

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 4A)

VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario - sviluppo complessivo 1030m

Relazione di calcolo Pile - P16

SCALA:

-

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

RS3U 40 D 09 CL VI0605 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	

ITALFERR S.p.A.
U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti
Dott. Ing. Angelo Vittozzi
N° A20783

File: RS3U40D09CLVI0605003B

n. Elab.: 09_126_2

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P16	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	REV. B

INDICE

1.	PREMESSA	3
1.1	Descrizione dell’opera.....	3
2.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	8
3.	MATERIALI	8
3.1	Verifiche SLE.....	9
3.1.1	<i>Verifiche tensionali</i>	9
3.1.2	<i>Verifiche a fessurazione</i>	10
4.	DATI DI BASE	11
4.1	Geometrie di base.....	11
4.2	Modelli di analisi e verifica	13
4.3	Condizioni elementari e combinazioni di carico.....	13
4.4	Sistemi di riferimento ed unità di misura	18
5.	ANALISI DEI CARICHI	19
5.1	Peso proprio elementi strutturali.....	19
5.2	Carichi strutturali trasmessi dall’impalcato.....	20
5.3	Carichi da traffico verticali	20
5.4	Effetti dinamici	22
5.5	Disposizione treni di carico.....	22
5.6	Carichi da traffico orizzontali	26
5.6.1	<i>Forza centrifuga</i>	26
5.6.2	<i>Serpeggio</i>	28
5.6.3	<i>Frenatura ed avviamento</i>	29
5.6.4	<i>Forza d’attrito</i>	30
5.6.5	<i>Azione del Vento</i>	30
5.7	Azione Sismica	33
5.7.1	<i>Inquadramento Sismico</i>	34
5.7.2	<i>Definizione della domanda sismica</i>	35
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 Idrostatica.....	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 VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P16	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	REV. B

6.1.1	Configurazione 1	47
6.1.2	Configurazione 2	53
6.1.3	Configurazione 3	59
6.2	Tabella 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	PLINTO DI FONDAZIONE.....	91
9.1	Dimensionamento armature	93
9.2	Verifica a presso-flessione.....	94
9.2.1	Direzione trasversale.....	94
9.2.2	Direzione longitudinale.....	99
9.3	Verifica a punzonamento	104
10	PALI DI FONDAZIONE.....	105
10.1	Ridistribuzione sollecitazioni testa palo	105
10.2	Verifica strutturale	105
10.3	Verifica a taglio	113
11	INCIDENZE	114

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pila – P16	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	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 VI06 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 16 che rappresenta la tipologica per tutte le pile di altezza minore o uguale a 19.30m, con impalcato 25m.

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

1.1 Descrizione dell'opera

Il viadotto VI06 attraversa un corso d'acqua maggiore e corre parallelamente alla linea torica. Il viadotto è a doppio binario, ha uno sviluppo complessivo di 1030m, ed è costituito da 26 campate isostatiche di luce 25m, 40m, 50m e 60m (asse pila-asse pila/ asse pila-asse giunto spalla). Le campate da 25 m sono realizzate con un impalcato in cap a quattro travi.

Le pile sono realizzate in c.a. gettato in opera, sono di forma circolare di dimensioni pari a 4.5m. 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 3metri e una pianta rettangolare di 13.2x9.6, 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 12 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.

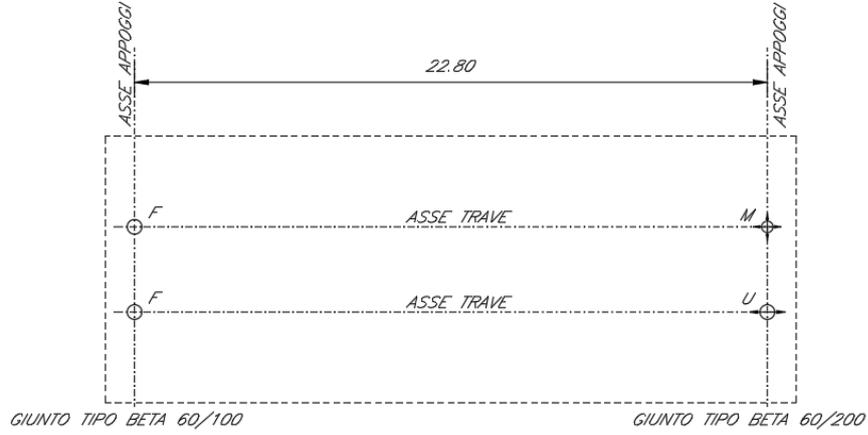
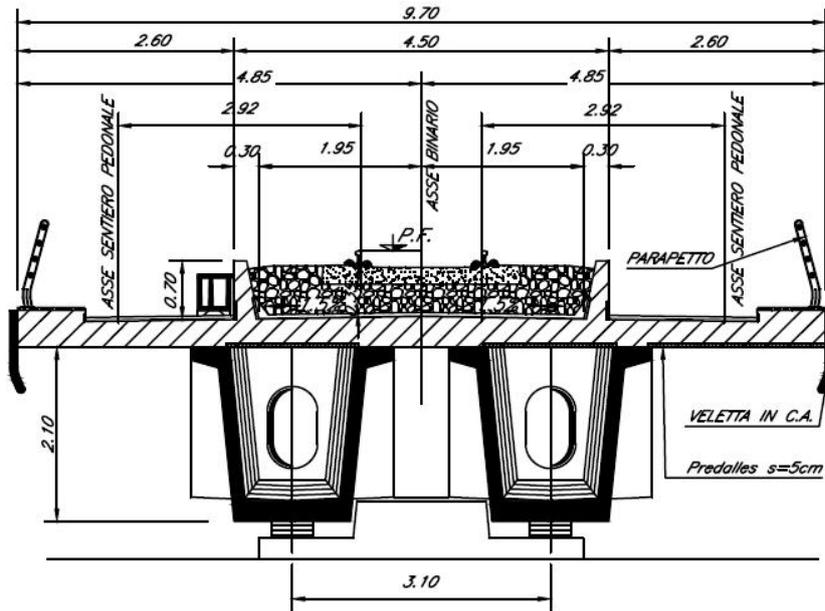
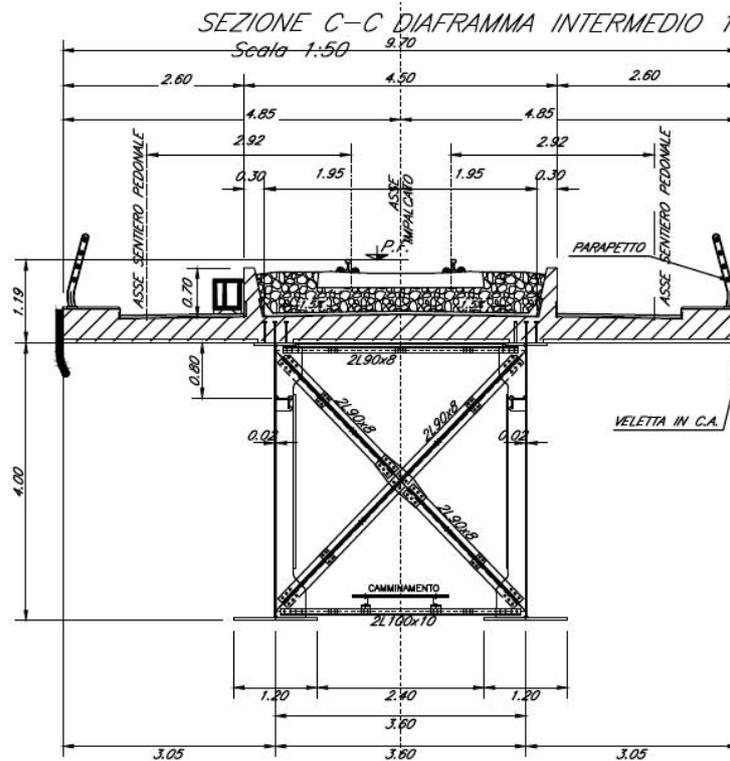
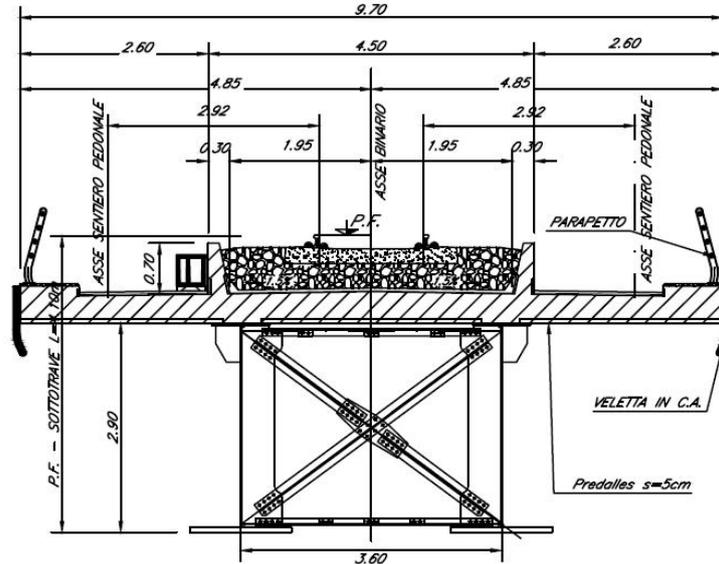


