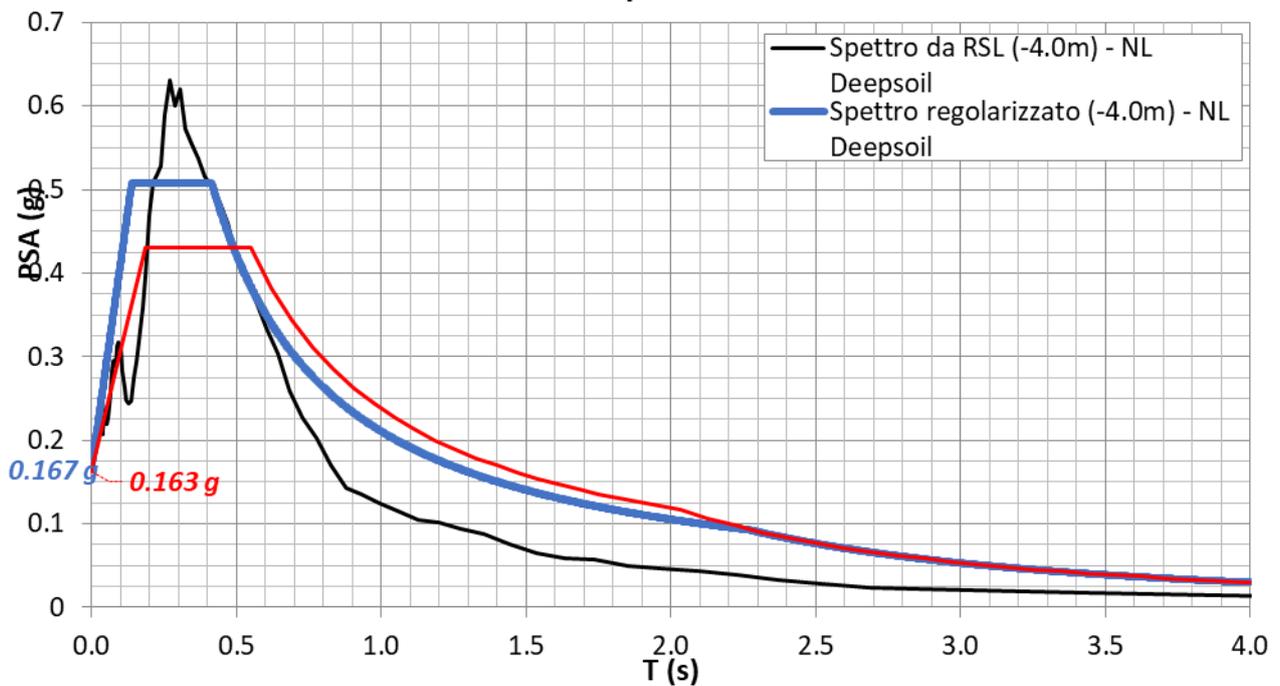
Nella scrittura delle combinazioni di carico si è distinta la posizione del convoglio per massimizzare le singole sollecitazioni (N,Mx,My,Tx,Ty), identificando tre configurazioni, ovvero tre masse statiche.

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	6085	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	1217	kN
			0	
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	9652	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	10869	kN
1/5 della massa sismica sopra la pila		1/5 Mimp t	2174	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	1515	kN
massa efficace pila		Mpe	2697	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long		Mtot long	13566	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			NO per -523.3 KN
Direzione Trasversale				
massa treno per direzione long		Com Mmax	4479	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	896	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	8393	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	9288	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	1515	kN
massa efficace pila		Mpe	2697	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv		Mtot tras	11986	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			NO per -839.4 KN
Direzione Verticale				
massa treno per direzione long		Com Mmax	4479	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	896	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	8393	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	9288	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	1515	kN
massa efficace pila		Mpe	2697	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert		Mtot vert	11986	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			NO per -839.4 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 – P18	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805003	REV. B

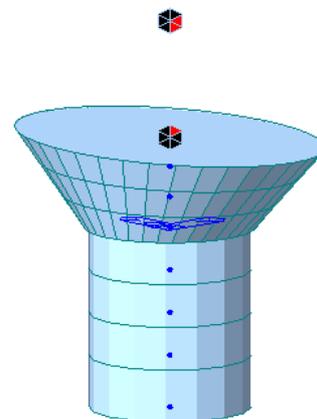
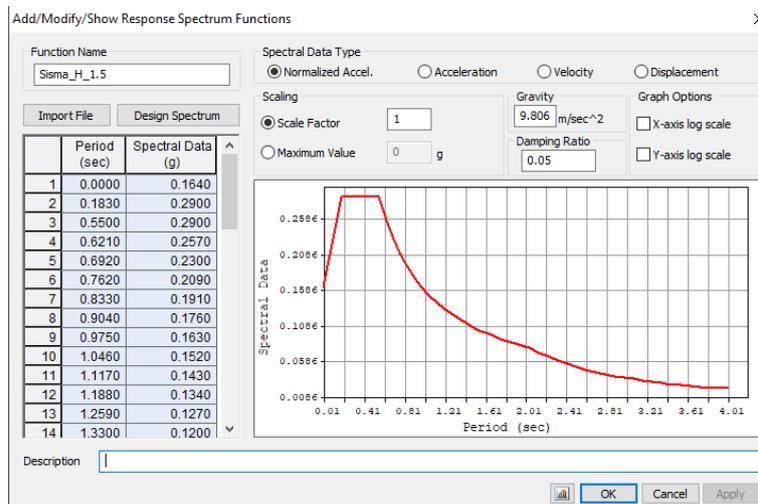
5.7.6 Analisi statica equivalente

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	8.30	m
altezza plinto di fondazione		h _f	0.00	m
altezza baggioli ed app. appoggio		h _{ap}	0.45	m
altezza equivalente sdof		H _e	8.75	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv		K _{tra}	2.6E+08	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long		K _{long}	6.0E+08	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert		K _{vert}	2.8E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale		T _{tra}	0.45	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale		T _{long}	0.28	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	1312	1312	1312	435	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	4051	4456	6076	2869	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinal	4585	5043	6877	3247	kN
Momento flessionale trasversale	46743	51418	70115	33102	kN m
Momento flessionale longitudinale	40372	44384	60430	28554	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	1424.58	3577.04	4319.7	37035.83	33839.5
SISMA q=1	1424.58	5363.97	6478.87	55553.05	50758.99
SISMA sld	475.2	2528.69	3054.19	26187.78	23927.83

Si procede con tali sollecitazioni.

5.8 Azione idraulica

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 pilino	Base pilino [m]	Lunghezza pilino [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:

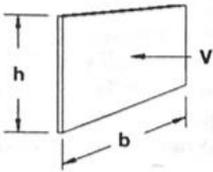
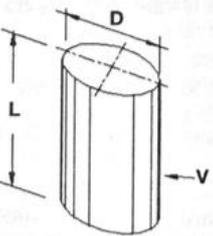
Forme	N.r Reynolds	Dimensioni	Coefficiente C_n
	$> 10^3$	$\frac{b}{h} = \begin{matrix} 1 \\ 5 \\ 10 \\ \infty \end{matrix}$	$\begin{matrix} 1.16 \\ 1.20 \\ 1.50 \\ 1.90 \end{matrix}$
	10^5	$\frac{L}{D} = \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 5 \\ 10 \\ 20 \\ 40 \\ \infty \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0.63 \\ 0.68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

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	1.83	m/sec
densità dell'acqua	ro	1	kN sec ² /m
altezza di riinterro pila	hri	1.5	m
altezza della pila	hp	8.3	m
altezza idrica Tr 300	h300	2.51	m
scalzamento massimo Tr300	dl	6.23	m
tipolgoia 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 cinamatica	mi	0.000894	N s/m ²
numero di Reynodls	Re	7164430	
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 – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805003	REV. B

pressione dell'acqua		p	0.586058	kN/m ²
forza risultante		Fidro	83.9789	kN
momento alla base pila		Mpila	-107.691	kN

tabella riassuntiva - Tr300			
	Fusto pila	Fondazioni	Pali
h	4.01	3	1.73
D	1.75	9.6	1.2
L/D	2.291	3.2	1.44166667
Re	3.58E+06	1.97E+07	2.46E+06
forma	smussara	rettangolare	circolare
Cd	0.35	1.18	0.35
p	0.5860575	1.975851	0.5860575
B	1.75	9.6	6
F	4.11	73.78	6.08
M	8.25	-110.67	-5.26

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 – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805003	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	18405.9	837.375	1232.51	3457.16	5942.29	
A1_SLU_gr2_Scarico_2	12352.8	0	1014.6	2315.38	5194.84	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	18405.9	1674.75	776.027	3833.98	3367.74	
A1_SLU_gr4_centrif_4	17107.1	1339.8	1003.16	3503.81	4761.55	
A1_SLU_gr1+vento_5	18405.9	843.127	1678.94	3457.16	7768.93	
A1_SLU_gr2+vento_6	12352.8	5.75152	1461.03	2315.38	7021.48	
A1_SLU_gr3+vento_7	18405.9	1680.5	1222.46	3833.98	5194.37	
A1_SLU_gr4+vento_8	17107.1	1345.55	1449.6	3503.81	6588.19	
A1_SLU_vento_gr1_9	17107.1	679.486	1692.66	3202.36	7781.39	
A1_SLU_vento_gr2_10	12264.7	9.58586	1553.2	2288.93	7199.13	
A1_SLU_vento_gr3_11	17107.1	1349.39	1327.48	3503.81	5721.75	
A1_SLU_vento_gr4_12	17107.1	1349.39	1747.22	3503.81	7805.95	
SLE_rar_gr1_Treno_14	12871.3	577.5	794.291	2389.75	4073.06	
SLE_rar_gr2_Scarico_15	8696.74	0	694.103	1602.32	3580.12	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	12871.3	1155	479.477	2649.63	2297.5	
SLE_rar_gr4_centrif_17	11975.6	924	646.869	2421.93	3263.59	
SLE_rar_gr1+vento_18	12871.3	581.334	1091.92	2389.75	5290.82	
SLE_rar_gr2+vento_19	8696.74	3.83434	991.727	1602.32	4797.88	
SLE_rar_gr3+vento_20	12871.3	1158.83	777.101	2649.63	3515.26	
SLE_rar_gr4+vento_21	11975.6	927.834	944.493	2421.93	4481.35	
SLE_rar_vento_gr1_22	11975.6	468.391	1114.28	2214.03	5280.31	
SLE_rar_vento_gr2_23	8635.94	6.39057	1050.15	1584.08	4893.17	
SLE_rar_vento_gr3_24	11975.6	930.391	862.424	2421.93	3859.86	
SLE_rar_vento_gr4_25	11975.6	930.391	1142.91	2421.93	5293.19	

SLE_fre_gr1_Treno_27	11975.6	462	599.147	2214.03	3242.12
SLE_fre_gr2_Scarico_28	8635.94	0	545.713	1584.08	2859.79
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	11975.6	924	347.295	2421.93	1821.68
SLE_fre_gr4_centrif_30	11975.6	924	623.008	2421.93	3252.86
SLE_fre_gr1+vento_31	11975.6	463.278	698.355	2214.03	3648.04
SLE_fre_gr2+vento_32	8635.94	1.27811	644.921	1584.08	3265.71
SLE_fre_gr3+vento_33	11975.6	925.278	446.503	2421.93	2227.59
SLE_fre_gr4+vento_34	11975.6	925.278	722.216	2421.93	3658.78
SLE_fre_vento_gr1_35	8392.74	3.19529	295.668	1511.12	1036.24
SLE_fre_vento_gr2_36	8392.74	3.19529	295.668	1511.12	1036.24
SLE_fre_vento_gr3_37	8392.74	3.19529	295.668	1511.12	1036.24
SLE_fre_vento_gr4_38	8392.74	3.19529	295.668	1511.12	1036.24
SLE_fre_gr1_temp39	8392.74	1.27811	156.386	1511.12	431.649
SLE_fre_gr2_temp40	8392.74	1.27811	156.386	1511.12	431.649
SLE_fre_gr3_temp41	8392.74	1.27811	156.386	1511.12	431.649
SLE_fre_gr3_temp42	8392.74	1.27811	156.386	1511.12	431.649
SLE_qp_gr1_Treno_44	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr2_Scarico_45	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr4_centrif_47	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr1+vento_48	8392.74	1.27811	146.856	1511.12	427.361
SLE_qp_gr2+vento_49	8392.74	1.27811	146.856	1511.12	427.361
SLE_qp_gr3+vento_50	8392.74	1.27811	146.856	1511.12	427.361
SLE_qp_gr4+vento_51	8392.74	1.27811	146.856	1511.12	427.361
SLE_qp_vento_gr1_52	8392.74	1.27811	146.856	1511.12	427.361
SLE_qp_vento_gr2_53	8392.74	1.27811	146.856	1511.12	427.361
SLE_qp_vento_gr3_54	8392.74	1.27811	146.856	1511.12	427.361
SLE_qp_vento_gr4_55	8392.74	1.27811	146.856	1511.12	427.361
SLE_qp_gr1_temp56	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr2_temp57	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_temp58	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_temp59	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
E_103x_SLV_q=1.5_60	8820.11	4320.98	1219.97	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	8820.11	1297.19	3723.9	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	9817.32	1297.19	1219.97	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	8820.11	4752.95	1327.28	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	8820.11	1426.78	4081.6	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	9817.32	1426.78	1327.28	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	8820.11	6480.15	1756.05	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	8820.11	1944.94	5510.83	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	9817.32	1944.94	1756.05	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	8535.3	3055.47	905.463	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	8535.3	917.535	2675.55	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	8867.94	917.535	905.463	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	23410.8	837.375	1232.51	10407.4	16172.1
A1_SLU_gr2_Scarico_2	17357.7	0	1014.6	2315.38	13616
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	23410.8	1674.75	776.027	17734.4	9808.76
A1_SLU_gr4_centrif_4	22112	1339.8	1003.16	14624.2	13087.8
A1_SLU_gr1+vento_5	23410.8	843.127	1678.94	10455.1	21704.2
A1_SLU_gr2+vento_6	17357.7	5.75152	1461.03	2363.12	19148.1
A1_SLU_gr3+vento_7	23410.8	1680.5	1222.46	17782.1	15340.8
A1_SLU_gr4+vento_8	22112	1345.55	1449.6	14671.9	18619.8
A1_SLU_vento_gr1_9	22112	679.486	1692.66	8842.09	21830.5
A1_SLU_vento_gr2_10	17269.5	9.58586	1553.2	2368.49	20090.7
A1_SLU_vento_gr3_11	22112	1349.39	1327.48	14703.7	16739.8
A1_SLU_vento_gr4_12	22112	1349.39	1747.22	14703.7	22307.9
SLE_rar_gr1_Treno_14	16578.6	577.5	794.291	7183	10665.7
SLE_rar_gr2_Scarico_15	12404.1	0	694.103	1602.32	9341.17
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	16578.6	1155	479.477	12236.1	6277.16
SLE_rar_gr4_centrif_17	15682.9	924	646.869	10091.1	8632.6
SLE_rar_gr1+vento_18	16578.6	581.334	1091.92	7214.83	14353.7
SLE_rar_gr2+vento_19	12404.1	3.83434	991.727	1634.14	13029.2
SLE_rar_gr3+vento_20	16578.6	1158.83	777.101	12268	9965.2
SLE_rar_gr4+vento_21	15682.9	927.834	944.493	10123	12320.6
SLE_rar_vento_gr1_22	15682.9	468.391	1114.28	6101.67	14528.8
SLE_rar_vento_gr2_23	12343.3	6.39057	1050.15	1637.12	13609.5
SLE_rar_vento_gr3_24	15682.9	930.391	862.424	10144.2	11018
SLE_rar_vento_gr4_25	15682.9	930.391	1142.91	10144.2	14779.3
SLE_fre_gr1_Treno_27	15682.9	462	599.147	6048.63	8215.04
SLE_fre_gr2_Scarico_28	12343.3	0	545.713	1584.08	7389.21
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	15682.9	924	347.295	10091.1	4704.23
SLE_fre_gr4_centrif_30	15682.9	924	623.008	10091.1	8423.82
SLE_fre_gr1+vento_31	15682.9	463.278	698.355	6059.24	9444.38
SLE_fre_gr2+vento_32	12343.3	1.27811	644.921	1594.69	8618.55
SLE_fre_gr3+vento_33	15682.9	925.278	446.503	10101.7	5933.57
SLE_fre_gr4+vento_34	15682.9	925.278	722.216	10101.7	9653.17
SLE_fre_vento_gr1_35	12100.1	3.19529	295.668	1537.64	3490.29

SLE_fre_vento_gr2_36	12100.1	3.19529	295.668	1537.64	3490.29
SLE_fre_vento_gr3_37	12100.1	3.19529	295.668	1537.64	3490.29
SLE_fre_vento_gr4_38	12100.1	3.19529	295.668	1537.64	3490.29
SLE_fre_gr1_temp39	12100.1	1.27811	156.386	1521.73	1729.65
SLE_fre_gr2_temp40	12100.1	1.27811	156.386	1521.73	1729.65
SLE_fre_gr3_temp41	12100.1	1.27811	156.386	1521.73	1729.65
SLE_fre_gr3_temp42	12100.1	1.27811	156.386	1521.73	1729.65
SLE_qp_gr1_Treno_44	12100.1	0	47.6481	1511.12	416.921
SLE_qp_gr2_Scarico_45	12100.1	0	47.6481	1511.12	416.921
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	12100.1	0	47.6481	1511.12	416.921
SLE_qp_gr4_centrif_47	12100.1	0	47.6481	1511.12	416.921
SLE_qp_gr1+vento_48	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27
SLE_qp_gr2+vento_49	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27
SLE_qp_gr3+vento_50	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27
SLE_qp_gr4+vento_51	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27
SLE_qp_vento_gr1_52	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27
SLE_qp_vento_gr2_53	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27
SLE_qp_vento_gr3_54	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27
SLE_qp_vento_gr4_55	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27
SLE_qp_gr1_temp56	12100.1	0	47.6481	1511.12	416.921
SLE_qp_gr2_temp57	12100.1	0	47.6481	1511.12	416.921
SLE_qp_gr3_temp58	12100.1	0	47.6481	1511.12	416.921
SLE_qp_gr3_temp59	12100.1	0	47.6481	1511.12	416.921
E_103x_SLV_q=1.5_60	12527.4	4320.98	1219.97	35350.6	11538.1
E_103y_SLV_q=1.5_61	12527.4	1297.19	3723.9	11663	37463.2
E_103z_SLV_q=1.5_62	13524.6	1297.19	1219.97	11663	11538.1
E_103x_SLV_q=1.36_63	12527.4	4752.95	1327.28	38734.6	12649.2
E_103y_SLV_q=1.36_64	12527.4	1426.78	4081.6	12678.2	41166.8
E_103z_SLV_q=1.36_65	13524.6	1426.78	1327.28	12678.2	12649.2
E_103x_SLV_q=1_66	12527.4	6480.15	1756.05	52270.1	17093.3
E_103y_SLV_q=1_67	12527.4	1944.94	5510.83	16738.8	55980.4
E_103z_SLV_q=1_68	13524.6	1944.94	1756.05	16738.8	17093.3
E_103x_SLD_q=1_69	12242.6	3055.47	905.463	25438.9	8283.7
E_103y_SLD_q=1_70	12242.6	917.535	2675.55	8689.47	26615.1
E_103z_SLD_q=1_71	12575.3	917.535	905.463	8689.47	8283.7