Figura 1: schema appoggi impalcati sx e dx





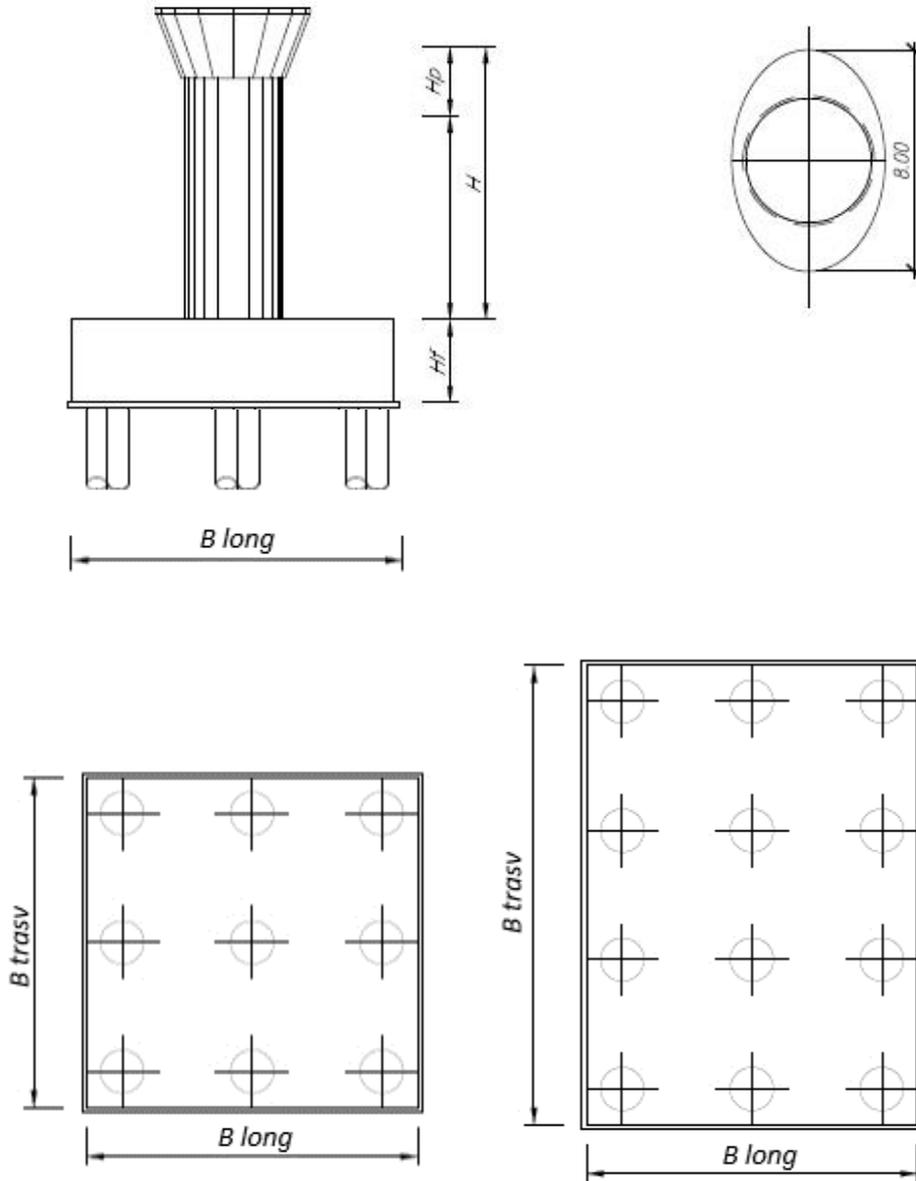


Figura 3: pianta, sezione e prospetti pila

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P16	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	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	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>

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P16</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	REV. B

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

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

- Acciaio ordinario per calcestruzzo armato

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

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

3.1 Verifiche SLE

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

3.1.1 Verifiche tensionali

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

tensione massima di compressione del calcestruzzo

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P16	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	REV. B

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

tensione massima di trazione dell'acciaio

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

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

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

3.1.2 Verifiche a fessurazione

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico frequente e combinazione quasi permanente. Essendo la struttura a contatto col terreno si considerano condizioni ambientali aggressive; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV]. In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente:

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

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azione	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	wk	Stato limite	wk
A	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
C	Molto Aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Tabella 2 - Descrizione delle condizioni ambientali

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

Risultando:

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P16	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	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 4.5m, una altezza complessiva di 19.30m. 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	19.3	m	
tipologia di sezione			circolare		
larghezza trasversale pila		b	0.000	m	
larghezza longitudinale pila		d	0.000	m	
raggio della sezione		R	2.25	m	
area della sezione		A	15.904	m ²	
inerzia sezione direzione trasversale		I11	20.129	m ⁴	
inerzia sezione direzione longitudinale		I22	20.129	m ⁴	
calcestruzzo		fck	32	MPa	
massa pulvino		mp	6879	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	2552	kN	
FONDAZIONE					
asse minore ellisse		a	13.2	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	110.8	m ³	
peso di volume del terreno		y	19	kN/3	
Ulteriori distanze e bracci					
distanza asse pila e appoggi per momento longitud.		il	1.2		
interasse tra i binari (se singolo 0)		ib	4	m	
dist. tra interasse del singolo binario e asse pila		a	2	m	

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo <i>Relazione di calcolo Pile – P16</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	REV. B

4.2 Modelli di analisi e verifica

Le sollecitazioni di verifica della pila sono state determinate a partire dai valori delle risultanti delle azioni trasmesse dagli impalcati alla quota degli apparecchi di appoggio alle quali sono state combinate le azioni determinate dalle azioni date dalle forze di inerzia e dal peso proprio delle sottostrutture. Il modello della struttura è stato implementato in un foglio di calcolo appositamente realizzato per la valutazione delle azioni agenti sulle singole parti della struttura, quali fusto pila e plinto. Per l'analisi e la verifica del plinto di fondazione, si è utilizzato un modello, a seconda della geometria, di tirante-puntone o trave inflessa.

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

4.3 Condizioni elementari e combinazioni di carico

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

2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Nome Combinazione	G1	G2	Treno	Treno scarico	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver	Idra
A1_SLU_gr1_Treno_	1.35	1.5	1.45	0	0.725	1.45	1.45	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr2_Scarico_	1.35	1.5	0	1.45	0	1.45	1.45	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr3_Fre/avv_	1.35	1.5	1.45	0	1.45	0.725	0.725	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr4_centrif_	1.35	1.5	1.16	0	1.16	1.16	1.16	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr1+vento_	1.35	1.5	1.45	0	0.725	1.45	1.45	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr2+vento_	1.35	1.5	0	1.45	0	1.45	1.45	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr3+vento_	1.35	1.5	1.45	0	1.45	0.725	0.725	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr4+vento_	1.35	1.5	1.16	0	1.16	1.16	1.16	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr1_	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr2_	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr3_	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr4_	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr1_	1.35	1.5	1.16	0	0.58	1.16	1.16	0.72	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr2_	1.35	1.5	0	1.16	0	1.16	1.16	0.72	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr3_	1.35	1.5	1.16	0	1.16	0.58	0.58	0.72	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr4_	1.35	1.5	1.16	0	1.16	1.16	1.16	0.9	0	0	0	0	1.5
SLE_rar_gr1_Treno_	1	1	1	0	0.5	1	1	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr2_Scarico_	1	1	0	1	0	1	1	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr3_Fre/avv_	1	1	1	0	1	0.5	0.5	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr4_centrif_	1	1	0.8	0	0.8	0.8	0.8	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr1+vento_	1	1	1	0	0.5	1	1	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_gr2+vento_	1	1	0	1	0	1	1	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_gr3+vento_	1	1	1	0	1	0.5	0.5	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_gr4+vento_	1	1	0.8	0	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr1_	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr2_	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr3_	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr4_	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_fre_gr1_Treno_	1	1	0.8	0	0.4	0.8	0.8	0.4	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr2_Scarico_	1	1	0	0.8	0	0.8	0.8	0.4	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr3_Fre/avv_	1	1	0.8	0	0.8	0.4	0.4	0.4	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr4_centrif_	1	1	0.8	0	0.8	0.8	0.8	0.5	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr1+vento_	1	1	0.8	0	0.4	0.8	0.8	0.4	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr2+vento_	1	1	0	0.8	0	0.8	0.8	0.4	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr3+vento_	1	1	0.8	0	0.8	0.4	0.4	0.4	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr4+vento_	1	1	0.8	0	0.8	0.8	0.8	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr1_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr2_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr3_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr4_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_gr1_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr2_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0.2	0	0	0	1

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

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

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

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

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

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

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

4.4 Sistemi di riferimento ed unità di misura

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P16	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	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:

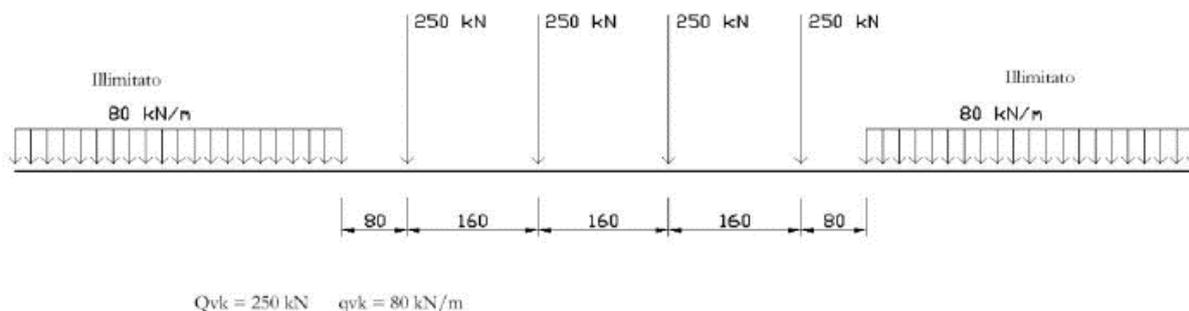
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	4978	0
scarichi estradosso Pila - G2	4674	0
scarichi estradosso Fondazione - G1	13929	0
scarichi estradotto Fondazione - G2	4674	0
scarichi sui Pali - G1	26592	0
scarichi sui Pali - G2	4674	0

5.3 Carichi da traffico verticali

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

➤ *Modello di carico LM71*

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



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

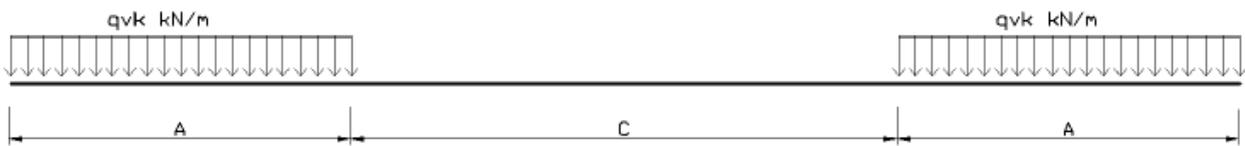
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P16	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	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 VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P16	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	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	4742	786	474
COMBO ML	2731	3278	273
COMBO MT	4742	786	474