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	35917.7	837.375	1232.51	12919.5	19869.6
A1_SLU_gr2_Scarico_2	29864.6	0	1014.6	2315.38	16659.8
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	35917.7	1674.75	776.027	22758.7	12136.8
A1_SLU_gr4_centrif_4	34618.9	1339.8	1003.16	18643.6	16097.3
A1_SLU_gr1+vento_5	35917.7	843.127	1678.94	12984.5	26741
A1_SLU_gr2+vento_6	29864.6	5.75152	1461.03	2380.37	23531.2
A1_SLU_gr3+vento_7	35917.7	1680.5	1222.46	22823.6	19008.2
A1_SLU_gr4+vento_8	34618.9	1345.55	1449.6	18708.5	22968.6
A1_SLU_vento_gr1_9	34618.9	679.486	1692.66	10880.5	26908.5
A1_SLU_vento_gr2_10	29776.4	9.58586	1553.2	2397.25	24750.3
A1_SLU_vento_gr3_11	34618.9	1349.39	1327.48	18751.9	20722.2
A1_SLU_vento_gr4_12	34618.9	1349.39	1747.22	18751.9	27549.5
SLE_rar_gr1_Treno_14	25842.9	577.5	794.291	8915.5	13048.6
SLE_rar_gr2_Scarico_15	21668.4	0	694.103	1602.32	11423.5
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	25842.9	1155	479.477	15701.1	7715.59
SLE_rar_gr4_centrif_17	24947.2	924	646.869	12863.1	10573.2
SLE_rar_gr1+vento_18	25842.9	581.334	1091.92	8958.83	17629.5
SLE_rar_gr2+vento_19	21668.4	3.83434	991.727	1645.65	16004.4
SLE_rar_gr3+vento_20	25842.9	1158.83	777.101	15744.5	12296.5
SLE_rar_gr4+vento_21	24947.2	927.834	944.493	12906.5	15154.1
SLE_rar_vento_gr1_22	24947.2	468.391	1114.28	7506.84	17871.6
SLE_rar_vento_gr2_23	21607.6	6.39057	1050.15	1656.29	16759.9
SLE_rar_vento_gr3_24	24947.2	930.391	862.424	12935.3	13605.3
SLE_rar_vento_gr4_25	24947.2	930.391	1142.91	12935.3	18208.1
SLE_fre_gr1_Treno_27	24947.2	462	599.147	7434.63	10012.5
SLE_fre_gr2_Scarico_28	21607.6	0	545.713	1584.08	9026.35
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	24947.2	924	347.295	12863.1	5746.11
SLE_fre_gr4_centrif_30	24947.2	924	623.008	12863.1	10292.8
SLE_fre_gr1+vento_31	24947.2	463.278	698.355	7449.07	11539.4
SLE_fre_gr2+vento_32	21607.6	1.27811	644.921	1598.52	10553.3
SLE_fre_gr3+vento_33	24947.2	925.278	446.503	12877.6	7273.08
SLE_fre_gr4+vento_34	24947.2	925.278	722.216	12877.6	11819.8
SLE_fre_vento_gr1_35	21364.4	3.19529	295.668	1547.22	4377.29
SLE_fre_vento_gr2_36	21364.4	3.19529	295.668	1547.22	4377.29

SLE_fre_vento_gr3_37	21364.4	3.19529	295.668	1547.22	4377.29
SLE_fre_vento_gr4_38	21364.4	3.19529	295.668	1547.22	4377.29
SLE_fre_gr1_temp39	21364.4	1.27811	156.386	1525.56	2198.81
SLE_fre_gr2_temp40	21364.4	1.27811	156.386	1525.56	2198.81
SLE_fre_gr3_temp41	21364.4	1.27811	156.386	1525.56	2198.81
SLE_fre_gr3_temp42	21364.4	1.27811	156.386	1525.56	2198.81
SLE_qp_gr1_Treno_44	21364.4	0	47.6481	1511.12	559.865
SLE_qp_gr2_Scarico_45	21364.4	0	47.6481	1511.12	559.865
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	21364.4	0	47.6481	1511.12	559.865
SLE_qp_gr4_centrif_47	21364.4	0	47.6481	1511.12	559.865
SLE_qp_gr1+vento_48	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83
SLE_qp_gr2+vento_49	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83
SLE_qp_gr3+vento_50	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83
SLE_qp_gr4+vento_51	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83
SLE_qp_vento_gr1_52	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83
SLE_qp_vento_gr2_53	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83
SLE_qp_vento_gr3_54	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83
SLE_qp_vento_gr4_55	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83
SLE_qp_gr1_temp56	21364.4	0	47.6481	1511.12	559.865
SLE_qp_gr2_temp57	21364.4	0	47.6481	1511.12	559.865
SLE_qp_gr3_temp58	21364.4	0	47.6481	1511.12	559.865
SLE_qp_gr3_temp59	21364.4	0	47.6481	1511.12	559.865
E_103x_SLV_q=1.5_60	21928	5476.19	1566.53	51779.2	16237.7
E_103y_SLV_q=1.5_61	21928	2452.4	4070.46	19020.2	49674.6
E_103z_SLV_q=1.5_62	23243	2452.4	1566.53	19020.2	16237.7
E_103x_SLV_q=1.36_63	21928	5908.16	1673.84	56459.1	17670.7
E_103y_SLV_q=1.36_64	21928	2581.99	4428.16	20424.1	54451.3
E_103z_SLV_q=1.36_65	23243	2581.99	1673.84	20424.1	17670.7
E_103x_SLV_q=1_66	21928	7635.36	2102.61	75176.2	23401.1
E_103y_SLV_q=1_67	21928	3100.15	5857.39	26039.3	73552.6
E_103z_SLV_q=1_68	23243	3100.15	2102.61	26039.3	23401.1
E_103x_SLD_q=1_69	21554.6	3635.2	1079.38	36344.5	11521.8
E_103y_SLD_q=1_70	21554.6	1497.27	2849.47	13181.3	35163.5
E_103z_SLD_q=1_71	21998.3	1497.27	1079.38	13181.3	11521.8

6.1.2 Configurazione 2

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	16323.5	837.375	1157.54	7853.68	5700.31
A1_SLU_gr2_Scarico_73	12352.8	0	1014.6	2315.38	5194.84
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	16323.5	1674.75	701.059	8230.5	3125.76
A1_SLU_gr4_centrif_75	15441.2	1339.8	943.186	7021.03	4567.97
A1_SLU_gr1+vento_76	16323.5	843.127	1603.98	7853.68	7526.95
A1_SLU_gr2+vento_77	12352.8	5.75152	1461.03	2315.38	7021.48
A1_SLU_gr3+vento_78	16323.5	1680.5	1147.5	8230.5	4952.39
A1_SLU_gr4+vento_79	15441.2	1345.55	1389.62	7021.03	6394.61
A1_SLU_vento_gr1_80	15441.2	679.486	1644.68	6719.57	7593.21
A1_SLU_vento_gr2_81	12264.7	9.58586	1553.2	2288.93	7199.13
A1_SLU_vento_gr3_82	15441.2	1349.39	1279.5	7021.03	5533.57
A1_SLU_vento_gr4_83	15441.2	1349.39	1687.25	7021.03	7612.36
SLE_rar_gr1_Treno_85	11435.1	577.5	759.824	5421.84	3913.93
SLE_rar_gr2_Scarico_86	8696.74	0	694.103	1602.32	3580.12
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	11435.1	1155	445.009	5681.71	2138.38
SLE_rar_gr4_centrif_88	10826.6	924	619.294	4847.59	3136.29
SLE_rar_gr1+vento_89	11435.1	581.334	1057.45	5421.84	5131.69
SLE_rar_gr2+vento_90	8696.74	3.83434	991.727	1602.32	4797.88
SLE_rar_gr3+vento_91	11435.1	1158.83	742.633	5681.71	3356.14
SLE_rar_gr4+vento_92	10826.6	927.834	916.919	4847.59	4354.05
SLE_rar_vento_gr1_93	10826.6	468.391	1092.22	4639.69	5155.49
SLE_rar_vento_gr2_94	8635.94	6.39057	1050.15	1584.08	4893.17
SLE_rar_vento_gr3_95	10826.6	930.391	840.365	4847.59	3735.04
SLE_rar_vento_gr4_96	10826.6	930.391	1115.33	4847.59	5165.89
SLE_fre_gr1_Treno_98	10826.6	462	580.764	4639.69	3118.95
SLE_fre_gr2_Scarico_99	8635.94	0	545.713	1584.08	2859.79
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	10826.6	924	328.912	4847.59	1698.51
SLE_fre_gr4_centrif_101	10826.6	924	600.029	4847.59	3127.62
SLE_fre_gr1+vento_102	10826.6	463.278	679.972	4639.69	3524.87
SLE_fre_gr2+vento_103	8635.94	1.27811	644.921	1584.08	3265.71
SLE_fre_gr3+vento_104	10826.6	925.278	428.12	4847.59	2104.43
SLE_fre_gr4+vento_105	10826.6	925.278	699.237	4847.59	3533.54

SLE_fre_vento_gr1_106	8392.74	3.19529	295.668	1511.12	1036.24
SLE_fre_vento_gr2_107	8392.74	3.19529	295.668	1511.12	1036.24
SLE_fre_vento_gr3_108	8392.74	3.19529	295.668	1511.12	1036.24
SLE_fre_vento_gr4_109	8392.74	3.19529	295.668	1511.12	1036.24
SLE_fre_gr1_temp110	8392.74	1.27811	156.386	1511.12	431.649
SLE_fre_gr2_temp111	8392.74	1.27811	156.386	1511.12	431.649
SLE_fre_gr3_temp112	8392.74	1.27811	156.386	1511.12	431.649
SLE_fre_gr3_temp113	8392.74	1.27811	156.386	1511.12	431.649
SLE_qp_gr1_Treno_115	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr2_Scarico_116	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr4_centrif_118	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr1+vento_119	8392.74	1.27811	146.856	1511.12	427.361
SLE_qp_gr2+vento_120	8392.74	1.27811	146.856	1511.12	427.361
SLE_qp_gr3+vento_121	8392.74	1.27811	146.856	1511.12	427.361
SLE_qp_gr4+vento_122	8392.74	1.27811	146.856	1511.12	427.361
SLE_qp_vento_gr1_123	8392.74	1.27811	146.856	1511.12	427.361
SLE_qp_vento_gr2_124	8392.74	1.27811	146.856	1511.12	427.361
SLE_qp_vento_gr3_125	8392.74	1.27811	146.856	1511.12	427.361
SLE_qp_vento_gr4_126	8392.74	1.27811	146.856	1511.12	427.361
SLE_qp_gr1_temp127	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr2_temp128	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_temp129	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_temp130	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
E_103x_SLV_q=1.5_131	8820.11	4320.98	1219.97	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	8820.11	1297.19	3723.9	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	9817.32	1297.19	1219.97	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	8820.11	4752.95	1327.28	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	8820.11	1426.78	4081.6	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	9817.32	1426.78	1327.28	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	8820.11	6480.15	1756.05	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	8820.11	1944.94	5510.83	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	9817.32	1944.94	1756.05	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	8523.17	3248.06	1007.41	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	8523.17	975.314	3015.38	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	8827.51	975.314	1007.41	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	21328.3	837.375	1157.54	14803.9	15307.9
A1_SLU_gr2_Scarico_73	17357.7	0	1014.6	2315.38	13616
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	21328.3	1674.75	701.059	22130.9	8944.55
A1_SLU_gr4_centrif_75	20446.1	1339.8	943.186	18141.4	12396.4
A1_SLU_gr1+vento_76	21328.3	843.127	1603.98	14851.6	20840
A1_SLU_gr2+vento_77	17357.7	5.75152	1461.03	2363.12	19148.1
A1_SLU_gr3+vento_78	21328.3	1680.5	1147.5	22178.7	14476.6
A1_SLU_gr4+vento_79	20446.1	1345.55	1389.62	18189.1	17928.5
A1_SLU_vento_gr1_80	20446.1	679.486	1644.68	12359.3	21244.1
A1_SLU_vento_gr2_81	17269.5	9.58586	1553.2	2368.49	20090.7
A1_SLU_vento_gr3_82	20446.1	1349.39	1279.5	18220.9	16153.4
A1_SLU_vento_gr4_83	20446.1	1349.39	1687.25	18220.9	21616.5
SLE_rar_gr1_Treno_85	15142.4	577.5	759.824	10215.1	10220.5
SLE_rar_gr2_Scarico_86	12404.1	0	694.103	1602.32	9341.17
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	15142.4	1155	445.009	15268.2	5831.95
SLE_rar_gr4_centrif_88	14534	924	619.294	12516.8	8276.44
SLE_rar_gr1+vento_89	15142.4	581.334	1057.45	10246.9	13908.5
SLE_rar_gr2+vento_90	12404.1	3.83434	991.727	1634.14	13029.2
SLE_rar_gr3+vento_91	15142.4	1158.83	742.633	15300	9519.99
SLE_rar_gr4+vento_92	14534	927.834	916.919	12548.6	11964.5
SLE_rar_vento_gr1_93	14534	468.391	1092.22	8527.34	14220.9
SLE_rar_vento_gr2_94	12343.3	6.39057	1050.15	1637.12	13609.5
SLE_rar_vento_gr3_95	14534	930.391	840.365	12569.8	10710.1
SLE_rar_vento_gr4_96	14534	930.391	1115.33	12569.8	14423.2
SLE_fre_gr1_Treno_98	14534	462	580.764	8474.29	7939.3
SLE_fre_gr2_Scarico_99	12343.3	0	545.713	1584.08	7389.21
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	14534	924	328.912	12516.8	4428.48
SLE_fre_gr4_centrif_101	14534	924	600.029	12516.8	8107.87
SLE_fre_gr1+vento_102	14534	463.278	679.972	8484.9	9168.64
SLE_fre_gr2+vento_103	12343.3	1.27811	644.921	1594.69	8618.55
SLE_fre_gr3+vento_104	14534	925.278	428.12	12527.4	5657.83
SLE_fre_gr4+vento_105	14534	925.278	699.237	12527.4	9337.21
SLE_fre_vento_gr1_106	12100.1	3.19529	295.668	1537.64	3490.29

SLE_fre_vento_gr2_107	12100.1	3.19529	295.668	1537.64	3490.29
SLE_fre_vento_gr3_108	12100.1	3.19529	295.668	1537.64	3490.29
SLE_fre_vento_gr4_109	12100.1	3.19529	295.668	1537.64	3490.29
SLE_fre_gr1_temp110	12100.1	1.27811	156.386	1521.73	1729.65
SLE_fre_gr2_temp111	12100.1	1.27811	156.386	1521.73	1729.65
SLE_fre_gr3_temp112	12100.1	1.27811	156.386	1521.73	1729.65
SLE_fre_gr3_temp113	12100.1	1.27811	156.386	1521.73	1729.65
SLE_qp_gr1_Treno_115	12100.1	0	47.6481	1511.12	416.921
SLE_qp_gr2_Scarico_116	12100.1	0	47.6481	1511.12	416.921
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	12100.1	0	47.6481	1511.12	416.921
SLE_qp_gr4_centrif_118	12100.1	0	47.6481	1511.12	416.921
SLE_qp_gr1+vento_119	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27
SLE_qp_gr2+vento_120	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27
SLE_qp_gr3+vento_121	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27
SLE_qp_gr4+vento_122	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27
SLE_qp_vento_gr1_123	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27
SLE_qp_vento_gr2_124	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27
SLE_qp_vento_gr3_125	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27
SLE_qp_vento_gr4_126	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27
SLE_qp_gr1_temp127	12100.1	0	47.6481	1511.12	416.921
SLE_qp_gr2_temp128	12100.1	0	47.6481	1511.12	416.921
SLE_qp_gr3_temp129	12100.1	0	47.6481	1511.12	416.921
SLE_qp_gr3_temp130	12100.1	0	47.6481	1511.12	416.921
E_103x_SLV_q=1.5_131	12527.4	4320.98	1219.97	35350.6	11538.1
E_103y_SLV_q=1.5_132	12527.4	1297.19	3723.9	11663	37463.2
E_103z_SLV_q=1.5_133	13524.6	1297.19	1219.97	11663	11538.1
E_103x_SLV_q=1.36_134	12527.4	4752.95	1327.28	38734.6	12649.2
E_103y_SLV_q=1.36_135	12527.4	1426.78	4081.6	12678.2	41166.8
E_103z_SLV_q=1.36_136	13524.6	1426.78	1327.28	12678.2	12649.2
E_103x_SLV_q=1_137	12527.4	6480.15	1756.05	52270.1	17093.3
E_103y_SLV_q=1_138	12527.4	1944.94	5510.83	16738.8	55980.4
E_103z_SLV_q=1_139	13524.6	1944.94	1756.05	16738.8	17093.3
E_103x_SLD_q=1_140	12230.5	3248.06	1007.41	30064.9	10357.9
E_103y_SLD_q=1_141	12230.5	975.314	3015.38	10077.2	33529.3
E_103z_SLD_q=1_142	12534.8	975.314	1007.41	10077.2	10357.9