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

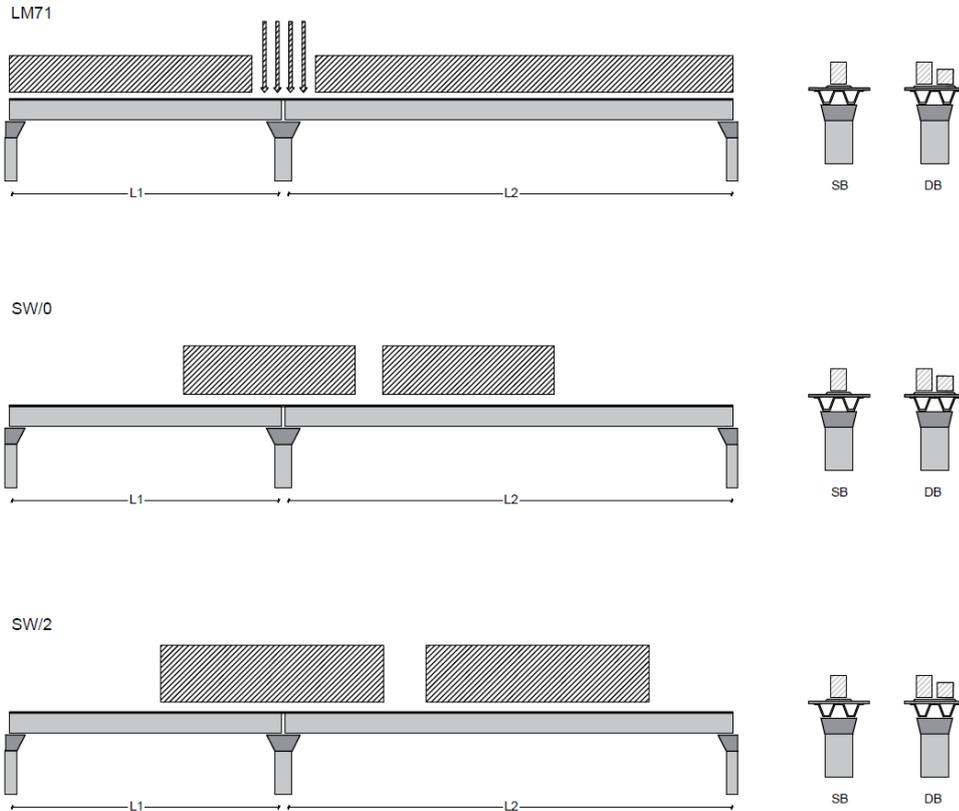


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

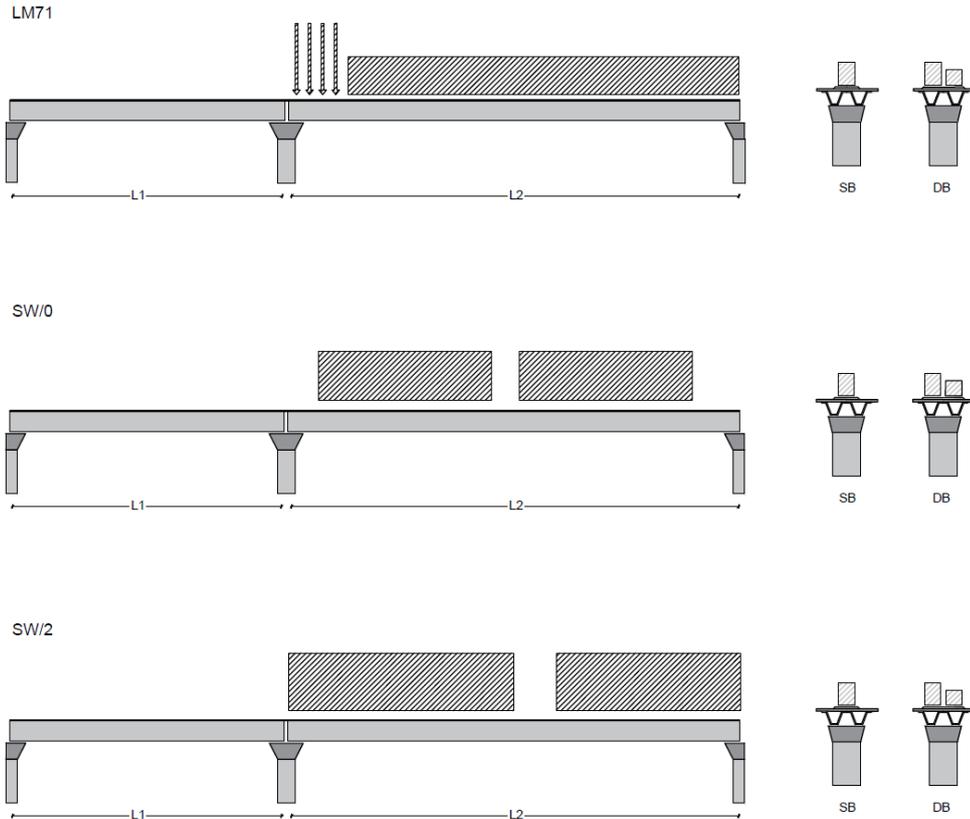


Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

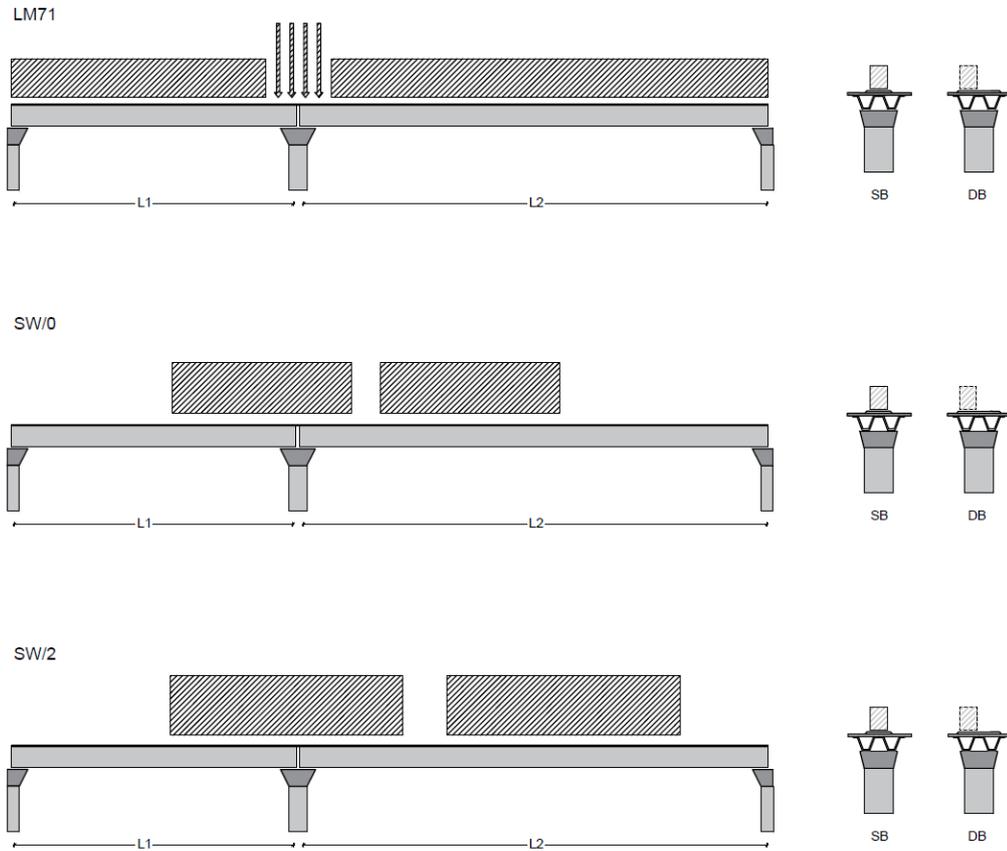


Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P16</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	REV. B

5.6 Carichi da traffico orizzontali

5.6.1 Forza centrifuga

raggio di curvatura					R	2990	m
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	km/h
						SX	
lunghezza di influenza della parte curva del binario					Lf	38	m
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.801794	
LM71 e SW/0							
Per i modelli di carico LM71 e SW l'azione centrifuga si dovrà determinare partendo dall'espressione generale ai valori di V, α , e f in base al contenuto della tabella 1.4.3.1-1 seguente.							
						SX	
LM71 caso a							
velocità massima					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	300.3	kN x asse
valore caratteristico dei carichi verticali					qvk	96.1	kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga					Qtk	12.5	kN x asse
valore caratteristico della forza centrifuga					qtk	4.0	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	0.80	
coefficiente di adattamento					a	1.0	

	valore caratteristico dei carichi verticali			Qvk	273.0	kN x asse
	valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	87.4	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			Qtk	14.8	kN x asse
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	4.7	kN/m
SW/2						
Per quanto riguarda il modello di carico SW/2 si deve assumere: una velocità V non superiore a 100 km/h, un valore di f pari ad 1 ed il valore di α pari a 1,						
	velocità massima compatibile con il tracciato della linea			Vmax	100	
	fattore di riduzione funzione della Lf e della V			f	1.00	
	coefficiente di adattamento			a	1.00	
	valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	163.82	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	4.31	kN/m

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

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

Riassumendo:

	Qtk sx	qtk sx	Qtk dx	qtk dx	F testa Pila	Mom Trac
	KN	KN/m	KN	KN/m	KN	KN/m
Fcen_SW/2_1	0	4.3141755	0	4.31418	172.567	911.154

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P16	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	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 baggioli e apparecchi d'appoggio				0.45	m
altezza impalcato + soletta				2.15	m
armamento				0.88	m
incremento altezza rotaia + alta				0.1	m
valore caratteristico della Forza			Fsk	100	kN
valore caratteristico Momento Tra			Msk	358	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 VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P16</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	REV. B

5.6.3 Frenatura ed avviamento

numero di binari				Singolo	
combinazione treni				SW/2	
posizionamento vincolo fissi				caso peggiore	
estradosso pulvino sommità binario		H	3.48	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 VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P16	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	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	4978	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg2	4674	kN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili		Vq	5406	kN
coefficiente d'attrito (da assum. In relazione alle cart. App.)		f	0.04	
forza d'attrito trasmessa alla pila		Fa	293.5	kN
momento longitudinale in testa pila		M	132.1	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	294	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	19	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	19.45	m
	altezza di riferimento	z	23.025	m
	coefficiente di topografia	ct	1	
	coefficiente di esposizione	ce	2.91	
	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	1557.47	n/m ²
	larghezza impalcato	d	9.7	m
	altezza impalcato+soletta	z3	2.15	m
	armamento	z4	0.88	m
	altezza treno	z5a	4	m
	altezza barriere	z5b	5	m
	altezza di impatto treno o barriere	htot	7.15	m
		d/h	1.35664	
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.02692	
	forza trasversale	fx	22.6	
	forza equivalente in testa pila	Fx	902.9	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	3634.0	kn/m

ponte scarico				
altezza di impatto treno o barriere	htot	7.03	m	
rapporto geometrico	d/h	1.3798		
coefficiente di forza trasversale	cfx	2.02055		
forza trasversale	fx	22.1		
forza equivalente in testa pila	Fx	884.9	kN	
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	3508.7	kn/m	
VENTO SULLA PILA				
direzione trasversale				
altezza di riferimento	z	19	m	
coefficiente di topografia	ct	1		
coefficiente di esposizione	ce	2.77489		
densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m3	
pressione statica di riferimento	qr	535.732	n/m2	
pressione statica di picco	qpicco	1557.47	n/m2	
		1.55747	Kpa	
tipologia di sezione		circolare		
larghezza trasversale pila	b	0	m	
larghezza longitudinale pila	d	0	m	
raggio della sezione	R	2.25	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	1.3E+07		
materiale pila		cls ruvido		
rugosità equivalente	k	1	mm	
rapporto	k/b	0.00044		