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	33835.2	837.375	1157.54	17316	18780.5
A1_SLU_gr2_Scarico_73	29864.6	0	1014.6	2315.38	16659.8
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	33835.2	1674.75	701.059	27155.2	11047.7
A1_SLU_gr4_centrif_75	32952.9	1339.8	943.186	22160.8	15226
A1_SLU_gr1+vento_76	33835.2	843.127	1603.98	17381	25651.9
A1_SLU_gr2+vento_77	29864.6	5.75152	1461.03	2380.37	23531.2
A1_SLU_gr3+vento_78	33835.2	1680.5	1147.5	27220.2	17919.1
A1_SLU_gr4+vento_79	32952.9	1345.55	1389.62	22225.8	22097.3
A1_SLU_vento_gr1_80	32952.9	679.486	1644.68	14397.8	26178.1
A1_SLU_vento_gr2_81	29776.4	9.58586	1553.2	2397.25	24750.3
A1_SLU_vento_gr3_82	32952.9	1349.39	1279.5	22269.1	19991.9
A1_SLU_vento_gr4_83	32952.9	1349.39	1687.25	22269.1	26678.2
SLE_rar_gr1_Treno_85	24406.8	577.5	759.824	11947.6	12499.9
SLE_rar_gr2_Scarico_86	21668.4	0	694.103	1602.32	11423.5
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	24406.8	1155	445.009	18733.2	7166.98
SLE_rar_gr4_centrif_88	23798.3	924	619.294	15288.8	10134.3
SLE_rar_gr1+vento_89	24406.8	581.334	1057.45	11990.9	17080.9
SLE_rar_gr2+vento_90	21668.4	3.83434	991.727	1645.65	16004.4
SLE_rar_gr3+vento_91	24406.8	1158.83	742.633	18776.5	11747.9
SLE_rar_gr4+vento_92	23798.3	927.834	916.919	15332.1	14715.2
SLE_rar_vento_gr1_93	23798.3	468.391	1092.22	9932.51	17497.5
SLE_rar_vento_gr2_94	21607.6	6.39057	1050.15	1656.29	16759.9
SLE_rar_vento_gr3_95	23798.3	930.391	840.365	15361	13231.2
SLE_rar_vento_gr4_96	23798.3	930.391	1115.33	15361	17769.2
SLE_fre_gr1_Treno_98	23798.3	462	580.764	9860.29	9681.59
SLE_fre_gr2_Scarico_99	21607.6	0	545.713	1584.08	9026.35
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	23798.3	924	328.912	15288.8	5415.22
SLE_fre_gr4_centrif_101	23798.3	924	600.029	15288.8	9907.95
SLE_fre_gr1+vento_102	23798.3	463.278	679.972	9874.74	11208.6
SLE_fre_gr2+vento_103	21607.6	1.27811	644.921	1598.52	10553.3
SLE_fre_gr3+vento_104	23798.3	925.278	428.12	15303.2	6942.19
SLE_fre_gr4+vento_105	23798.3	925.278	699.237	15303.2	11434.9
SLE_fre_vento_gr1_106	21364.4	3.19529	295.668	1547.22	4377.29

SLE_fre_vento_gr2_107	21364.4	3.19529	295.668	1547.22	4377.29
SLE_fre_vento_gr3_108	21364.4	3.19529	295.668	1547.22	4377.29
SLE_fre_vento_gr4_109	21364.4	3.19529	295.668	1547.22	4377.29
SLE_fre_gr1_temp110	21364.4	1.27811	156.386	1525.56	2198.81
SLE_fre_gr2_temp111	21364.4	1.27811	156.386	1525.56	2198.81
SLE_fre_gr3_temp112	21364.4	1.27811	156.386	1525.56	2198.81
SLE_fre_gr3_temp113	21364.4	1.27811	156.386	1525.56	2198.81
SLE_qp_gr1_Treno_115	21364.4	0	47.6481	1511.12	559.865
SLE_qp_gr2_Scarico_116	21364.4	0	47.6481	1511.12	559.865
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	21364.4	0	47.6481	1511.12	559.865
SLE_qp_gr4_centrif_118	21364.4	0	47.6481	1511.12	559.865
SLE_qp_gr1+vento_119	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83
SLE_qp_gr2+vento_120	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83
SLE_qp_gr3+vento_121	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83
SLE_qp_gr4+vento_122	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83
SLE_qp_vento_gr1_123	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83
SLE_qp_vento_gr2_124	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83
SLE_qp_vento_gr3_125	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83
SLE_qp_vento_gr4_126	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83
SLE_qp_gr1_temp127	21364.4	0	47.6481	1511.12	559.865
SLE_qp_gr2_temp128	21364.4	0	47.6481	1511.12	559.865
SLE_qp_gr3_temp129	21364.4	0	47.6481	1511.12	559.865
SLE_qp_gr3_temp130	21364.4	0	47.6481	1511.12	559.865
E_103x_SLV_q=1.5_131	21928	5476.19	1566.53	51779.2	16237.7
E_103y_SLV_q=1.5_132	21928	2452.4	4070.46	19020.2	49674.6
E_103z_SLV_q=1.5_133	23243	2452.4	1566.53	19020.2	16237.7
E_103x_SLV_q=1.36_134	21928	5908.16	1673.84	56459.1	17670.7
E_103y_SLV_q=1.36_135	21928	2581.99	4428.16	20424.1	54451.3
E_103z_SLV_q=1.36_136	23243	2581.99	1673.84	20424.1	17670.7
E_103x_SLV_q=1_137	21928	7635.36	2102.61	75176.2	23401.1
E_103y_SLV_q=1_138	21928	3100.15	5857.39	26039.3	73552.6
E_103z_SLV_q=1_139	23243	3100.15	2102.61	26039.3	23401.1
E_103x_SLD_q=1_140	21542.4	3827.79	1181.33	41548.3	13901.9
E_103y_SLD_q=1_141	21542.4	1555.04	3189.3	14742.4	43097.2
E_103z_SLD_q=1_142	21957.8	1555.04	1181.33	14742.4	13901.9

 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 – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805003	REV. B

6.1.3 Configurazione 3

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA						
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv	
A1_SLU_gr1_Treno_143	18405.9	837.375	1232.51	3457.16	5942.29	
A1_SLU_gr2_Scarico_144	12352.8	0	1014.6	2315.38	5194.84	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	18405.9	1674.75	776.027	3833.98	3367.74	
A1_SLU_gr4_centrif_146	17107.1	1339.8	1003.16	3503.81	4761.55	
A1_SLU_gr1+vento_147	18405.9	843.127	1678.94	3457.16	7768.93	
A1_SLU_gr2+vento_148	12352.8	5.75152	1461.03	2315.38	7021.48	
A1_SLU_gr3+vento_149	18405.9	1680.5	1222.46	3833.98	5194.37	
A1_SLU_gr4+vento_150	17107.1	1345.55	1449.6	3503.81	6588.19	
A1_SLU_vento_gr1_151	17107.1	679.486	1692.66	3202.36	7781.39	
A1_SLU_vento_gr2_152	12264.7	9.58586	1553.2	2288.93	7199.13	
A1_SLU_vento_gr3_153	17107.1	1349.39	1327.48	3503.81	5721.75	
A1_SLU_vento_gr4_154	17107.1	1349.39	1747.22	3503.81	7805.95	
SLE_rar_gr1_Treno_156	12871.3	577.5	794.291	2389.75	4073.06	
SLE_rar_gr2_Scarico_157	8696.74	0	694.103	1602.32	3580.12	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	12871.3	1155	479.477	2649.63	2297.5	
SLE_rar_gr4_centrif_159	11975.6	924	646.869	2421.93	3263.59	
SLE_rar_gr1+vento_160	12871.3	581.334	1091.92	2389.75	5290.82	
SLE_rar_gr2+vento_161	8696.74	3.83434	991.727	1602.32	4797.88	
SLE_rar_gr3+vento_162	12871.3	1158.83	777.101	2649.63	3515.26	
SLE_rar_gr4+vento_163	11975.6	927.834	944.493	2421.93	4481.35	
SLE_rar_vento_gr1_164	11975.6	468.391	1114.28	2214.03	5280.31	
SLE_rar_vento_gr2_165	8635.94	6.39057	1050.15	1584.08	4893.17	
SLE_rar_vento_gr3_166	11975.6	930.391	862.424	2421.93	3859.86	
SLE_rar_vento_gr4_167	11975.6	930.391	1142.91	2421.93	5293.19	
SLE_fre_gr1_Treno_169	11975.6	462	599.147	2214.03	3242.12	
SLE_fre_gr2_Scarico_170	8635.94	0	545.713	1584.08	2859.79	
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	11975.6	924	347.295	2421.93	1821.68	
SLE_fre_gr4_centrif_172	11975.6	924	623.008	2421.93	3252.86	
SLE_fre_gr1+vento_173	11975.6	463.278	698.355	2214.03	3648.04	
SLE_fre_gr2+vento_174	8635.94	1.27811	644.921	1584.08	3265.71	
SLE_fre_gr3+vento_175	11975.6	925.278	446.503	2421.93	2227.59	
SLE_fre_gr4+vento_176	11975.6	925.278	722.216	2421.93	3658.78	
SLE_fre_vento_gr1_177	8392.74	3.19529	295.668	1511.12	1036.24	

SLE_fre_vento_gr2_178	8392.74	3.19529	295.668	1511.12	1036.24
SLE_fre_vento_gr3_179	8392.74	3.19529	295.668	1511.12	1036.24
SLE_fre_vento_gr4_180	8392.74	3.19529	295.668	1511.12	1036.24
SLE_fre_gr1_temp181	8392.74	1.27811	156.386	1511.12	431.649
SLE_fre_gr2_temp182	8392.74	1.27811	156.386	1511.12	431.649
SLE_fre_gr3_temp183	8392.74	1.27811	156.386	1511.12	431.649
SLE_fre_gr3_temp184	8392.74	1.27811	156.386	1511.12	431.649
SLE_qp_gr1_Treno_186	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr2_Scarico_187	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr4_centrif_189	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr1+vento_190	8392.74	1.27811	146.856	1511.12	427.361
SLE_qp_gr2+vento_191	8392.74	1.27811	146.856	1511.12	427.361
SLE_qp_gr3+vento_192	8392.74	1.27811	146.856	1511.12	427.361
SLE_qp_gr4+vento_193	8392.74	1.27811	146.856	1511.12	427.361
SLE_qp_vento_gr1_194	8392.74	1.27811	146.856	1511.12	427.361
SLE_qp_vento_gr2_195	8392.74	1.27811	146.856	1511.12	427.361
SLE_qp_vento_gr3_196	8392.74	1.27811	146.856	1511.12	427.361
SLE_qp_vento_gr4_197	8392.74	1.27811	146.856	1511.12	427.361
SLE_qp_gr1_temp198	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr2_temp199	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_temp200	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_temp201	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
E_103x_SLV_q=1.5_202	8820.11	4320.98	1219.97	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	8820.11	1297.19	3723.9	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	9817.32	1297.19	1219.97	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	8820.11	4752.95	1327.28	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	8820.11	1426.78	4081.6	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	9817.32	1426.78	1327.28	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	8820.11	6480.15	1756.05	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	8820.11	1944.94	5510.83	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	9817.32	1944.94	1756.05	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	8523.17	3248.06	1007.41	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	8523.17	975.314	3015.38	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	8827.51	975.314	1007.41	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	23410.8	837.375	1232.51	10407.4	16172.1
A1_SLU_gr2_Scarico_144	17357.7	0	1014.6	2315.38	13616
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	23410.8	1674.75	776.027	17734.4	9808.76
A1_SLU_gr4_centrif_146	22112	1339.8	1003.16	14624.2	13087.8
A1_SLU_gr1+vento_147	23410.8	843.127	1678.94	10455.1	21704.2
A1_SLU_gr2+vento_148	17357.7	5.75152	1461.03	2363.12	19148.1
A1_SLU_gr3+vento_149	23410.8	1680.5	1222.46	17782.1	15340.8
A1_SLU_gr4+vento_150	22112	1345.55	1449.6	14671.9	18619.8
A1_SLU_vento_gr1_151	22112	679.486	1692.66	8842.09	21830.5
A1_SLU_vento_gr2_152	17269.5	9.58586	1553.2	2368.49	20090.7
A1_SLU_vento_gr3_153	22112	1349.39	1327.48	14703.7	16739.8
A1_SLU_vento_gr4_154	22112	1349.39	1747.22	14703.7	22307.9
SLE_rar_gr1_Treno_156	16578.6	577.5	794.291	7183	10665.7
SLE_rar_gr2_Scarico_157	12404.1	0	694.103	1602.32	9341.17
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	16578.6	1155	479.477	12236.1	6277.16
SLE_rar_gr4_centrif_159	15682.9	924	646.869	10091.1	8632.6
SLE_rar_gr1+vento_160	16578.6	581.334	1091.92	7214.83	14353.7
SLE_rar_gr2+vento_161	12404.1	3.83434	991.727	1634.14	13029.2
SLE_rar_gr3+vento_162	16578.6	1158.83	777.101	12268	9965.2
SLE_rar_gr4+vento_163	15682.9	927.834	944.493	10123	12320.6
SLE_rar_vento_gr1_164	15682.9	468.391	1114.28	6101.67	14528.8
SLE_rar_vento_gr2_165	12343.3	6.39057	1050.15	1637.12	13609.5
SLE_rar_vento_gr3_166	15682.9	930.391	862.424	10144.2	11018
SLE_rar_vento_gr4_167	15682.9	930.391	1142.91	10144.2	14779.3
SLE_fre_gr1_Treno_169	15682.9	462	599.147	6048.63	8215.04
SLE_fre_gr2_Scarico_170	12343.3	0	545.713	1584.08	7389.21
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	15682.9	924	347.295	10091.1	4704.23
SLE_fre_gr4_centrif_172	15682.9	924	623.008	10091.1	8423.82
SLE_fre_gr1+vento_173	15682.9	463.278	698.355	6059.24	9444.38
SLE_fre_gr2+vento_174	12343.3	1.27811	644.921	1594.69	8618.55
SLE_fre_gr3+vento_175	15682.9	925.278	446.503	10101.7	5933.57
SLE_fre_gr4+vento_176	15682.9	925.278	722.216	10101.7	9653.17
SLE_fre_vento_gr1_177	12100.1	3.19529	295.668	1537.64	3490.29

SLE_fre_vento_gr2_178	12100.1	3.19529	295.668	1537.64	3490.29
SLE_fre_vento_gr3_179	12100.1	3.19529	295.668	1537.64	3490.29
SLE_fre_vento_gr4_180	12100.1	3.19529	295.668	1537.64	3490.29
SLE_fre_gr1_temp181	12100.1	1.27811	156.386	1521.73	1729.65
SLE_fre_gr2_temp182	12100.1	1.27811	156.386	1521.73	1729.65
SLE_fre_gr3_temp183	12100.1	1.27811	156.386	1521.73	1729.65
SLE_fre_gr3_temp184	12100.1	1.27811	156.386	1521.73	1729.65
SLE_qp_gr1_Treno_186	12100.1	0	47.6481	1511.12	416.921
SLE_qp_gr2_Scarico_187	12100.1	0	47.6481	1511.12	416.921
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	12100.1	0	47.6481	1511.12	416.921
SLE_qp_gr4_centrif_189	12100.1	0	47.6481	1511.12	416.921
SLE_qp_gr1+vento_190	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27
SLE_qp_gr2+vento_191	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27
SLE_qp_gr3+vento_192	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27
SLE_qp_gr4+vento_193	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27
SLE_qp_vento_gr1_194	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27
SLE_qp_vento_gr2_195	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27
SLE_qp_vento_gr3_196	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27
SLE_qp_vento_gr4_197	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27
SLE_qp_gr1_temp198	12100.1	0	47.6481	1511.12	416.921
SLE_qp_gr2_temp199	12100.1	0	47.6481	1511.12	416.921
SLE_qp_gr3_temp200	12100.1	0	47.6481	1511.12	416.921
SLE_qp_gr3_temp201	12100.1	0	47.6481	1511.12	416.921
E_103x_SLV_q=1.5_202	12527.4	4320.98	1219.97	35350.6	11538.1
E_103y_SLV_q=1.5_203	12527.4	1297.19	3723.9	11663	37463.2
E_103z_SLV_q=1.5_204	13524.6	1297.19	1219.97	11663	11538.1
E_103x_SLV_q=1.36_205	12527.4	4752.95	1327.28	38734.6	12649.2
E_103y_SLV_q=1.36_206	12527.4	1426.78	4081.6	12678.2	41166.8
E_103z_SLV_q=1.36_207	13524.6	1426.78	1327.28	12678.2	12649.2
E_103x_SLV_q=1_208	12527.4	6480.15	1756.05	52270.1	17093.3
E_103y_SLV_q=1_209	12527.4	1944.94	5510.83	16738.8	55980.4
E_103z_SLV_q=1_210	13524.6	1944.94	1756.05	16738.8	17093.3
E_103x_SLD_q=1_211	12230.5	3248.06	1007.41	30064.9	10357.9
E_103y_SLD_q=1_212	12230.5	975.314	3015.38	10077.2	33529.3
E_103z_SLD_q=1_213	12534.8	975.314	1007.41	10077.2	10357.9