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P16</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	REV. B

	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.90647	
	rapporto geometrico	l/b	4.22222	
	snellezza effettiva	λ	4.22222	
	rapporto di solidità	ϕ	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.65949	
	forza trasversale	f tras	0.9	
	forza equivalente in testa pila	F tras	17.7	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	11.4	m
direzione longitudinale				
	tipolgoia di sezione		circolare	
	larghezza trasversale pila	b	0	m
	larghezza longitudinale pila	d	0	m
	raggio della sezione	R	2.25	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	0.90647	
	rapporto geometrico	l/b	4.22222	
	snellezza effettiva	λ	4.22222	
	rapporto di solidità	ϕ	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.65949	
	forza longitudinale	f lon	0.93107	
	forza equivalente in testa pila	F lon	17.6903	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	11.4	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 VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P16</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	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.

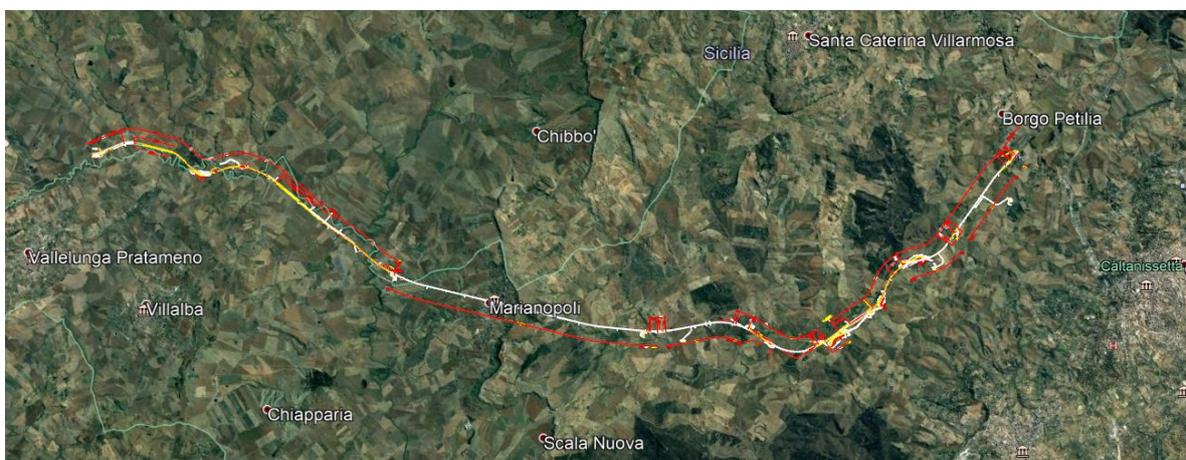


Figura 4 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P16	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	REV. B

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

LOTTO 4A							
Viadotto Fer.	Binario	n° camp	L tot [m]	Rcurv. [m]	altitudine [m]	N [se]	E [se]
VI02	S	4	100	inf	380	37.53614	14.067697
VI51	S	4	100	inf	380	37.53614	14.067697
VI03	S	10	305	1050	380	37.534363	14.074269
VI04	S	4	140	1050	380	37.534363	14.074269
VI05	S	19	560	1800	364	37.527275	14.084883
VI06	S	26	1030	2990	294	37.52942	14.12812
VI07	D	27	805	inf	320	37.542784	14.177191

5.7.2 Definizione della domanda sismica

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

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione:

Elaborazioni grafiche

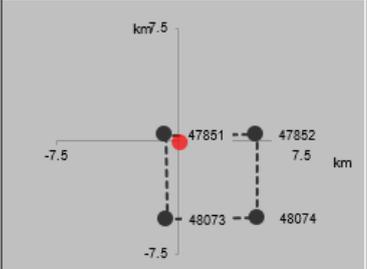
Grafici spettri di risposta ➔

Variabilità dei parametri ➔

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri ➔

Nodi del reticolo intorno al sito

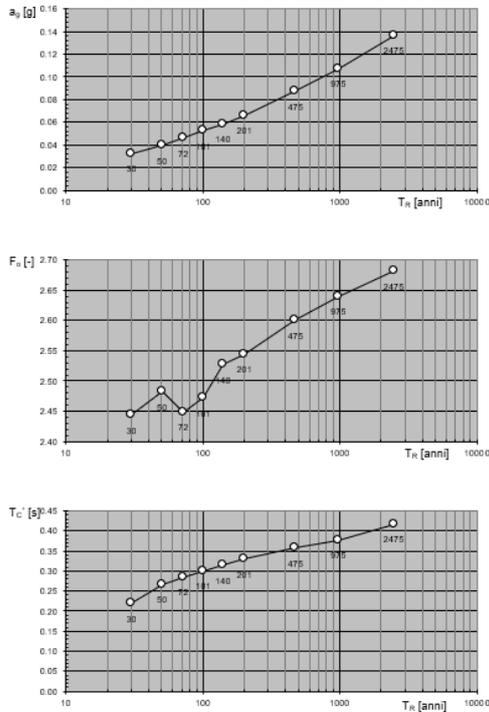


La "Ricerca per comune" utilizza le ... coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che ... all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

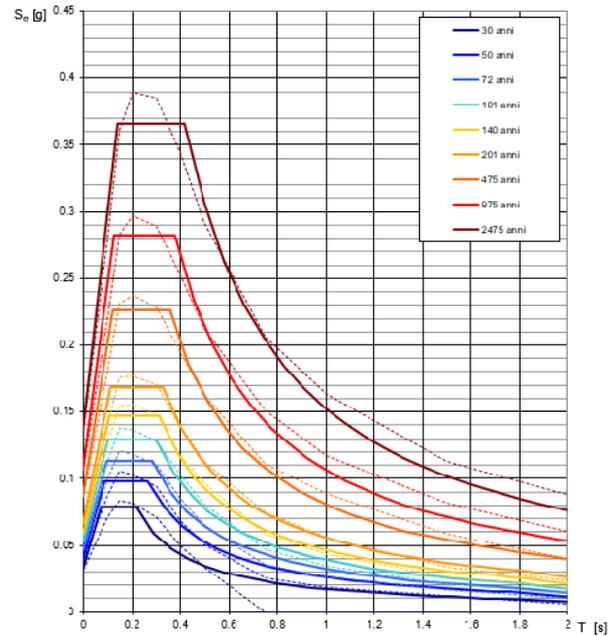
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri_NTC"