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	35917.7	837.375	1232.51	12919.5	19869.6
A1_SLU_gr2_Scarico_144	29864.6	0	1014.6	2315.38	16659.8
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	35917.7	1674.75	776.027	22758.7	12136.8
A1_SLU_gr4_centrif_146	34618.9	1339.8	1003.16	18643.6	16097.3
A1_SLU_gr1+vento_147	35917.7	843.127	1678.94	12984.5	26741
A1_SLU_gr2+vento_148	29864.6	5.75152	1461.03	2380.37	23531.2
A1_SLU_gr3+vento_149	35917.7	1680.5	1222.46	22823.6	19008.2
A1_SLU_gr4+vento_150	34618.9	1345.55	1449.6	18708.5	22968.6
A1_SLU_vento_gr1_151	34618.9	679.486	1692.66	10880.5	26908.5
A1_SLU_vento_gr2_152	29776.4	9.58586	1553.2	2397.25	24750.3
A1_SLU_vento_gr3_153	34618.9	1349.39	1327.48	18751.9	20722.2
A1_SLU_vento_gr4_154	34618.9	1349.39	1747.22	18751.9	27549.5
SLE_rar_gr1_Treno_156	25842.9	577.5	794.291	8915.5	13048.6
SLE_rar_gr2_Scarico_157	21668.4	0	694.103	1602.32	11423.5
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	25842.9	1155	479.477	15701.1	7715.59
SLE_rar_gr4_centrif_159	24947.2	924	646.869	12863.1	10573.2
SLE_rar_gr1+vento_160	25842.9	581.334	1091.92	8958.83	17629.5
SLE_rar_gr2+vento_161	21668.4	3.83434	991.727	1645.65	16004.4
SLE_rar_gr3+vento_162	25842.9	1158.83	777.101	15744.5	12296.5
SLE_rar_gr4+vento_163	24947.2	927.834	944.493	12906.5	15154.1
SLE_rar_vento_gr1_164	24947.2	468.391	1114.28	7506.84	17871.6
SLE_rar_vento_gr2_165	21607.6	6.39057	1050.15	1656.29	16759.9
SLE_rar_vento_gr3_166	24947.2	930.391	862.424	12935.3	13605.3
SLE_rar_vento_gr4_167	24947.2	930.391	1142.91	12935.3	18208.1
SLE_fre_gr1_Treno_169	24947.2	462	599.147	7434.63	10012.5
SLE_fre_gr2_Scarico_170	21607.6	0	545.713	1584.08	9026.35
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	24947.2	924	347.295	12863.1	5746.11
SLE_fre_gr4_centrif_172	24947.2	924	623.008	12863.1	10292.8
SLE_fre_gr1+vento_173	24947.2	463.278	698.355	7449.07	11539.4
SLE_fre_gr2+vento_174	21607.6	1.27811	644.921	1598.52	10553.3
SLE_fre_gr3+vento_175	24947.2	925.278	446.503	12877.6	7273.08
SLE_fre_gr4+vento_176	24947.2	925.278	722.216	12877.6	11819.8
SLE_fre_vento_gr1_177	21364.4	3.19529	295.668	1547.22	4377.29

SLE_fre_vento_gr2_178	21364.4	3.19529	295.668	1547.22	4377.29
SLE_fre_vento_gr3_179	21364.4	3.19529	295.668	1547.22	4377.29
SLE_fre_vento_gr4_180	21364.4	3.19529	295.668	1547.22	4377.29
SLE_fre_gr1_temp181	21364.4	1.27811	156.386	1525.56	2198.81
SLE_fre_gr2_temp182	21364.4	1.27811	156.386	1525.56	2198.81
SLE_fre_gr3_temp183	21364.4	1.27811	156.386	1525.56	2198.81
SLE_fre_gr3_temp184	21364.4	1.27811	156.386	1525.56	2198.81
SLE_qp_gr1_Treno_186	21364.4	0	47.6481	1511.12	559.865
SLE_qp_gr2_Scarico_187	21364.4	0	47.6481	1511.12	559.865
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	21364.4	0	47.6481	1511.12	559.865
SLE_qp_gr4_centrif_189	21364.4	0	47.6481	1511.12	559.865
SLE_qp_gr1+vento_190	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83
SLE_qp_gr2+vento_191	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83
SLE_qp_gr3+vento_192	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83
SLE_qp_gr4+vento_193	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83
SLE_qp_vento_gr1_194	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83
SLE_qp_vento_gr2_195	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83
SLE_qp_vento_gr3_196	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83
SLE_qp_vento_gr4_197	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83
SLE_qp_gr1_temp198	21364.4	0	47.6481	1511.12	559.865
SLE_qp_gr2_temp199	21364.4	0	47.6481	1511.12	559.865
SLE_qp_gr3_temp200	21364.4	0	47.6481	1511.12	559.865
SLE_qp_gr3_temp201	21364.4	0	47.6481	1511.12	559.865
E_103x_SLV_q=1.5_202	21928	5476.19	1566.53	51779.2	16237.7
E_103y_SLV_q=1.5_203	21928	2452.4	4070.46	19020.2	49674.6
E_103z_SLV_q=1.5_204	23243	2452.4	1566.53	19020.2	16237.7
E_103x_SLV_q=1.36_205	21928	5908.16	1673.84	56459.1	17670.7
E_103y_SLV_q=1.36_206	21928	2581.99	4428.16	20424.1	54451.3
E_103z_SLV_q=1.36_207	23243	2581.99	1673.84	20424.1	17670.7
E_103x_SLV_q=1_208	21928	7635.36	2102.61	75176.2	23401.1
E_103y_SLV_q=1_209	21928	3100.15	5857.39	26039.3	73552.6
E_103z_SLV_q=1_210	23243	3100.15	2102.61	26039.3	23401.1
E_103x_SLD_q=1_211	21542.4	3827.79	1181.33	41548.3	13901.9
E_103y_SLD_q=1_212	21542.4	1555.04	3189.3	14742.4	43097.2
E_103z_SLD_q=1_213	21957.8	1555.04	1181.33	14742.4	13901.9

 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 – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805003	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		12871.3	577.5	794.291	2389.75	4073.06
SLE_rar_gr3+vento_20		12871.3	1158.83	777.101	2649.63	3515.26
SLE_rar_vento_gr4_25		11975.6	930.391	1142.91	2421.93	5293.19
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		12871.3	1155	479.477	2649.63	2297.5
SLE_rar_vento_gr4_25		11975.6	930.391	1142.91	2421.93	5293.19
SLE_rar_gr4_centrif_17		11975.6	924	646.869	2421.93	3263.59
SLE_rar_vento_gr4_25		11975.6	930.391	646.869	2421.93	5293.19
SLE_rar_vento_gr4_25		11975.6	930.391	1142.91	2421.93	5293.19
SLE_rar_gr4_centrif_17		11975.6	924	646.869	2421.93	3263.59
SLE_rar_vento_gr4_25		11975.6	930.391	1142.91	2421.93	5293.19
SLE_qp_gr1_Treno_44		8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr1+vento_48		8392.74	1.27811	146.856	1511.12	427.361
SLE_qp_gr1+vento_48		8392.74	1.27811	146.856	1511.12	427.361
SLE_qp_gr1_Treno_44		8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr1+vento_48		8392.74	1.27811	146.856	1511.12	427.361
E_103x_SLD_q=1_69		8535.3	3055.47	905.463	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		8535.3	917.535	2675.55	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		8867.94	917.535	905.463	0	0

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	16578.6	577.5	794.291	7183	10665.7	
SLE_rar_gr3+vento_20	16578.6	1158.83	777.101	12268	9965.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	15682.9	930.391	1142.91	10144.2	14779.3	
SLE_rar_gr3+vento_20	16578.6	1158.83	777.101	12268	9965.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	15682.9	930.391	1142.91	10144.2	14779.3	
SLE_rar_gr4_centrif_17	15682.9	924	646.869	10091.1	8632.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	15682.9	930.391	1142.91	10144.2	14779.3	
SLE_rar_vento_gr4_25	15682.9	930.391	1142.91	10144.2	14779.3	
SLE_rar_vento_gr4_25	15682.9	930.391	1142.91	10144.2	14779.3	
SLE_rar_vento_gr4_25	15682.9	930.391	1142.91	10144.2	14779.3	
SLE_qp_gr1_Treno_44	12100.1	0	47.6481	1511.12	416.921	
SLE_qp_gr1+vento_48	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27	
SLE_qp_gr1+vento_48	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27	
SLE_qp_gr1+vento_48	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27	
SLE_qp_gr1+vento_48	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27	
E_103x_SLD_q=1_69	12242.6	3055.47	905.463	25438.9	8283.7	
E_103y_SLD_q=1_70	12242.6	917.535	2675.55	8689.47	26615.1	
E_103z_SLD_q=1_71	12575.3	917.535	905.463	8689.47	8283.7	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	25842.9	577.5	794.291	8915.5	13048.6	
SLE_rar_gr3+vento_20	25842.9	1158.83	777.101	15744.5	12296.5	
SLE_rar_vento_gr4_25	24947.2	930.391	1142.91	12935.3	18208.1	
SLE_rar_gr3+vento_20	25842.9	1158.83	777.101	15744.5	12296.5	
SLE_rar_vento_gr4_25	24947.2	930.391	1142.91	12935.3	18208.1	
SLE_rar_gr4_centrif_17	24947.2	924	646.869	12863.1	10573.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	24947.2	930.391	1142.91	12935.3	18208.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	24947.2	930.391	1142.91	12935.3	18208.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	24947.2	930.391	1142.91	12935.3	18208.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	24947.2	930.391	1142.91	12935.3	18208.1	
SLE_qp_gr1_Treno_44	21364.4	0	47.6481	1511.12	559.865	
SLE_qp_gr1+vento_48	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83	
SLE_qp_gr1+vento_48	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83	
SLE_qp_gr1+vento_48	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83	
SLE_qp_gr1+vento_48	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83	
E_103x_SLD_q=1_69	21554.6	3635.2	1079.38	36344.5	11521.8	
E_103y_SLD_q=1_70	21554.6	1497.27	2849.47	13181.3	35163.5	
E_103z_SLD_q=1_71	21998.3	1497.27	1079.38	13181.3	11521.8	

Configurazione2

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85		11435.1	577.5	759.824	5421.84	3913.93	
SLE_rar_gr3+vento_91		11435.1	1158.83	742.633	5681.71	3356.14	
SLE_rar_vento_gr4_96		10826.6	930.391	1115.33	4847.59	5165.89	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87		11435.1	1155	445.009	5681.71	2138.38	
SLE_rar_vento_gr4_96		10826.6	930.391	1115.33	4847.59	5165.89	
SLE_rar_gr4_centrif_88		10826.6	924	619.294	4847.59	3136.29	
SLE_rar_vento_gr4_96		10826.6	930.391	1115.33	4847.59	5165.89	
SLE_rar_vento_gr4_96		10826.6	930.391	1115.33	4847.59	5165.89	
SLE_rar_gr4_centrif_88		10826.6	924	619.294	4847.59	3136.29	
SLE_rar_vento_gr4_96		10826.6	930.391	1115.33	4847.59	5165.89	
SLE_qp_gr1_Treno_115		8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416	
SLE_qp_gr1+vento_119		8392.74	1.27811	146.856	1511.12	427.361	
SLE_qp_gr1+vento_119		8392.74	1.27811	146.856	1511.12	427.361	
SLE_qp_gr1_Treno_115		8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416	
SLE_qp_gr1+vento_119		8392.74	1.27811	146.856	1511.12	427.361	
E_103x_SLD_q=1_140		8523.17	3248.06	1007.41	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141		8523.17	975.314	3015.38	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142		8827.51	975.314	1007.41	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	15142.4	577.5	794.291	7183	10665.7	
SLE_rar_gr3+vento_91	15142.4	1158.83	742.633	15300	9519.99	
SLE_rar_vento_gr4_96	14534	930.391	1115.33	12569.8	14423.2	
SLE_rar_gr3+vento_91	15142.4	1158.83	742.633	15300	9519.99	
SLE_rar_vento_gr4_96	14534	930.391	1115.33	12569.8	14423.2	
SLE_rar_gr4_centrif_88	14534	924	619.294	12516.8	8276.44	
SLE_rar_vento_gr4_96	14534	930.391	1115.33	12569.8	14423.2	
SLE_rar_vento_gr4_96	14534	930.391	1115.33	12569.8	14423.2	
SLE_rar_vento_gr4_96	14534	930.391	1115.33	12569.8	14423.2	
SLE_rar_vento_gr4_96	14534	930.391	1115.33	12569.8	14423.2	
SLE_qp_gr1_Treno_115	12100.1	0	47.6481	1511.12	416.921	
SLE_qp_gr1+vento_119	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27	
SLE_qp_gr1+vento_119	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27	
SLE_qp_gr1+vento_119	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27	
SLE_qp_gr1+vento_119	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27	
E_103x_SLD_q=1_140	12230.5	3248.06	1007.41	30064.9	10357.9	
E_103y_SLD_q=1_141	12230.5	975.314	3015.38	10077.2	33529.3	
E_103z_SLD_q=1_142	12534.8	975.314	1007.41	10077.2	10357.9	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	24406.8	577.5	794.291	8915.5	13048.6	
SLE_rar_gr3+vento_91	24406.8	1158.83	742.633	18776.5	11747.9	
SLE_rar_vento_gr4_96	23798.3	930.391	1115.33	15361	17769.2	
SLE_rar_gr3+vento_91	24406.8	1158.83	742.633	18776.5	11747.9	
SLE_rar_vento_gr4_96	23798.3	930.391	1115.33	15361	17769.2	
SLE_rar_gr4_centrif_88	23798.3	924	619.294	15288.8	10134.3	
SLE_rar_vento_gr4_96	23798.3	930.391	1115.33	15361	17769.2	
SLE_rar_vento_gr4_96	23798.3	930.391	1115.33	15361	17769.2	
SLE_rar_vento_gr4_96	23798.3	930.391	1115.33	15361	17769.2	
SLE_rar_vento_gr4_96	23798.3	930.391	1115.33	15361	17769.2	
SLE_qp_gr1_Treno_115	21364.4	0	47.6481	1511.12	559.865	
SLE_qp_gr1+vento_119	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83	
SLE_qp_gr1+vento_119	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83	
SLE_qp_gr1+vento_119	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83	
SLE_qp_gr1+vento_119	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83	
E_103x_SLD_q=1_140	21542.4	3827.79	1181.33	41548.3	13901.9	
E_103y_SLD_q=1_141	21542.4	1555.04	3189.3	14742.4	43097.2	
E_103z_SLD_q=1_142	21957.8	1555.04	1181.33	14742.4	13901.9	

Configurazione3

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156		12871.3	577.5	794.291	2389.75	4073.06	
SLE_rar_gr3+vento_162		12871.3	1158.83	777.101	2649.63	3515.26	
SLE_rar_vento_gr4_167		11975.6	930.391	1142.91	2421.93	5293.19	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158		12871.3	1155	479.477	2649.63	2297.5	
SLE_rar_vento_gr4_167		11975.6	930.391	1142.91	2421.93	5293.19	
SLE_rar_gr4_centrif_159		11975.6	924	646.869	2421.93	3263.59	
SLE_rar_vento_gr4_167		11975.6	930.391	1142.91	2421.93	5293.19	
SLE_rar_vento_gr4_167		11975.6	930.391	1142.91	2421.93	5293.19	
SLE_rar_gr4_centrif_159		11975.6	924	646.869	2421.93	3263.59	
SLE_rar_vento_gr4_167		11975.6	930.391	1142.91	2421.93	5293.19	
SLE_qp_gr1_Treno_186		8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416	
SLE_qp_gr1+vento_190		8392.74	1.27811	146.856	1511.12	427.361	
SLE_qp_gr1+vento_190		8392.74	1.27811	146.856	1511.12	427.361	
SLE_qp_gr1_Treno_186		8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416	
SLE_qp_gr1+vento_190		8392.74	1.27811	146.856	146.856	427.361	
E_103x_SLD_q=1_211		8523.17	3248.06	1007.41	0	0	
E_103y_SLD_q=1_212		8523.17	975.314	3015.38	0	0	
E_103z_SLD_q=1_213		8827.51	975.314	1007.41	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	16578.6	577.5	794.291	7183	10665.7	
SLE_rar_gr3+vento_162	16578.6	1158.83	777.101	12268	9965.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	15682.9	930.391	1142.91	10144.2	14779.3	
SLE_rar_gr3+vento_162	16578.6	1158.83	777.101	12268	9965.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	15682.9	930.391	1142.91	10144.2	14779.3	
SLE_rar_gr4_centrif_159	15682.9	924	646.869	10091.1	8632.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	15682.9	930.391	1142.91	10144.2	14779.3	
SLE_rar_vento_gr4_167	15682.9	930.391	1142.91	10144.2	14779.3	
SLE_rar_vento_gr4_167	15682.9	930.391	1142.91	10144.2	14779.3	
SLE_rar_vento_gr4_167	15682.9	930.391	1142.91	10144.2	14779.3	
SLE_qp_gr1_Treno_186	12100.1	0	47.6481	1511.12	416.921	
SLE_qp_gr1+vento_190	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27	
SLE_qp_gr1+vento_190	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27	
SLE_qp_gr1+vento_190	12100.1	1.27811	146.856	1521.73	1646.27	
SLE_qp_gr1+vento_190	12100.1	1.27811	146.856	146.856	1646.27	
E_103x_SLD_q=1_211	12230.5	3248.06	1007.41	30064.9	10357.9	
E_103y_SLD_q=1_212	12230.5	975.314	3015.38	10077.2	33529.3	
E_103z_SLD_q=1_213	12534.8	975.314	1007.41	10077.2	10357.9	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	25842.9	577.5	794.291	8915.5	13048.6	
SLE_rar_gr3+vento_162	25842.9	1158.83	777.101	15744.5	12296.5	
SLE_rar_vento_gr4_167	24947.2	930.391	1142.91	12935.3	18208.1	
SLE_rar_gr3+vento_162	25842.9	1158.83	777.101	15744.5	12296.5	
SLE_rar_vento_gr4_167	24947.2	930.391	1142.91	12935.3	18208.1	
SLE_rar_gr4_centrif_159	24947.2	924	646.869	12863.1	10573.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	24947.2	930.391	1142.91	12935.3	18208.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	24947.2	930.391	1142.91	12935.3	18208.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	24947.2	930.391	1142.91	12935.3	18208.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	24947.2	930.391	1142.91	12935.3	18208.1	
SLE_qp_gr1_Treno_186	21364.4	0	47.6481	1511.12	559.865	
SLE_qp_gr1+vento_190	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83	
SLE_qp_gr1+vento_190	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83	
SLE_qp_gr1+vento_190	21364.4	1.27811	146.856	1525.56	2086.83	
SLE_qp_gr1+vento_190	21364.4	1.27811	146.856	146.856	2086.83	
E_103x_SLD_q=1_211	21542.4	3827.79	1181.33	41548.3	13901.9	
E_103y_SLD_q=1_212	21542.4	1555.04	3189.3	14742.4	43097.2	
E_103z_SLD_q=1_213	21957.8	1555.04	1181.33	14742.4	13901.9	

 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 – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805003	REV. B

6.2.2 Stati limiti ultimi

Configurazione1

TESTA PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1		18405.9	837.375	1232.51	3457.16	5942.29
A1_SLU_gr3+vento_7		18405.9	1680.5	1222.46	3833.98	5194.37
A1_SLU_vento_gr4_12		17107.1	1349.39	1747.22	3503.81	7805.95
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3		18405.9	1674.75	776.027	3833.98	3367.74
A1_SLU_vento_gr4_12		17107.1	1349.39	1747.22	3503.81	7805.95
E_103x_SLV_q=1.5_60		8820.11	4320.98	1219.97	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61		8820.11	1297.19	3723.9	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62		9817.32	1297.19	1219.97	0	0
E_103x_SLV_q=1_66		8820.11	6480.15	1756.05	0	0
E_103y_SLV_q=1_67		8820.11	1944.94	5510.83	0	0
E_103z_SLV_q=1_68		9817.32	1944.94	1756.05	0	0
BASE PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1		23410.8	837.375	1232.51	10407.4	16172.1
A1_SLU_gr3+vento_7		23410.8	1680.5	1222.46	17782.1	15340.8
A1_SLU_vento_gr4_12		22112	1349.39	1747.22	14703.7	22307.9
A1_SLU_gr3+vento_7		23410.8	1680.5	1222.46	17782.1	15340.8
A1_SLU_vento_gr4_12		22112	1349.39	1747.22	14703.7	22307.9
E_103x_SLV_q=1.5_60		12527.4	4320.98	1219.97	35350.6	11538.1
E_103y_SLV_q=1.5_61		12527.4	1297.19	3723.9	11663	37463.2
E_103z_SLV_q=1.5_62		13524.6	1297.19	1219.97	11663	11538.1
E_103x_SLV_q=1_66		12527.4	6480.15	1756.05	52270.1	17093.3
E_103y_SLV_q=1_67		12527.4	1944.94	5510.83	16738.8	55980.4
E_103z_SLV_q=1_68		13524.6	1944.94	1756.05	16738.8	17093.3
BASE FONDAZIONE						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1		35917.7	837.375	1232.51	12919.5	19869.6
A1_SLU_gr3+vento_7		35917.7	1680.5	1222.46	22823.6	19008.2
A1_SLU_vento_gr4_12		34618.9	1349.39	1747.22	18751.9	27549.5
A1_SLU_gr3+vento_7		35917.7	1680.5	1222.46	22823.6	19008.2
A1_SLU_vento_gr4_12		34618.9	1349.39	1747.22	18751.9	27549.5
E_103x_SLV_q=1.36_63		21928	5908.16	1673.84	56459.1	17670.7
E_103y_SLV_q=1.36_64		21928	2581.99	4428.16	20424.1	54451.3
E_103z_SLV_q=1.36_65		23243	2581.99	1673.84	20424.1	17670.7
E_103x_SLV_q=1_66		21928	7635.36	2102.61	75176.2	23401.1
E_103y_SLV_q=1_67		21928	3100.15	5857.39	26039.3	73552.6
E_103z_SLV_q=1_68		23243	3100.15	2102.61	26039.3	23401.1

Configurazione2

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	16323.5	837.375	1157.54	7853.68	5700.31	
A1_SLU_gr3+vento_78	16323.5	1680.5	1147.5	8230.5	4952.39	
A1_SLU_vento_gr4_83	15441.2	1349.39	1687.25	7021.03	7612.36	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	16323.5	1674.75	701.059	8230.5	3125.76	
A1_SLU_vento_gr4_83	15441.2	1349.39	1687.25	7021.03	7612.36	
E_103x_SLV_q=1.5_131	8820.11	4320.98	1219.97	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_132	8820.11	1297.19	3723.9	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_133	9817.32	1297.19	1219.97	0	0	
E_103x_SLV_q=1_137	8820.11	6480.15	1756.05	0	0	
E_103y_SLV_q=1_138	8820.11	1944.94	5510.83	0	0	
E_103z_SLV_q=1_139	9817.32	1944.94	1756.05	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	21328.3	837.375	1157.54	14803.9	15307.9	
A1_SLU_gr3+vento_78	21328.3	1680.5	1147.5	22178.7	14476.6	
A1_SLU_vento_gr4_83	20446.1	1349.39	1687.25	18220.9	21616.5	
A1_SLU_gr3+vento_78	21328.3	1680.5	1147.5	22178.7	14476.6	
A1_SLU_vento_gr4_83	20446.1	1349.39	1687.25	18220.9	21616.5	
E_103x_SLV_q=1.5_131	12527.4	4320.98	1219.97	35350.6	11538.1	
E_103y_SLV_q=1.5_132	12527.4	1297.19	3723.9	11663	37463.2	
E_103z_SLV_q=1.5_133	13524.6	1297.19	1219.97	11663	11538.1	
E_103x_SLV_q=1_137	12527.4	6480.15	1756.05	52270.1	17093.3	
E_103y_SLV_q=1_138	12527.4	1944.94	5510.83	16738.8	55980.4	
E_103z_SLV_q=1_139	13524.6	1944.94	1756.05	16738.8	17093.3	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	33835.2	837.375	1157.54	17316	18780.5	
A1_SLU_gr3+vento_78	33835.2	1680.5	1147.5	27220.2	17919.1	
A1_SLU_vento_gr4_83	32952.9	1349.39	1687.25	22269.1	26678.2	
A1_SLU_gr3+vento_78	33835.2	1680.5	1147.5	27220.2	17919.1	
A1_SLU_vento_gr4_83	32952.9	1349.39	1687.25	22269.1	26678.2	
E_103x_SLV_q=1.36_134	21928	5908.16	1673.84	56459.1	17670.7	
E_103y_SLV_q=1.36_135	21928	2581.99	4428.16	20424.1	54451.3	
E_103z_SLV_q=1.36_136	23243	2581.99	1673.84	20424.1	17670.7	
E_103x_SLV_q=1_137	21928	7635.36	2102.61	75176.2	23401.1	
E_103y_SLV_q=1_138	21928	3100.15	5857.39	26039.3	73552.6	
E_103z_SLV_q=1_139	23243	3100.15	2102.61	26039.3	23401.1	

Configurazione3

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	18405.9	837.375	1232.51	3457.16	5942.29	
A1_SLU_gr3+vento_149	18405.9	1680.5	1222.46	3833.98	5194.37	
A1_SLU_vento_gr4_154	17107.1	1349.39	1747.22	3503.81	7805.95	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	18405.9	1674.75	776.027	3833.98	3367.74	
A1_SLU_vento_gr4_154	17107.1	1349.39	1747.22	3503.81	7805.95	
E_103x_SLV_q=1.5_202	8820.11	4320.98	1219.97	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_203	8820.11	1297.19	3723.9	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_204	9817.32	1297.19	1219.97	0	0	
E_103x_SLV_q=1_208	8820.11	6480.15	1756.05	0	0	
E_103y_SLV_q=1_209	8820.11	1944.94	5510.83	0	0	
E_103z_SLV_q=1_210	9817.32	1944.94	1756.05	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	23410.8	837.375	1232.51	10407.4	16172.1	
A1_SLU_gr3+vento_149	23410.8	1680.5	1222.46	17782.1	15340.8	
A1_SLU_vento_gr4_154	22112	1349.39	1747.22	14703.7	22307.9	
A1_SLU_gr3+vento_149	23410.8	1680.5	1222.46	17782.1	15340.8	
A1_SLU_vento_gr4_154	22112	1349.39	1747.22	14703.7	22307.9	
E_103x_SLV_q=1.5_202	12527.4	4320.98	1219.97	35350.6	11538.1	
E_103y_SLV_q=1.5_203	12527.4	1297.19	3723.9	11663	37463.2	
E_103z_SLV_q=1.5_204	13524.6	1297.19	1219.97	11663	11538.1	
E_103x_SLV_q=1_208	12527.4	6480.15	1756.05	52270.1	17093.3	
E_103y_SLV_q=1_209	12527.4	1944.94	5510.83	16738.8	55980.4	
E_103z_SLV_q=1_210	13524.6	1944.94	1756.05	16738.8	17093.3	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	35917.7	837.375	1232.51	12919.5	19869.6	
A1_SLU_gr3+vento_149	35917.7	1680.5	1222.46	22823.6	19008.2	
A1_SLU_vento_gr4_154	34618.9	1349.39	1747.22	18751.9	27549.5	
A1_SLU_gr3+vento_149	35917.7	1680.5	1222.46	22823.6	19008.2	
A1_SLU_vento_gr4_154	34618.9	1349.39	1747.22	18751.9	27549.5	
E_103x_SLV_q=1.36_205	21928	5908.16	1673.84	56459.1	17670.7	
E_103y_SLV_q=1.36_206	21928	2581.99	4428.16	20424.1	54451.3	
E_103z_SLV_q=1.36_207	23243	2581.99	1673.84	20424.1	17670.7	
E_103x_SLV_q=1_208	21928	7635.36	2102.61	75176.2	23401.1	
E_103y_SLV_q=1_209	21928	3100.15	5857.39	26039.3	73552.6	
E_103z_SLV_q=1_210	23243	3100.15	2102.61	26039.3	23401.1	

 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					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805003	REV. B

7. VERIFICHE STRUTTURALI

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

elemento	arm. flessionale	staffe	c.f
fusto	140 Φ 26 interasse 15 cm*	Φ 12/20	8.7 cm
plinto	Trasv: 3 strati Φ 30/10 Long 3 strati Φ 30/10	-	8.7 cm
pali	36 Φ 30 interasse 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'iterasse 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 – P18	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805003	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 – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805003	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.

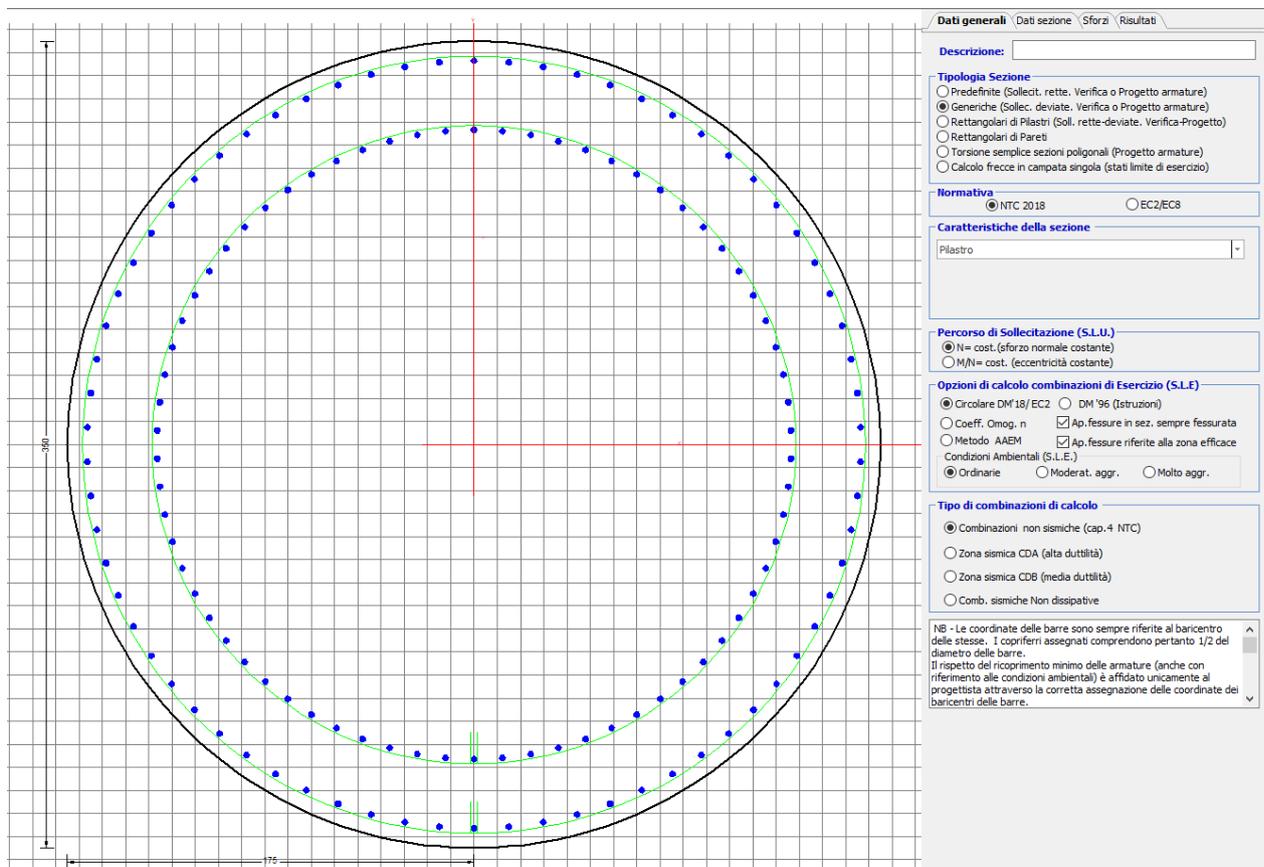


Figura 12 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 140 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:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -

Classe:	C32/40	
Resis. compr. di progetto fcd:	18.130	MPa
Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
Modulo Elastico Normale Ec:	3334.6	MPa
Resis. media a trazione fctm:	3.000	MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	176.00	daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300	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 circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro	Ordinata [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio	Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N°Barre	Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
Ø	Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	166.5	70	26
2	0.0	0.0	136.5	70	26

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X' // asse X coordinate

My

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

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

Vy

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

Vx

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

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

N°Comb.	N	MX	MY	VY	VX
1	23410.77	10407.37	16172.10	0.00	0.00
2	23410.77	17782.14	15340.81	0.00	0.00
3	22112.00	14703.71	22307.87	0.00	0.00
4	23410.77	17782.14	15340.81	0.00	0.00
5	22112.00	14703.71	22307.87	0.00	0.00
6	12527.44	35350.62	11538.11	0.00	0.00
7	12527.44	11662.97	37463.19	0.00	0.00
8	13524.64	11662.97	11538.11	0.00	0.00
9	21328.35	14803.90	15307.90	0.00	0.00
10	21328.35	22178.66	14476.61	0.00	0.00
11	20446.06	18220.93	21616.50	0.00	0.00
12	21328.35	22178.66	14476.61	0.00	0.00
13	20446.06	18220.93	21616.50	0.00	0.00
14	12527.44	35350.62	11538.11	0.00	0.00
15	12527.44	11662.97	37463.19	0.00	0.00
16	13524.64	11662.97	11538.11	0.00	0.00
17	23410.77	10407.37	16172.10	0.00	0.00
18	23410.77	17782.14	15340.81	0.00	0.00
19	22112.00	14703.71	22307.87	0.00	0.00
20	23410.77	17782.14	15340.81	0.00	0.00
21	22112.00	14703.71	22307.87	0.00	0.00
22	12527.44	35350.62	11538.11	0.00	0.00
23	12527.44	11662.97	37463.19	0.00	0.00
24	13524.64	11662.97	11538.11	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	16578.59	7183.00	10665.68
2	16578.59	12267.95	9965.20
3	15682.88	10144.17	14779.33
4	16578.59	12267.95	9965.20
5	15682.88	10144.17	14779.33
6	15142.43	7183.00	10665.68
7	15142.43	15300.04	9519.99
8	14533.96	12569.84	14423.17
9	15142.43	15300.04	9519.99
10	14533.96	12569.84	14423.17
11	16578.59	7183.00	10665.68
12	16578.59	12267.95	9965.20
13	15682.88	10144.17	14779.33
14	16578.59	12267.95	9965.20
15	15682.88	10144.17	14779.33
16	12242.62	25438.95	8283.70
17	12242.62	8689.47	26615.14
18	12575.26	8689.47	8283.70
19	12230.49	30064.88	10357.95

20	12230.49	10077.25	33529.31
21	12534.83	10077.25	10357.95
22	12230.49	30064.88	10357.95
23	12230.49	10077.25	33529.31
24	12534.83	10077.25	10357.95

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	15682.88	10091.13 (24746.56)	8632.60 (21169.80)
2	15682.88	10144.17 (14073.63)	14779.33 (20504.27)
3	15682.88	10144.17 (14073.63)	14779.33 (20504.27)
4	15682.88	10144.17 (14073.63)	14779.33 (20504.27)
5	15682.88	10144.17 (14073.63)	14779.33 (20504.27)
6	14533.96	12516.79 (22362.29)	8276.44 (14786.55)
7	14533.96	12569.84 (15004.74)	14423.17 (17217.08)
8	14533.96	12569.84 (15004.74)	14423.17 (17217.08)
9	14533.96	12569.84 (15004.74)	14423.17 (17217.08)
10	14533.96	12569.84 (15004.74)	14423.17 (17217.08)
11	15682.88	10091.13 (24746.56)	8632.60 (21169.80)
12	15682.88	10144.17 (14073.63)	14779.33 (20504.27)
13	15682.88	10144.17 (14073.63)	14779.33 (20504.27)
14	15682.88	10144.17 (14073.63)	14779.33 (20504.27)
15	15682.88	10144.17 (14073.63)	14779.33 (20504.27)