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



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

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



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

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

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

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

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

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

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

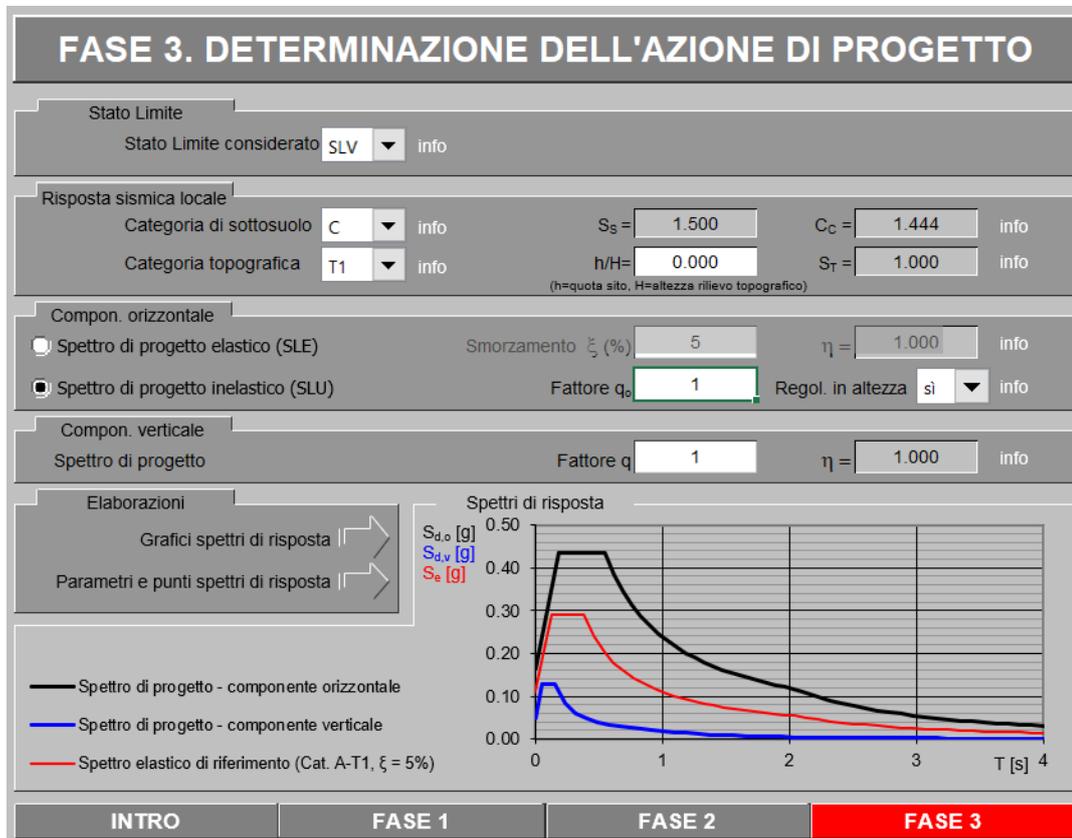
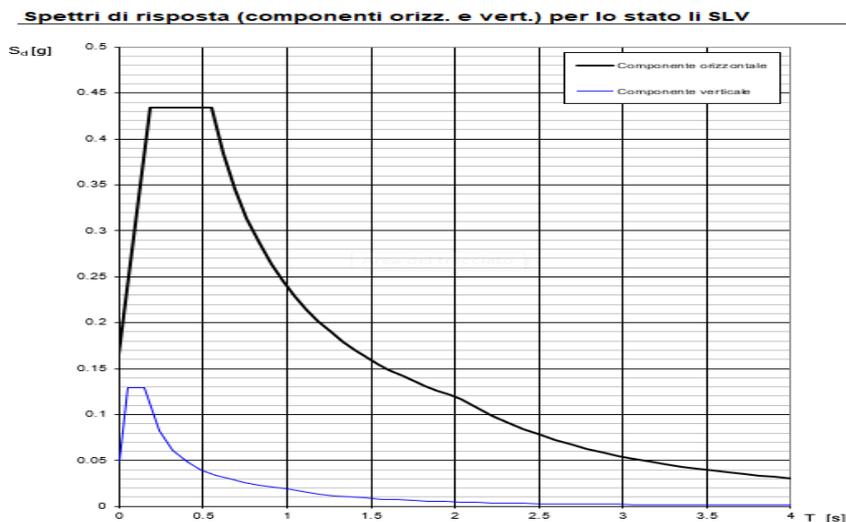


Figura 8 - Definizione della domanda sismica allo SLV



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

Figura 9 - Spettro in accelerazione SLV orizzontale e verticale

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.099 g
F_0	2.638
T_c	0.511 s
S_s	1.500
C_c	1.310
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.223 s
T_C	0.670 s
T_D	1.938 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.149
T_B	0.223	0.394
T_C	0.670	0.394
	0.733	0.360
	0.796	0.331
	0.860	0.307
	0.923	0.286
	0.986	0.267
	1.049	0.251
	1.113	0.237
	1.176	0.224
	1.239	0.213
	1.302	0.203
	1.366	0.193
	1.429	0.185
	1.492	0.177
	1.555	0.170
	1.619	0.163
	1.682	0.157
	1.745	0.151
	1.808	0.146
	1.871	0.141
	1.935	0.136
T_D	1.938	0.132
	2.093	0.120
	2.189	0.110
	2.284	0.101
	2.379	0.093
	2.475	0.086
	2.570	0.080
	2.665	0.074
	2.761	0.069
	2.856	0.065
	2.951	0.061
	3.047	0.057
	3.142	0.053
	3.237	0.050
	3.333	0.047
	3.428	0.045
	3.523	0.042
	3.619	0.040
	3.714	0.038
	3.809	0.036
	3.905	0.035
	4.000	0.033

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 VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P16</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	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.

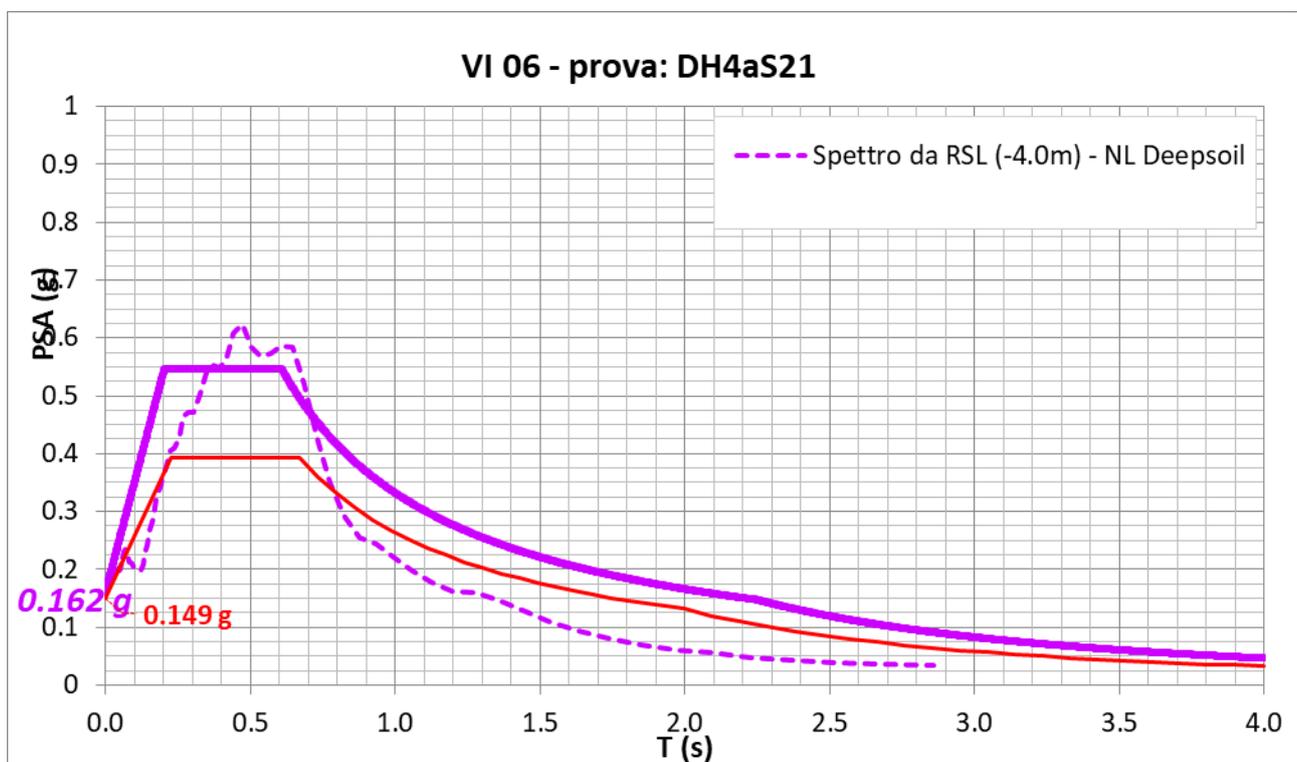
Nella scrittura delle combinazioni di carico si è distinta la posizione del convoglio per massimizzare le singole sollecitazioni (N,Mx,My,Tx,Ty), identificando tre configurazioni, ovvero tre masse statiche.