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	12100.06	1511.12 (7278.26)	416.92 (0.00)
2	12100.06	1521.73 (0.00)	1646.27 (0.00)
3	12100.06	1521.73 (0.00)	1646.27 (0.00)
4	12100.06	1521.73 (0.00)	1646.27 (0.00)
5	12100.06	1521.73 (0.00)	1646.27 (0.00)
6	12100.06	1511.12 (0.00)	416.92 (0.00)
7	12100.06	1521.73 (0.00)	1646.27 (0.00)
8	12100.06	1521.73 (0.00)	1646.27 (0.00)
9	12100.06	1521.73 (0.00)	1646.27 (0.00)
10	12100.06	1521.73 (0.00)	1646.27 (0.00)
11	12100.06	1511.12 (0.00)	416.92 (0.00)
12	12100.06	1521.73 (0.00)	1646.27 (0.00)
13	12100.06	1521.73 (0.00)	1646.27 (0.00)
14	12100.06	1521.73 (0.00)	1646.27 (0.00)
15	12100.06	146.86 (0.00)	1646.27 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 9.6 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
MX Componente X del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.
MY Componente Y del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
MX Res Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. inerzia)
MY Res Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. inerzia)
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	MX	MY	N Res	MX Res	MY Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	23410.77	10407.37	16172.10	23410.85	34691.42(34691.42)	53900.23(53900.23)	3.33743.3(288.6)	
2	S	23410.77	17782.14	15340.81	23410.76	48531.96(48531.96)	41871.66(41871.66)	2.73743.3(288.6)	
3	S	22112.00	14703.71	22307.87	22112.10	34683.98(34683.98)	52621.60(52621.60)	2.36743.3(288.6)	
4	S	23410.77	17782.14	15340.81	23410.76	48531.96(48531.96)	41871.66(41871.66)	2.73743.3(288.6)	
5	S	22112.00	14703.71	22307.87	22112.10	34683.98(34683.98)	52621.60(52621.60)	2.36743.3(288.6)	
6	S	12527.44	35350.62	11538.11	12527.45	51631.30(51631.30)	16852.26(16852.26)	1.46743.3(288.6)	
7	S	12527.44	11662.97	37463.19	12527.38	16144.24(16144.24)	51861.45(51861.45)	1.38743.3(288.6)	
8	S	13524.64	11662.97	11538.11	13524.44	39308.91(39308.91)	38879.88(38879.88)	3.37743.3(288.6)	
9	S	21328.35	14803.90	15307.90	21328.20	43360.58(43360.58)	44829.92(44829.92)	2.93743.3(288.6)	
10	S	21328.35	22178.66	14476.61	21328.61	52228.37(52228.37)	34094.99(34094.99)	2.35743.3(288.6)	
11	S	20446.06	18220.93	21616.50	20446.19	39712.76(39712.76)	47110.10(47110.10)	2.18743.3(288.6)	
12	S	21328.35	22178.66	14476.61	21328.61	52228.37(52228.37)	34094.99(34094.99)	2.35743.3(288.6)	
13	S	20446.06	18220.93	21616.50	20446.19	39712.76(39712.76)	47110.10(47110.10)	2.18743.3(288.6)	
14	S	12527.44	35350.62	11538.11	12527.45	51631.30(51631.30)	16852.26(16852.26)	1.46743.3(288.6)	
15	S	12527.44	11662.97	37463.19	12527.38	16144.24(16144.24)	51861.45(51861.45)	1.38743.3(288.6)	
16	S	13524.64	11662.97	11538.11	13524.44	39308.91(39308.91)	38879.88(38879.88)	3.37743.3(288.6)	
17	S	23410.77	10407.37	16172.10	23410.85	34691.42(34691.42)	53900.23(53900.23)	3.33743.3(288.6)	
18	S	23410.77	17782.14	15340.81	23410.76	48531.96(48531.96)	41871.66(41871.66)	2.73743.3(288.6)	
19	S	22112.00	14703.71	22307.87	22112.10	34683.98(34683.98)	52621.60(52621.60)	2.36743.3(288.6)	
20	S	23410.77	17782.14	15340.81	23410.76	48531.96(48531.96)	41871.66(41871.66)	2.73743.3(288.6)	
21	S	22112.00	14703.71	22307.87	22112.10	34683.98(34683.98)	52621.60(52621.60)	2.36743.3(288.6)	
22	S	12527.44	35350.62	11538.11	12527.45	51631.30(51631.30)	16852.26(16852.26)	1.46743.3(288.6)	
23	S	12527.44	11662.97	37463.19	12527.38	16144.24(16144.24)	51861.45(51861.45)	1.38743.3(288.6)	
24	S	13524.64	11662.97	11538.11	13524.44	39308.91(39308.91)	38879.88(38879.88)	3.37743.3(288.6)	

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	147.2	168.7	0.00322	139.0	91.7	-0.00791	-139.0	-91.7
2	0.00350	114.3	118.8	0.00322	109.5	125.4	-0.00791	-109.5	-125.4
3	0.00350	146.1	118.8	0.00321	139.0	91.7	-0.00816	-139.0	-91.7
4	0.00350	114.3	118.8	0.00322	109.5	125.4	-0.00791	-109.5	-125.4

5	0.00350	146.1	118.8	0.00321	139.0	91.7	-0.00816	-139.0	-91.7
6	0.00350	54.3	168.7	0.00315	58.5	155.9	-0.01038	-58.5	-155.9
7	0.00350	167.1	118.8	0.00315	158.4	51.5	-0.01039	-158.4	-51.5
8	0.00350	123.1	118.8	0.00316	120.3	115.1	-0.01011	-120.3	-115.1
9	0.00350	125.8	118.8	0.00321	120.3	115.1	-0.00831	-120.3	-115.1
10	0.00350	95.7	118.8	0.00320	85.4	142.9	-0.00831	-85.4	-142.9
11	0.00350	133.8	168.7	0.00320	130.2	103.8	-0.00849	-130.2	-103.8
12	0.00350	95.7	118.8	0.00320	85.4	142.9	-0.00831	-85.4	-142.9
13	0.00350	133.8	118.8	0.00320	130.2	103.8	-0.00849	-130.2	-103.8
14	0.00350	54.3	118.8	0.00315	58.5	155.9	-0.01038	-58.5	-155.9
15	0.00350	167.1	15.5	0.00315	158.4	51.5	-0.01039	-158.4	-51.5
16	0.00350	123.1	166.4	0.00316	120.3	115.1	-0.01011	-120.3	-115.1
17	0.00350	147.2	54.3	0.00322	139.0	91.7	-0.00791	-139.0	-91.7
18	0.00350	114.3	126.7	0.00322	109.5	125.4	-0.00791	-109.5	-125.4
19	0.00350	146.1	165.5	0.00321	139.0	91.7	-0.00816	-139.0	-91.7
20	0.00350	114.3	50.4	0.00322	109.5	125.4	-0.00791	-109.5	-125.4
21	0.00350	146.1	122.0	0.00321	139.0	91.7	-0.00816	-139.0	-91.7
22	0.00350	54.3	165.5	0.00315	58.5	155.9	-0.01038	-58.5	-155.9
23	0.00350	167.1	50.4	0.00315	158.4	51.5	-0.01039	-158.4	-51.5
24	0.00350	123.1	122.0	0.00316	120.3	115.1	-0.01011	-120.3	-115.1

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	0.000028093	0.000018079	-0.002346420	----	----
2	0.000021823	0.000025296	-0.002346485	----	----
3	0.000028497	0.000018783	-0.002472781	----	----
4	0.000021823	0.000025296	-0.002346485	----	----
5	0.000028497	0.000018783	-0.002472781	----	----
6	0.000012620	0.000038666	-0.003617866	----	----
7	0.000038830	0.000012088	-0.003616856	----	----
8	0.000028044	0.000028347	-0.003478102	----	----
9	0.000024856	0.000024038	-0.002551227	----	----
10	0.000018903	0.000028961	-0.002552204	----	----
11	0.000026843	0.000022626	-0.002643645	----	----
12	0.000018903	0.000028961	-0.002552204	----	----
13	0.000026843	0.000022626	-0.002643645	----	----
14	0.000012620	0.000038666	-0.003617866	----	----
15	0.000038830	0.000012088	-0.003616856	----	----
16	0.000028044	0.000028347	-0.003478102	----	----
17	0.000028093	0.000018079	-0.002346420	----	----
18	0.000021823	0.000025296	-0.002346485	----	----
19	0.000028497	0.000018783	-0.002472781	----	----
20	0.000021823	0.000025296	-0.002346485	----	----
21	0.000028497	0.000018783	-0.002472781	----	----
22	0.000012620	0.000038666	-0.003617866	----	----
23	0.000038830	0.000012088	-0.003616856	----	----
24	0.000028044	0.000028347	-0.003478102	----	----

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	4.36	145.2	250.0	-20.3	-139.0	-91.7	3759	58.4
2	S	5.31	110.3	0.0	-40.7	-109.5	-125.4	6021	95.6
3	S	6.12	144.3	0.0	-65.8	-139.0	-91.7	8358	132.7
4	S	5.31	110.3	0.0	-40.7	-109.5	-125.4	6021	95.6
5	S	6.12	144.3	0.0	-65.8	-139.0	-91.7	8358	132.7
6	S	4.33	145.2	0.0	-25.5	-139.0	-91.7	4406	69.0
7	S	6.19	92.5	0.0	-70.9	-85.4	-142.9	8855	143.4
8	S	6.67	131.9	0.0	-88.4	-130.2	-103.8	9965	159.3
9	S	6.19	92.5	0.0	-70.9	-85.4	-142.9	8855	143.4
10	S	6.67	131.9	0.0	-88.4	-130.2	-103.8	9965	159.3
11	S	4.36	145.2	0.0	-20.3	-139.0	-91.7	3759	58.4
12	S	5.31	110.3	0.0	-40.7	-109.5	-125.4	6021	95.6
13	S	6.12	144.3	0.0	-65.8	-139.0	-91.7	8358	132.7
14	S	5.31	110.3	0.0	-40.7	-109.5	-125.4	6021	95.6
15	S	6.12	144.3	0.0	-65.8	-139.0	-91.7	8358	132.7
16	S	9.99	54.2	0.0	-215.2	-58.5	-155.9	12674	191.1
17	S	10.50	166.4	0.0	-233.0	-158.4	-51.5	12724	180.5
18	S	4.04	120.8	0.0	-31.0	-109.5	-125.4	6032	95.6
19	S	12.05	57.0	0.0	-287.5	-58.5	-155.9	13107	191.1
20	S	13.35	167.6	0.0	-334.0	-158.4	-51.5	13285	191.1
21	S	4.94	125.4	0.0	-53.8	-120.3	-115.1	8454	138.0
22	S	12.05	57.0	0.0	-287.5	-58.5	-155.9	13107	191.1
23	S	13.35	167.6	0.0	-334.0	-158.4	-51.5	13285	191.1
24	S	4.94	125.4	0.0	-53.8	-120.3	-115.1	8454	138.0

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	-0.00011	0	0.833	26.0	72	0.00006 (0.00006)	719	0.044 (990.00)	20428.59	30333.39
2	S	-0.00022	0	0.833	26.0	72	0.00012 (0.00012)	709	0.086 (990.00)	22300.44	18114.54
3	S	-0.00035	0	0.833	26.0	72	0.00020 (0.00020)	709	0.140 (990.00)	14073.63	20504.27
4	S	-0.00022	0	0.833	26.0	72	0.00012 (0.00012)	709	0.086 (990.00)	22300.44	18114.54
5	S	-0.00035	0	0.833	26.0	72	0.00020 (0.00020)	709	0.140 (990.00)	14073.63	20504.27
6	S	-0.00014	0	0.833	26.0	72	0.00008 (0.00008)	715	0.055 (990.00)	18129.50	26919.60
7	S	-0.00037	0	0.833	26.0	72	0.00021 (0.00021)	700	0.149 (990.00)	20566.67	12796.99
8	S	-0.00047	0	0.833	26.0	72	0.00027 (0.00027)	706	0.187 (990.00)	15004.74	17217.08
9	S	-0.00037	0	0.833	26.0	72	0.00021 (0.00021)	700	0.149 (990.00)	20566.67	12796.99
10	S	-0.00047	0	0.833	26.0	72	0.00027 (0.00027)	706	0.187 (990.00)	15004.74	17217.08
11	S	-0.00011	0	0.833	26.0	72	0.00006 (0.00006)	719	0.044 (990.00)	20428.59	30333.39

12	S	-0.00022	0	0.833	26.0	72	0.00012 (0.00012)	709	0.086 (990.00)	22300.44	18114.54
13	S	-0.00035	0	0.833	26.0	72	0.00020 (0.00020)	709	0.140 (990.00)	14073.63	20504.27
14	S	-0.00022	0	0.833	26.0	72	0.00012 (0.00012)	709	0.086 (990.00)	22300.44	18114.54
15	S	-0.00035	0	0.833	26.0	72	0.00020 (0.00020)	709	0.140 (990.00)	14073.63	20504.27
16	S	-0.00112	0	0.833	26.0	72	0.00065 (0.00065)	733	0.473 (990.00)	17884.89	5823.87
17	S	-0.00121	0	0.833	26.0	72	0.00070 (0.00070)	764	0.534 (990.00)	5769.19	17670.56
18	S	-0.00017	0	0.833	26.0	72	0.00009 (0.00009)	710	0.066 (990.00)	20768.51	19798.69
19	S	-0.00150	0	0.833	26.0	72	0.00086 (0.00086)	750	0.647 (990.00)	17056.40	5876.27
20	S	-0.00174	0	0.833	26.0	72	0.00100 (0.00100)	757	0.758 (990.00)	5091.93	16942.00
21	S	-0.00029	0	0.833	26.0	72	0.00016 (0.00016)	696	0.112 (990.00)	17242.47	17722.75
22	S	-0.00150	0	0.833	26.0	72	0.00086 (0.00086)	750	0.647 (990.00)	17056.40	5876.27
23	S	-0.00174	0	0.833	26.0	72	0.00100 (0.00100)	757	0.758 (990.00)	5091.93	16942.00
24	S	-0.00029	0	0.833	26.0	72	0.00016 (0.00016)	696	0.112 (990.00)	17242.47	17722.75

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.47	113.8	250.0	-26.2	-109.5	-125.4	4389	69.0
2	S	6.12	144.3	0.0	-65.8	-139.0	-91.7	8358	132.7
3	S	6.12	144.3	0.0	-65.8	-139.0	-91.7	8358	132.7
4	S	6.12	144.3	0.0	-65.8	-139.0	-91.7	8358	132.7
5	S	6.12	144.3	0.0	-65.8	-139.0	-91.7	8358	132.7
6	S	5.07	96.5	0.0	-45.5	-97.9	-134.7	7249	127.4
7	S	6.67	131.9	0.0	-88.4	-130.2	-103.8	9965	159.3
8	S	6.67	131.9	0.0	-88.4	-130.2	-103.8	9965	159.3
9	S	6.67	131.9	0.0	-88.4	-130.2	-103.8	9965	159.3
10	S	6.67	131.9	0.0	-88.4	-130.2	-103.8	9965	159.3
11	S	4.47	113.8	0.0	-26.2	-109.5	-125.4	4389	69.0
12	S	6.12	144.3	0.0	-65.8	-139.0	-91.7	8358	132.7
13	S	6.12	144.3	0.0	-65.8	-139.0	-91.7	8358	132.7
14	S	6.12	144.3	0.0	-65.8	-139.0	-91.7	8358	132.7
15	S	6.12	144.3	0.0	-65.8	-139.0	-91.7	8358	132.7

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	-0.00014	0	0.833	26.0	72	0.00008 (0.00008)	713	0.056 (0.40)	24746.56	21169.80
2	S	-0.00035	0	0.833	26.0	72	0.00020 (0.00020)	709	0.140 (0.40)	14073.63	20504.27
3	S	-0.00035	0	0.833	26.0	72	0.00020 (0.00020)	709	0.140 (0.40)	14073.63	20504.27
4	S	-0.00035	0	0.833	26.0	72	0.00020 (0.00020)	709	0.140 (0.40)	14073.63	20504.27
5	S	-0.00035	0	0.833	26.0	72	0.00020 (0.00020)	709	0.140 (0.40)	14073.63	20504.27
6	S	-0.00024	0	0.833	26.0	72	0.00014 (0.00014)	664	0.091 (0.40)	22362.29	14786.55
7	S	-0.00047	0	0.833	26.0	72	0.00027 (0.00027)	706	0.187 (0.40)	15004.74	17217.08
8	S	-0.00047	0	0.833	26.0	72	0.00027 (0.00027)	706	0.187 (0.40)	15004.74	17217.08
9	S	-0.00047	0	0.833	26.0	72	0.00027 (0.00027)	706	0.187 (0.40)	15004.74	17217.08
10	S	-0.00047	0	0.833	26.0	72	0.00027 (0.00027)	706	0.187 (0.40)	15004.74	17217.08
11	S	-0.00014	0	0.833	26.0	72	0.00008 (0.00008)	713	0.056 (0.40)	24746.56	21169.80
12	S	-0.00035	0	0.833	26.0	72	0.00020 (0.00020)	709	0.140 (0.40)	14073.63	20504.27
13	S	-0.00035	0	0.833	26.0	72	0.00020 (0.00020)	709	0.140 (0.40)	14073.63	20504.27
14	S	-0.00035	0	0.833	26.0	72	0.00020 (0.00020)	709	0.140 (0.40)	14073.63	20504.27
15	S	-0.00035	0	0.833	26.0	72	0.00020 (0.00020)	709	0.140 (0.40)	14073.63	20504.27

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	1.44	46.5	250.0	12.4	-44.3	-160.5	----	----
2	S	1.58	128.5	0.0	10.4	-120.3	-115.1	----	----
3	S	1.58	128.5	0.0	10.4	-120.3	-115.1	----	----

4	S	1.58	128.5	0.0	10.4	-120.3	-115.1	---	---
5	S	1.58	128.5	0.0	10.4	-120.3	-115.1	---	---
6	S	1.44	46.5	0.0	12.4	-44.3	-160.5	---	---
7	S	1.58	128.5	0.0	10.4	-120.3	-115.1	---	---
8	S	1.58	128.5	0.0	10.4	-120.3	-115.1	---	---
9	S	1.58	128.5	0.0	10.4	-120.3	-115.1	---	---
10	S	1.58	128.5	0.0	10.4	-120.3	-115.1	---	---
11	S	1.44	46.5	0.0	12.4	-44.3	-160.5	---	---
12	S	1.58	128.5	0.0	10.4	-120.3	-115.1	---	---
13	S	1.58	128.5	0.0	10.4	-120.3	-115.1	---	---
14	S	1.58	128.5	0.0	10.4	-120.3	-115.1	---	---
15	S	1.46	174.3	0.0	12.1	-166.3	-7.5	---	---

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	-0.00038	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	7278.26	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
12	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
13	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
14	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
15	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	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}	6714	kN	
	V_{ed}/V_{rd}	0.90		
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}	5844	kN	
	V_{ed}/V_{rd}	0.78		

 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 – P18	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805003	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 (spirali);*
- *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					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805003	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	