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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P16	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	REV. B

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.



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	5463	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	1093	kN
			0	
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	9652	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	10745	kN
1/5 della massa sismica sopra la pila		1/5 Mimp t	2149	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	6879	kN
massa efficace pila		Mpe	4485	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long		Mtot long	15229	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			NO per -2336 KN
Direzione Trasversale				
massa treno per direzione long		Com Mmax	4742	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	948	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	9652	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	10600	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	6879	kN
massa efficace pila		Mpe	4485	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv		Mtot tras	15085	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			NO per -2364.8 KN
Direzione Verticale				
massa treno per direzione long		Com Mmax	4742	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	948	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	9652	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	10600	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	6879	kN
massa efficace pila		Mpe	4485	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert		Mtot vert	15085	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			NO per -2364.8 KN

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P16	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	REV. B

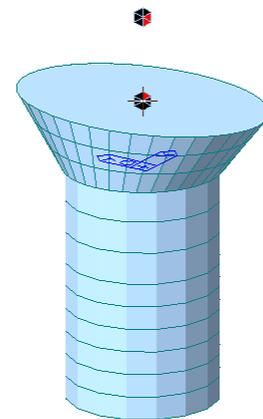
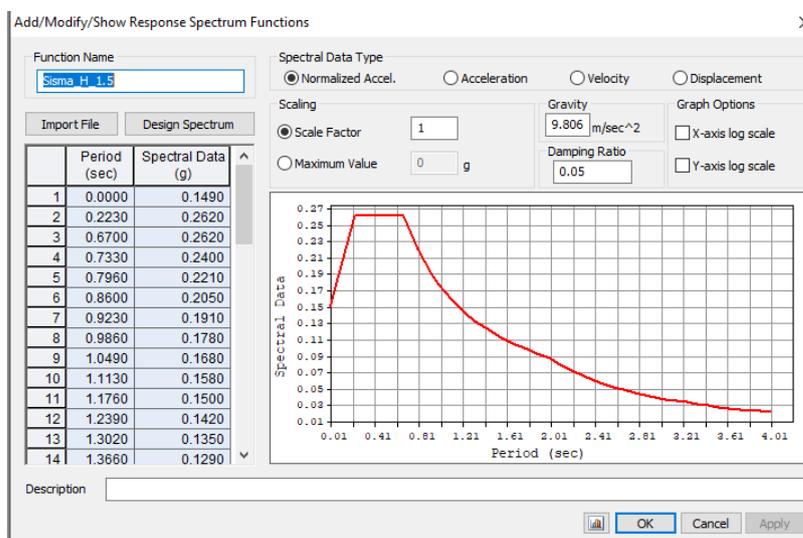
5.7.6 Analisi statica equivalente

area della sezione	A	15.90	m ²
inerzia sezione direzione trasversale	I11	20.13	m ⁴
inerzia sezione direzione longitudinale	I22	20.13	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	19.30	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	19.75	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv	K _{tra}	9.9E+07	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long	K _{long}	1.4E+08	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert	K _{vert}	2.4E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale	T _{tra}	0.79	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale	T _{long}	0.65	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale	T _{vert}	0.05	sec

Tabella Riassuntiva	SLV			SLD	
	q=1.5	q=1.36	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.30	0.30	0.45	0.20	g
accelerazione componente longitudinale	0.36	0.36	0.55	0.25	g
accelerazione componente verticale	0.11	0.11	0.11	0.04	g
Sforzo assiale	1686	1686	1686	547	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	4520	4972	6780	3059	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinal	5551	6106	8326	3863	kN
Momento flessionale trasversale	101156	111271	151734	68457	kN m
Momento flessionale longitudinale	109724	120687	164539	76387	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	1684.07	4879.34	5528.88	97276.29	98271.26
SISMA q=1	1684.07	7313.25	8287.25	145952.3	147400.72
SISMA sld	594.39	3343.28	3845.16	66688.9	68385.79

quindi si procede con tali

5.8 Azione Idrostatica

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

6.3.5 Escavazioni localizzate viadotto VI06

Pila	Tirante idraulico [m]	Velocità [m/s]	Incidenza pila-corrente [°]	Forma pila	Base pila [m]	Lunghezza pila [m]	Forma plinto	Base plinto [m]	Lunghezza plinto [m]	d50 [mm]	Scavo [m]	
P01	0.00	0.00	8	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P02	0.00	0.00	9	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P03	2.56	1.01	31	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	5.29	plinto scoperto
P04	3.96	2.31	35	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	9.92	plinto scoperto
P05	4.28	1.84	33	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	8.53	plinto scoperto
P06	4.30	2.30	37	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	10.12	plinto scoperto
P07	3.49	3.01	31	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	11.58	plinto scoperto
P08	3.32	3.00	24	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	11.12	plinto scoperto
P09	3.63	2.75	24	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	10.58	plinto scoperto
P10	2.38	3.53	41	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	12.78	plinto scoperto
P11	2.02	3.11	41	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	11.43	plinto scoperto
P12	1.85	3.57	47	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	12.51	plinto scoperto
P13	1.43	3.64	41	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	12.17	plinto scoperto
P14	1.77	2.22	24	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	8.40	plinto scoperto
P15	1.42	0.17	23	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.48	plinto non scoperto
P16	0.60	0.92	39	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	4.23	plinto scoperto
P17	0.00	0.00	17	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P18	0.00	0.00	17	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P19	0.00	0.00	17	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P20	0.00	0.00	17	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P21	0.00	0.00	17	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P22	0.00	0.00	17	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P23	0.00	0.00	17	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P24	0.00	0.00	17	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P25	0.00	0.00	17	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo

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

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

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

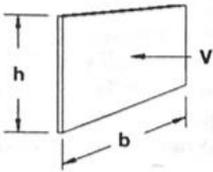
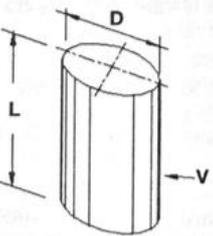
Forme	N.r Reynolds	Dimensioni	Coefficiente C_n
	$> 10^3$	$\frac{b}{h} = 1$ 5 10 ∞	1.16 1.20 1.50 1.90
	10^5	$\frac{L}{D} = 1$ 2 5 10 20 40 ∞	0.63 0.68 0.74 0.82 0.90 0.98 1.20
	$> 5 \times 10^5$	$\frac{L}{D} = 5$ ∞	0.35 0.34

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

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

velocità dell'acqua	v	0.92	m/sec
densità dell'acqua	ro	1	kN sec ² /m ⁴
altezza di riinterro pila	hri	1.5	m
altezza della pila	hp	19.3	m
altezza idrica Tr 300	h300	0.6	m
scalzamento massimo Tr300	dl	4.23	m
tipologia di sezione		circolare	m
larghezza trasversale pila	b	0	m
larghezza longitudinale pila	d	0	m
raggio della sezione	r	2.25	m
rapporto geometrico	L/D	0.002444	m
viscosità cinematica	mi	0.000894	N s/m ²
numero di Reynolds	Re	4630872	
coefficiente di forma	Cd	0.35	*
* si utilizzano le formulazioni di Pietrangeli per pile ellittiche			