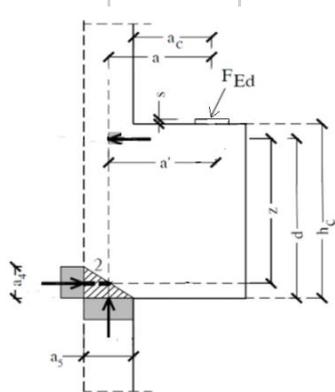
8.5 Verifica spostamenti

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

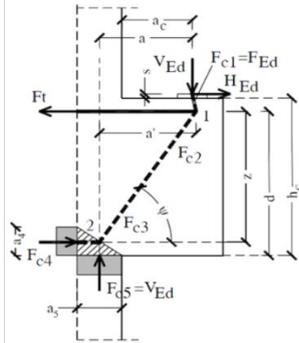
<u>Geometria mensola</u>					
	Altezza mensola	hc	2000	[mm]	
	larghezza mensola	atot	3549.10288	[mm]	
	profondità	b	2000	[mm]	
	copriferro	c	85	[mm]	
	applicazione carico	ac	50	[mm]	
	altezza utile	d	1915	[mm]	
	braccio delle forze interne	z	1532	[mm]	
<i>tipologia di mensola:</i>		MENSOLA MOLTO TOZZA $2a < z$			
<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

modello 1



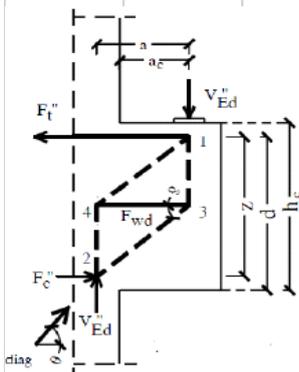
azione esterna applicata	Fed = Fc5	5852.693647	[Kn]
forza orizzontale trasmessa	Hed	308.1269675	
braccio della forza di trazione	z	1532	[mm]
larghezza risultante di riferimento	a5	185.0681427	[mm]
braccio della forza di compressione	a	142.5340713	[mm]
trazione nelle barre che si verifica	Ft = Fc4	652.1254449	[Kn]
armatura superiore	As	1666.542804	[mm2]
diametro del ferro longitudinale	Φ	16	[mm]
passo armature	p	20	[cm]
numero di strati di barre	nst	1	
numeri ferri predisposti in b	n	10	
areare ferri resistenti	Ares	2009.6	[mm2]
coef. di sicurezza	Trd/Fc4	1.205849616	

verifica nodo 1 CCC

lunghezza di applicazione delle s4	a4	766	[mm]	
tensione di compressione 4	s4	0.42566935	[Mpa]	Oke

Calcolo armatura secondaria orizzontale

modello 2



angolo di inclinazione	Ψ	83.63892472	[gradi]
coefficiente di ripartizione	c	13.87052277	[%]
braccio della forza di trazione	z	1532	[mm]
braccio della forza di compressione	a	142.5340713	[mm]
trazione nelle barre secondarie	Fwd	1116.207953	[Kn]
armatura secondaria	As	2852.531434	[mm2]
armatura minima 0.25As	Amin	502.4	
diametro ferri secondari	Φ	16	[mm]
passo armature direzione b	s	20	[cm]
numero di strati di barre	nst	1	
numeri ferri predisposti in b	n	10	
areare ferri resistenti	Ares	2009.6	[mm2]
coef. di sicurezza	Trd/Fc4	1.205849616	

verifica nodo 2 CCT

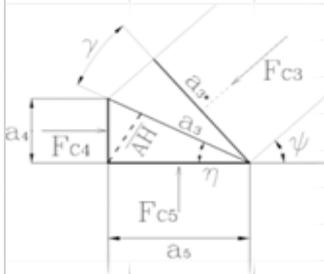
(sotto la piastra)

area piastra di contatto	Aap	640000	[mm2]	
tensione di compr. sotto la piastra	sc1	9.144833824	[Mpa]	Oke

9.2 Verifica dei nodi

Nodo CCC

		biella di copressione verticale	Fc1	5852.693647	[Kn]		
		biella comprella orizzontale	Fc2	652.1254449	[Kn]		
		biella compresaa inclinata	Fc3	5888.977718	[Kn]		
		lunghezza di applicazione delle s5	a5	185.0681427	[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	788.0394771	[mm]		
		lunghezza di applicazione puntone 3	a3*	186.2145201	[mm]		
		difetto di ortogonalità	c	70.09512285	[gradi]		
		tensione di compressione 4	s4	0.42566935	[Mpa]	Ok	
		tensione di compressione 3	s3	3.736473799	[Mpa]	Ok	
		tensione di compressione 3*	s3*	15.81234834	[Mpa]	OK	



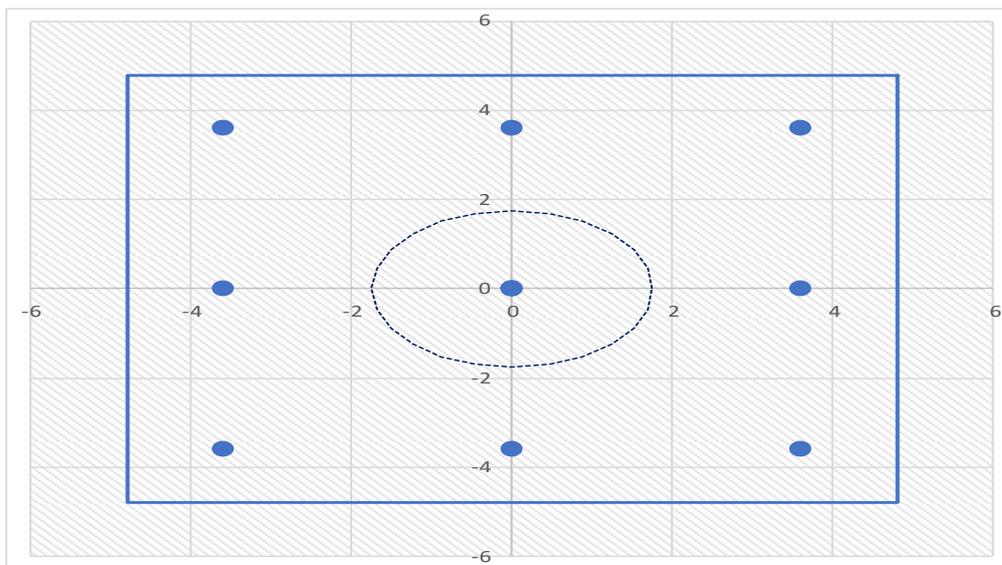
Nodo CCT

		forza di contatto	Fc1	5852.693647	[Kn]	
		biella di calcestruzzo inclinata	Fc3	5888.977718	[Kn]	
		trazione barra	T	652.1254449	[Kn]	
		lunghezza di applicazione contatto	a1	800	[mm]	
		lunghezza di applicazione contatto	b	800	[mm]	
		lunghezza di applicazione puntone	a2	814.7998258	[mm]	
		lunghezza tirante	u	178	[mm]	
		angolo di inclinazione	h	83.63892472	[gradi]	
		tesnione di contatto	$s_{c1} < s_{Rd2,t}$	9.14	\leq	13.44 Ok
		tensione biella di calcestruzzo incl.	$s_{c3} < s_{Rd2,t}$	9.03	\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	3	m	
Check verifica				
sbalzo direzione trasversale	at	1.85	m	
sbalzo direzione longitudinale	al	1.85	m	
direzione trasversale	a/h	0.616667	<i>Plinto basso</i>	
direzione longitudinale	a/h	0.616667	<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	5047.5	3642.0	5916.8
2	0	-3.6	2934.2	1230.9	-1043.9
3	3.6	3.6	5927.5	7047.2	7000.2
4	3.6	-3.6	3814.2	4636.1	39.4
5	-3.6	-3.6	2054.2	-2174.3	-2127.3
6	-3.6	3.6	4167.5	236.8	4833.4
7	3.6	0	4870.9	5841.7	3519.8
8	-3.6	0	3110.8	-968.8	1353.1
9	0	0	3990.9	2436.4	2436.4
	0	0	3990.9	2436.4	2436.4
	0	0	3990.9	2436.4	2436.4
	0	0	3990.9	2436.4	2436.4
taglio combinato in			173.175	552.268	659.965
Scarichi $q=1$ se plinto tozzo e verifica a taglio					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	0	3.6	3788.1	3642.0	5916.8
2	0	-3.6	1377.0	1230.9	-1043.9
3	3.6	3.6	4871.5	7047.2	7000.2
4	3.6	-3.6	2460.4	4636.1	39.4
5	-3.6	-3.6	293.6	-2174.3	-2127.3
6	-3.6	3.6	2704.7	236.8	4833.4
7	3.6	0	3665.9	5841.7	3519.8
8	-3.6	0	1499.2	-968.8	1353.1
9	0	0	2582.6	2436.4	2436.4
	0	0	2582.6	2436.4	2436.4
	0	0	2582.6	2436.4	2436.4
	0	0	2582.6	2436.4	2436.4
taglio combinato in			312.1602	552.268	659.965

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.

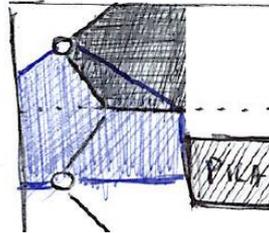


Figura 13 - mensola di riferimento

10.1 Dimensionamento armature

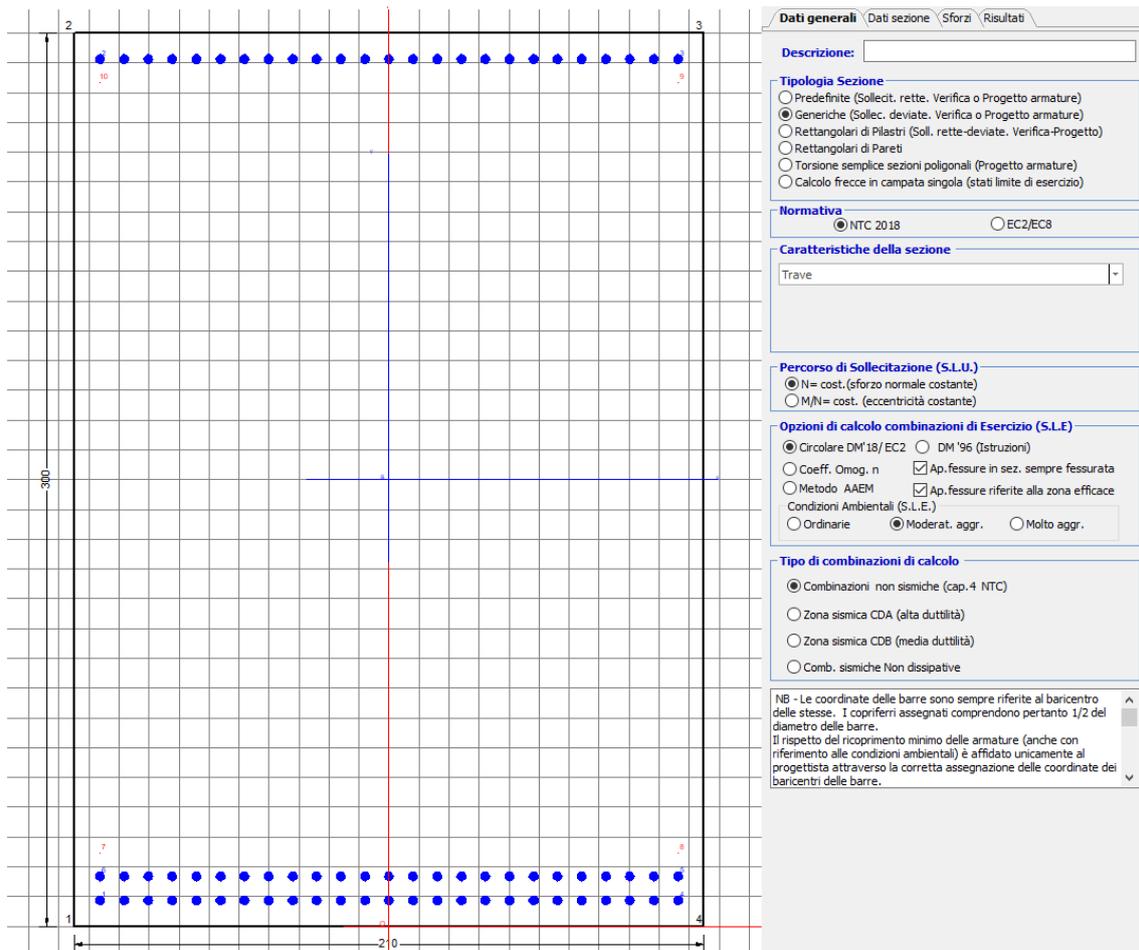
<i>posizione del palo più sollecitato</i>				
coordinata in direzione trasversale		X	3.6	m
coordinata in direzione longitudinale		Y	3.6	m
angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse		α	45	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone		L	5.09117	m
altezza della fondazione		h	3	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone		ϑ	30.509	gradi
reazione in testa palo più sollecitato		Rmax	5990.13	KN
forza di trazione risultante		T	10165.6	KN
proiezione forza di trazione in trasversale		Tt	7188.15	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale		Tl	7188.15	KN
lunghezza collaborante				media 45°

<i>dimensionamento armature</i>						
area dell'armatura inferiore richiesta in tras				At	18369.9	mm ²
diametro armatura				Φ	30	mm
passo armatura trasversale				p	10	cm
numero di strati				ns	2	
lunghezza di collaborazione				L	2.06288	m
numero di ferri per strato				n	21	
area complessiva sulla lunghezza collaborante				Ares	29688.1	mm ²
				coef. Sicu	0.61876	
area dell'armatura inferiore richiesta in long				Al	18369.9	mm ²
diametro armatura				Φ	30	
passo armatura longitudinale				p	10	cm
numero di strati				ns	2	
lunghezza di collaborazione				L	2.1	m
numero di ferri per strato				n	21	
area complessiva sulla lunghezza collaborante				Ares	29688.1	mm ²
				coef. Sicu	0.61876	
tasso di lavoro armatura allo SLU				σt	242.123	MPa
tasso di lavoro armatura allo SLU				σl	242.123	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 210x300

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	-105.0	0.0
2	-105.0	300.0
3	105.0	300.0
4	105.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-96.3	8.7	30
2	-96.3	291.3	30
3	96.3	291.3	30
4	96.3	8.7	30
5	96.3	16.7	30
6	-96.3	16.7	30
7	-96.3	24.7	1
8	96.3	24.7	1
9	96.3	283.3	1
10	-96.3	283.3	1

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	12634.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	12778.00	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	10184.00	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	9888.00 (11009.93)	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	4836.00 (11009.93)	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: 5.0 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 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 [cm²] 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	12634.00	0.00	0.00	38306.40	0.00	3.03	353.4(90.5)
2	S	0.00	12778.00	0.00	0.00	38306.40	0.00	3.00	353.4(90.5)

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	0.099	-105.0	300.0	0.00244	-96.3	291.3	-0.03199	-96.3	8.7
2	0.00350	0.099	-105.0	300.0	0.00244	-96.3	291.3	-0.03199	-96.3	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	0.000121830	-0.033048913	0.099	0.700
2	0.000000000	0.000121830	-0.033048913	0.099	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 [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

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

1 S 3.31 105.0 300.0 -112.2 -24.1 8.7 6720 353.4

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

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a 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 $A_{c\text{ eff}}$
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 $A_{c\text{ eff}}$ [eq.(7.11)EC2]
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00059	0	0.925	30.0	72	0.00037 (0.00034)	424	0.155 (990.00)	11009.93	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	3.21	105.0	300.0	-109.0	-56.2	8.7	6720	353.4

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00057	0	0.925	30.0	72	0.00035 (0.00033)	424	0.148 (0.20)	11009.93	0.00

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

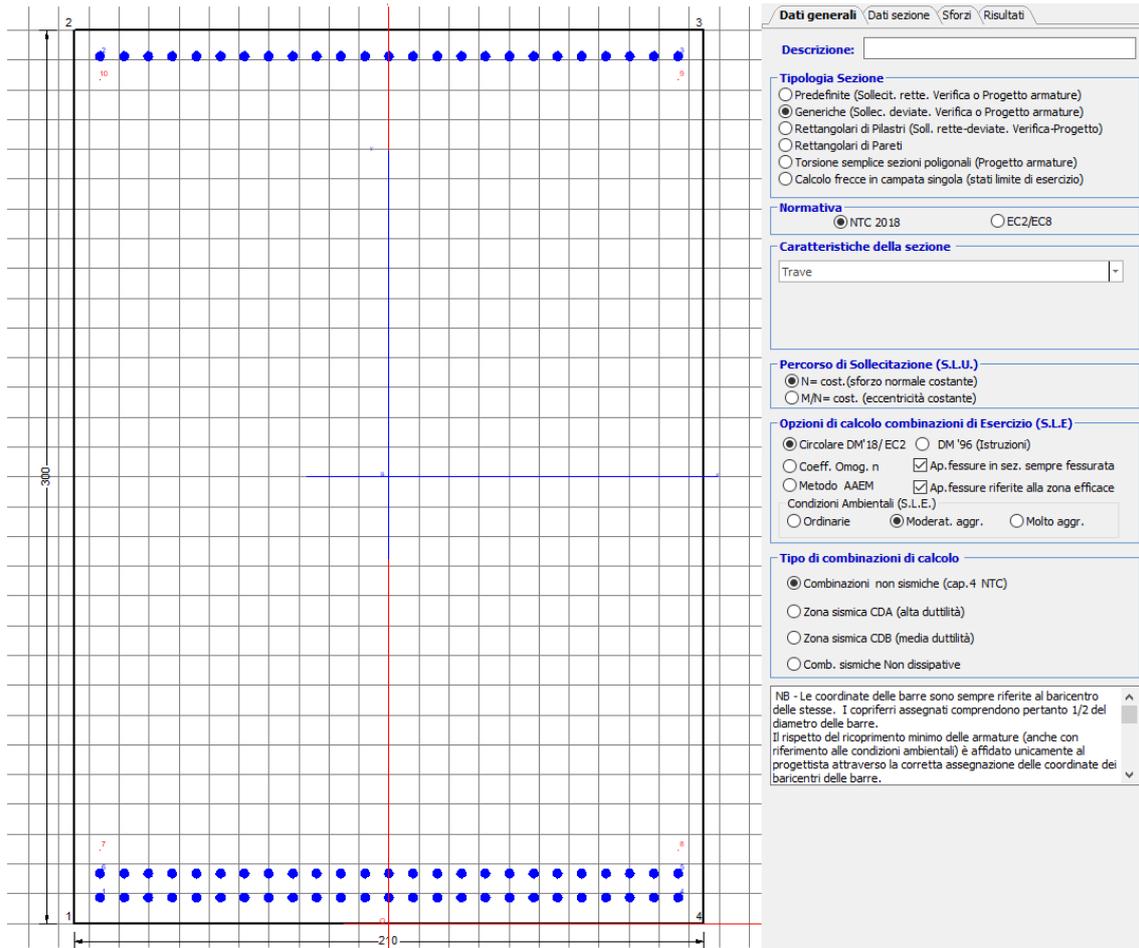
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.57	105.0	300.0	-53.3	64.2	8.7	6720	353.4

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00028	0	0.925	30.0	72	0.00016 (0.00016)	424	0.068 (0.20)	11009.93	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 210x300

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	-105.0	0.0
2	-105.0	300.0
3	105.0	300.0
4	105.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-96.3	8.7	30
2	-96.3	291.3	30
3	96.3	291.3	30
4	96.3	8.7	30
5	96.3	16.7	30
6	-96.3	16.7	30
7	-96.3	24.7	1
8	96.3	24.7	1
9	96.3	283.3	1
10	-96.3	283.3	1

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

2	6	5	23	30
3	1	4	23	30

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	12634.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	12778.00	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	10814.00	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	8788.00 (11009.93)	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	4836.00 (11009.93)	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:

5.0 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 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	12634.00	0.00	0.00	38306.40	0.00	3.03	353.4(90.5)
2	S	0.00	12778.00	0.00	0.00	38306.40	0.00	3.00	353.4(90.5)

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	0.099	-105.0	300.0	0.00244	-96.3	291.3	-0.03199	-96.3	8.7
2	0.00350	0.099	-105.0	300.0	0.00244	-96.3	291.3	-0.03199	-96.3	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	0.000121830	-0.033048913	0.099	0.700
2	0.000000000	0.000121830	-0.033048913	0.099	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	3.51	-105.0	300.0	-119.2	8.0	8.7	6720	353.4

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a 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
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(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	-0.00062	0	0.925	30.0	72	0.00040 (0.00036)	424	0.170 (990.00)	11009.93	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.85	105.0	300.0	-96.9	-24.1	8.7	6720	353.4

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00051	0	0.925	30.0	72	0.00029 (0.00029)	424	0.123 (0.20)	11009.93	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.57	105.0	300.0	-53.3	64.2	8.7	6720	353.4

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00028	0	0.925	30.0	72	0.00016 (0.00016)	424	0.068 (0.20)	11009.93	0.00

 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 – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805003	REV. B

10.3 Verifica a punzonamento

perimetro del palo			uo	3.76991	m
diffusione dello sforzo			secondo	NS 3483E	
angolo d'inclinazione superficie			ϑ	45	gradi
perimetro zona critica			u1	20.169	m
altezza della sezione utile			d	2.61	m
raggio interno			r	0.6	m
raggio esterno			R	3.21	m
ipotenusa triangolo interno del cono			a	3.6911	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	17.1813	m ²
coefficiente carico			β	1.4	
resistenza caratteristica del calcestruzzo			fck	25	MPa
resistenza di calcolo del calcestruzzo			fcd	14.1667	MPa
valore di progetto del taglio			Ved	5990.13	kN
valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo					
tensione di progetto di verifica su perimetro uo			ved	0.8523	MPa
resistenza associata			vRd,max	5	MPa
				0.17046	
valore di progetto di una piastra priva di armature a punzonamento					
coefficiente di dato dai carichi			CRd,c	0.12	
fattore di scala			k	1.97358	
percentuale geometrica armatura fless. trasv			ql _y	0.00551	
percentuale geometrica armatura fless. long			ql _z	0.00542	
percentuale meccanica complessiva			ql	0.00773	
coefficiente			k1	0.1	
tensione di progetto di verifica su perimetro u1			ved	0.4881	MPa
			vRd,c	0.59964	MPa
				0.81399	

 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 – P18	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805003	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

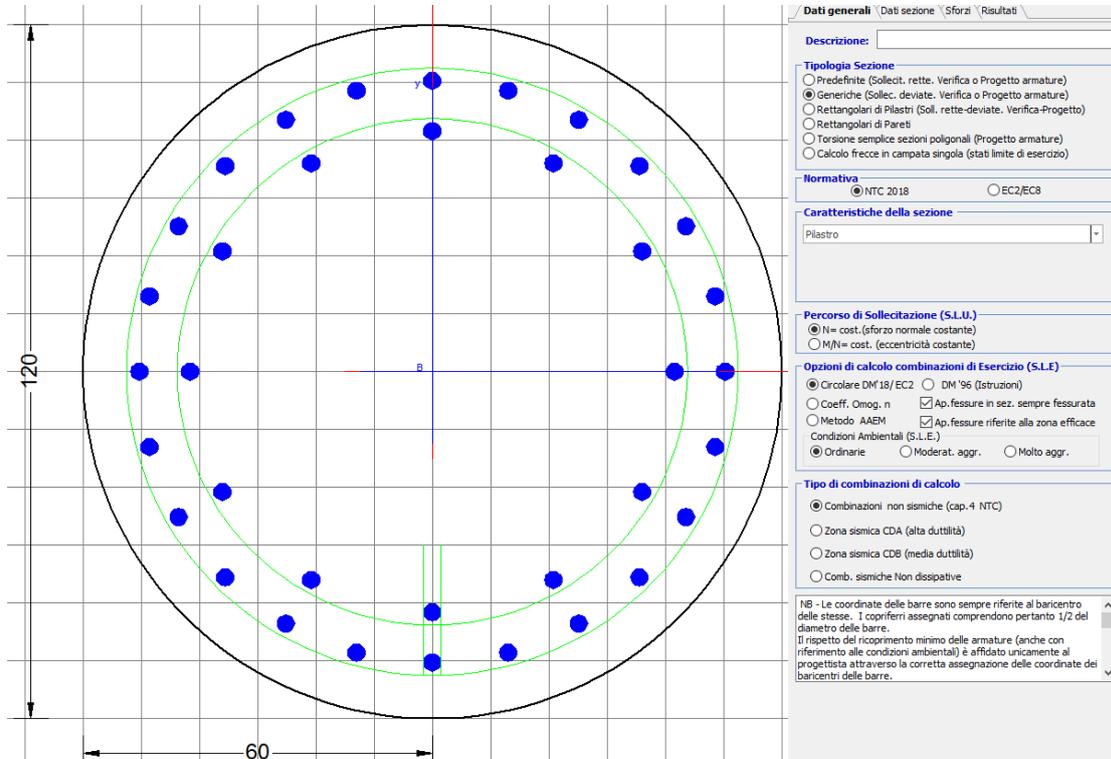
A seconda della verifica di riferimento le sollecitazioni identificate sono riferite ad un fattore di comportamento differente, ottenendo per cui le seguenti ridistribuzioni in testa palo:

Sollecitazioni nel baricentro della fondazione per analisi di presso-flessione

TABELLA PER FLESSIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	35918	1681	1222	22824	19008	
E_103x_SLV_q=1.36_63	21928	5908	1674	56459	17671	
E_103y_SLV_q=1.36_64	21928	2582	4428	20424	54451	
E_103x_SLV_q=1.36_63	21928	5908	1674	56459	17671	
E_103y_SLV_q=1.36_64	21928	2582	4428	20424	54451	

Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	0	3.6	5047.5	5050.29	3382.01
2	0	-3.6	2934.2	-177.4	1490.88
3	3.6	3.6	5927.51	5868.38	5902.9
4	3.6	-3.6	3814.21	640.688	4011.77
5	-3.6	-3.6	2054.19	-995.49	-1030
6	-3.6	3.6	4167.49	4232.2	861.114
7	3.6	0	4870.86	3254.53	4957.34
8	-3.6	0	3110.84	1618.36	-84.448
9	0	0	3990.85	2436.44	2436.44
taglio equivalente			230.9	682.3	569.55
alfa derivante dall'analisi geotecnica				α	2.66
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	5928	187	136	560	407
combo2	5868	656	186	1969	558
combo3	5903	287	492	861	1476
combo4	-1030	287	492	861	1476



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
 \emptyset Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	\emptyset
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	5990.13	398.82	516.40	0.00	0.00
2	1395.36	247.49	364.27	0.00	0.00
3	5927.51	496.68	361.31	0.00	0.00
4	5990.13	398.82	516.40	0.00	0.00
5	5927.51	496.68	361.31	0.00	0.00
6	5990.13	398.82	516.40	0.00	0.00
7	5902.90	763.12	1308.77	0.00	0.00
8	-1030.01	763.12	1308.77	0.00	0.00
9	5868.38	1746.19	494.71	0.00	0.00
10	5902.90	763.12	1308.77	0.00	0.00
11	5868.38	1746.19	494.71	0.00	0.00
12	5902.90	763.12	1308.77	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	4213.74	274.98	337.79
2	1110.45	274.98	329.64
3	4169.63	342.50	229.68
4	4213.74	274.98	337.79
5	4169.63	342.50	229.68
6	4213.74	274.98	337.79
7	5071.36	442.53	842.18
8	-284.15	442.53	842.18
9	4610.99	1074.40	319.02
10	4633.14	442.53	842.18
11	4610.99	1131.33	319.02
12	4633.14	442.53	942.61

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	4213.74	274.98 (11009.93)	337.79 (0.00)
2	1110.45	274.98 (801.58)	329.64 (960.92)
3	4213.74	274.98 (14073.63)	337.79 (20504.27)
4	4213.74	274.98 (14073.63)	337.79 (20504.27)
5	4213.74	274.98 (14073.63)	337.79 (20504.27)
6	4213.74	274.98 (22362.29)	337.79 (14786.55)

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	2541.07	0.38 (11009.93)	43.40 (0.00)
2	2206.58	0.38 (0.00)	43.40 (0.00)
3	2541.07	0.38 (0.00)	43.40 (0.00)
4	2541.07	0.38 (0.00)	43.40 (0.00)
5	2541.07	0.38 (0.00)	43.40 (0.00)
6	2541.07	0.38 (0.00)	43.40 (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	5990.13	398.82	516.40	5990.42	3911.36	5064.41	9.81	438.3(33.9)
2	S	1395.36	247.49	364.27	1395.30	3444.81	5074.80	13.93	438.3(33.9)
3	S	5927.51	496.68	361.31	5927.77	5173.09	3761.99	10.41	438.3(33.9)
4	S	5990.13	398.82	516.40	5990.42	3911.36	5064.41	9.81	438.3(33.9)
5	S	5927.51	496.68	361.31	5927.77	5173.09	3761.99	10.41	438.3(33.9)
6	S	5990.13	398.82	516.40	5990.42	3911.36	5064.41	9.81	438.3(33.9)
7	S	5902.90	763.12	1308.77	5903.12	3223.31	5525.57	4.22	438.3(33.9)
8	S	-1030.01	763.12	1308.77	-1030.10	2905.14	4967.03	3.80	438.3(33.9)
9	S	5868.38	1746.19	494.71	5868.22	6159.22	1744.91	3.53	438.3(33.9)
10	S	5902.90	763.12	1308.77	5903.12	3223.31	5525.57	4.22	438.3(33.9)
11	S	5868.38	1746.19	494.71	5868.22	6159.22	1744.91	3.53	438.3(33.9)
12	S	5902.90	763.12	1308.77	5903.12	3223.31	5525.57	4.22	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	47.5	0.5	0.00293	39.8	30.8	-0.00295	-42.7	-26.6
2	0.00350	49.6	0.5	0.00279	39.8	30.8	-0.00452	-42.7	-26.6
3	0.00350	35.3	0.5	0.00292	32.8	38.2	-0.00298	-28.7	-41.3
4	0.00350	47.5	0.5	0.00293	39.8	30.8	-0.00295	-42.7	-26.6
5	0.00350	35.3	0.5	0.00292	32.8	38.2	-0.00298	-28.7	-41.3
6	0.00350	47.5	0.5	0.00293	39.8	30.8	-0.00295	-42.7	-26.6
7	0.00350	51.8	27.9	0.00292	45.2	22.2	-0.00298	-42.7	-26.6
8	0.00350	51.8	27.9	0.00268	45.2	22.2	-0.00568	-42.7	-26.6
9	0.00350	16.4	57.5	0.00293	15.1	48.0	-0.00299	-10.1	-49.3
10	0.00350	51.8	27.9	0.00292	45.2	22.2	-0.00298	-42.7	-26.6
11	0.00350	16.4	57.5	0.00293	15.1	48.0	-0.00299	-10.1	-49.3
12	0.00350	51.8	25.5	0.00292	45.2	22.2	-0.00298	-42.7	-26.6
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	0.000046393	0.000035830	-0.000017070	----	----
2	0.000060162	0.000040875	-0.0000864063	----	----
3	0.000034551	0.000047496	-0.000023988	----	----
4	0.000046393	0.000035830	-0.000017070	----	----
5	0.000034551	0.000047496	-0.000023988	----	----
6	0.000046393	0.000035830	-0.000017070	----	----
7	0.000050791	0.000029615	-0.000027690	----	----
8	0.000071892	0.000041919	-0.001493200	----	----
9	0.000016055	0.000056671	-0.000034115	----	----
10	0.000050791	0.000029615	-0.000027690	----	----
11	0.000016055	0.000056671	-0.000034115	----	----
12	0.000050791	0.000029615	-0.000027690	----	----
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	3.88	46.5	300.0	16.3	-36.5	-34.7	----	----
2	S	2.29	46.1	0.0	-14.6	-36.5	-34.7	745	28.3
3	S	3.77	33.4	0.0	16.9	-28.7	-41.3	----	----
4	S	3.88	46.5	0.0	16.3	-36.5	-34.7	----	----
5	S	3.77	33.4	0.0	16.9	-28.7	-41.3	----	----
6	S	3.88	46.5	0.0	16.3	-36.5	-34.7	----	----
7	S	6.17	53.1	0.0	0.6	-42.7	-26.6	0	0.0
8	S	4.27	53.1	0.0	-94.0	-42.7	-26.6	1719	99.0
9	S	6.61	17.1	0.0	-13.3	-10.1	-49.3	548	21.2
10	S	5.94	53.1	0.0	-3.6	-42.7	-26.6	357	7.1
11	S	6.83	16.3	0.0	-16.7	-10.1	-49.3	463	14.1
12	S	6.30	54.3	0.0	-8.4	-47.2	-17.5	499	14.1

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*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 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(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	-0.00062	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	11009.93	0.00
2	S	-0.00009	0	0.834	30.0	82	0.00004 (0.00004)	503	0.022 (990.00)	801.58	960.92
3	S	-0.00035	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	14073.63	20504.27
4	S	-0.00022	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	22300.44	18114.54
5	S	-0.00035	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	14073.63	20504.27
6	S	-0.00014	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	18129.50	26919.60
7	S	-0.00004	0	0.834	30.0	82	0.00004 (0.00004)	0	0.005 (990.00)	2327.97	4430.36
8	S	-0.00054	0	0.833	30.0	82	0.00029 (0.00028)	426	0.123 (990.00)	325.42	619.30
9	S	-0.00012	0	0.742	30.0	82	0.00004 (0.00004)	474	0.019 (990.00)	2059.29	611.46
10	S	-0.00006	0	0.645	30.0	82	0.00001 (0.00001)	611	0.007 (990.00)	1548.32	2946.62
11	S	-0.00014	0	0.785	30.0	82	0.00005 (0.00005)	541	0.027 (990.00)	1897.14	534.97
12	S	-0.00009	0	0.694	30.0	82	0.00003 (0.00003)	529	0.013 (990.00)	1083.25	2307.37

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.88	46.5	300.0	16.3	-36.5	-34.7	---	---
2	S	2.29	46.1	0.0	-14.6	-36.5	-34.7	745	28.3
3	S	3.88	46.5	0.0	16.3	-36.5	-34.7	---	---
4	S	3.88	46.5	0.0	16.3	-36.5	-34.7	---	---
5	S	3.88	46.5	0.0	16.3	-36.5	-34.7	---	---
6	S	3.88	46.5	0.0	16.3	-36.5	-34.7	---	---

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	-0.00051	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	11009.93	0.00
2	S	-0.00009	0	0.834	30.0	82	0.00004 (0.00004)	503	0.022 (0.20)	801.58	960.92
3	S	-0.00035	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	14073.63	20504.27
4	S	-0.00035	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	14073.63	20504.27
5	S	-0.00035	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	14073.63	20504.27
6	S	-0.00024	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	22362.29	14786.55

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	1.57	60.0	300.0	19.4	-50.2	2.5	---	---
2	S	1.39	60.0	0.0	16.6	-50.2	2.5	---	---
3	S	1.57	60.0	0.0	19.4	-50.2	2.5	---	---
4	S	1.57	60.0	0.0	19.4	-50.2	2.5	---	---
5	S	1.57	60.0	0.0	19.4	-50.2	2.5	---	---
6	S	1.57	60.0	0.0	19.4	-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	-0.00028	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	11009.93	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					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0805003	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	35918	1681	1222	22824	19008	
E_103x_SLV_q=1_66	21928	7635	2103	75176	23401	
E_103y_SLV_q=1_67	21928	3100	5857	26039	73553	
E_103x_SLV_q=1_66	21928	7635	2103	75176	23401	
E_103y_SLV_q=1_67	21928	3100	5857	26039	73553	

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	Tx	7635	3100
sollecitazione massima direzione y	Ty	2103	5857
vettore complessivo, singolo palo	T	880	736

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}	880	kN
	V _{ed} /V _{rd}	0.90	

12. INCIDENZE

Baggioli/Ritegni	350 kg/mc
Pulvino	180 kg/mc
Fusto Pila	110 kg/mc
Plinto di fondazione	160 kg/mc
Pali di fondazione	primo tratto 195 kg/mc