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P16</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	REV. B

pressione dell'acqua		p	0.14812	kN/m ²	
forza risultante		Fidro	17.66944	kN	
momento alla base pila		Mpila	-22.4286	kN	

tabella riassuntiva - Tr300			
	Fusto pila	Fondazioni	Pali
h	2.1	2.73	0
D	2.25	9.6	1.2
L/D	0.933	3.516483516	0
Re	2.32E+06	9.88E+06	1.23E+06
forma	smussara	rettangolare	circolare
Cd	0.35	1.18	0.35
p	0.14812	0.499376	0.14812
B	2.25	9.6	6
F	0.70	16.97	0.00
M	0.73	-23.16	0.00

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, soprattutto a livello geotecnico il palo non è influenzato da tale azione.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P16</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	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	20607.5	837.375	596.631	1517.02	2164.68	
A1_SLU_gr2_Scarico_2	14282.3	0	368.924	0	1374.59	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	20607.5	1674.75	471.52	1893.84	1504.09	
A1_SLU_gr4_centrif_4	19232.3	1339.8	497.078	1515.07	1740.64	
A1_SLU_gr1+vento_5	20607.5	853.754	1640.3	1517.02	7075.14	
A1_SLU_gr2+vento_6	14282.3	16.3793	1412.6	0	6285.05	
A1_SLU_gr3+vento_7	20607.5	1691.13	1515.19	1893.84	6414.55	
A1_SLU_gr4+vento_8	19232.3	1356.18	1540.75	1515.07	6651.1	
A1_SLU_vento_gr1_9	19232.3	697.199	2177.15	1213.62	9898.02	
A1_SLU_vento_gr2_10	14172.1	27.2989	2031.42	0	9282.34	
A1_SLU_vento_gr3_11	19232.3	1367.1	2077.06	1515.07	9369.55	
A1_SLU_vento_gr4_12	19232.3	1367.1	2236.53	1515.07	9924.74	
SLE_rar_gr1_Treno_14	14394.2	577.5	352.291	1046.22	1466.25	
SLE_rar_gr2_Scarico_15	10032	0	247.597	0	944.917	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	14394.2	1155	266.007	1306.1	1010.67	
SLE_rar_gr4_centrif_17	13445.8	924	295.015	1044.88	1178.93	
SLE_rar_gr1+vento_18	14394.2	588.42	1048.07	1046.22	4739.89	
SLE_rar_gr2+vento_19	10032	10.9195	943.379	0	4218.56	
SLE_rar_gr3+vento_20	14394.2	1165.92	961.789	1306.1	4284.32	
SLE_rar_gr4+vento_21	13445.8	934.92	990.796	1044.88	4452.57	
SLE_rar_vento_gr1_22	13445.8	480.199	1423.26	836.977	6620.87	
SLE_rar_vento_gr2_23	9956	18.1992	1356.25	0	6211.34	
SLE_rar_vento_gr3_24	13445.8	942.199	1354.23	1044.88	6256.41	
SLE_rar_vento_gr4_25	13445.8	942.199	1454.65	1044.88	6635	

SLE_fre_gr1_Treno_27	13445.8	462	242.694	836.977	1155.39
SLE_fre_gr2_Scarico_28	9956	0	186.858	0	750.885
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	13445.8	924	173.667	1044.88	790.928
SLE_fre_gr4_centrif_30	13445.8	924	268.854	1044.88	1167.16
SLE_fre_gr1+vento_31	13445.8	465.64	474.621	836.977	2246.6
SLE_fre_gr2+vento_32	9956	3.63985	418.785	0	1842.1
SLE_fre_gr3+vento_33	13445.8	927.64	405.595	1044.88	1882.14
SLE_fre_gr4+vento_34	13445.8	927.64	500.782	1044.88	2258.37
SLE_fre_vento_gr1_35	9652	9.09962	634.743	0	2752.75
SLE_fre_vento_gr2_36	9652	9.09962	634.743	0	2752.75
SLE_fre_vento_gr3_37	9652	9.09962	634.743	0	2752.75
SLE_fre_vento_gr4_38	9652	9.09962	634.743	0	2752.75
SLE_fre_gr1_temp39	9652	3.63985	297.837	0	1120.87
SLE_fre_gr2_temp40	9652	3.63985	297.837	0	1120.87
SLE_fre_gr3_temp41	9652	3.63985	297.837	0	1120.87
SLE_fre_gr3_temp42	9652	3.63985	297.837	0	1120.87
SLE_qp_gr1_Treno_44	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr2_Scarico_45	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr4_centrif_47	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr1+vento_48	9652	3.63985	286.852	0	1115.93
SLE_qp_gr2+vento_49	9652	3.63985	286.852	0	1115.93
SLE_qp_gr3+vento_50	9652	3.63985	286.852	0	1115.93
SLE_qp_gr4+vento_51	9652	3.63985	286.852	0	1115.93
SLE_qp_vento_gr1_52	9652	3.63985	286.852	0	1115.93
SLE_qp_vento_gr2_53	9652	3.63985	286.852	0	1115.93
SLE_qp_vento_gr3_54	9652	3.63985	286.852	0	1115.93
SLE_qp_vento_gr4_55	9652	3.63985	286.852	0	1115.93
SLE_qp_gr1_temp56	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr2_temp57	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_temp58	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_temp59	9652	0	54.9252	0	24.7163
E_103x_SLV_q=1.5_60	10157.2	5532.52	1750.65	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	10157.2	1662.3	5166.19	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	11336.1	1662.3	1750.65	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	10157.2	6085.41	1897.03	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	10157.2	1828.17	5654.13	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	11336.1	1828.17	1897.03	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	10157.2	8290.89	2480.83	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	10157.2	2489.81	7600.1	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	11336.1	2489.81	2480.83	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	9830.32	3848.8	1289.84	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	9830.32	1157.19	3630.13	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	10246.4	1157.19	1289.84	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	32852.9	837.375	596.631	17678.4	13679.7
A1_SLU_gr2_Scarico_2	26527.6	0	368.924	0	8494.81
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	32852.9	1674.75	471.52	34216.5	10604.4
A1_SLU_gr4_centrif_4	31477.6	1339.8	497.078	27373.2	11334.3
A1_SLU_gr1+vento_5	32852.9	853.754	1640.3	17994.5	38733
A1_SLU_gr2+vento_6	26527.6	16.3793	1412.6	316.121	33548.2
A1_SLU_gr3+vento_7	32852.9	1691.13	1515.19	34532.6	35657.8
A1_SLU_gr4+vento_8	31477.6	1356.18	1540.75	27689.3	36387.6
A1_SLU_vento_gr1_9	31477.6	697.199	2177.15	14669.6	51917.1
A1_SLU_vento_gr2_10	26417.4	27.2989	2031.42	526.868	48488.7
A1_SLU_vento_gr3_11	31477.6	1367.1	2077.06	27900.1	49456.9
A1_SLU_vento_gr4_12	31477.6	1367.1	2236.53	27900.1	53089.8
SLE_rar_gr1_Treno_14	23464.8	577.5	352.291	12192	8265.46
SLE_rar_gr2_Scarico_15	19102.6	0	247.597	0	5723.54
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	23464.8	1155	266.007	23597.6	6144.61
SLE_rar_gr4_centrif_17	22516.4	924	295.015	18878.1	6872.71
SLE_rar_gr1+vento_18	23464.8	588.42	1048.07	12402.7	24967.7
SLE_rar_gr2+vento_19	19102.6	10.9195	943.379	210.747	22425.8
SLE_rar_gr3+vento_20	23464.8	1165.92	961.789	23808.3	22846.8
SLE_rar_gr4+vento_21	22516.4	934.92	990.796	19088.8	23574.9
SLE_rar_vento_gr1_22	22516.4	480.199	1423.26	10104.8	34089.8
SLE_rar_vento_gr2_23	19026.6	18.1992	1356.25	351.245	32387.1
SLE_rar_vento_gr3_24	22516.4	942.199	1354.23	19229.3	32393.1
SLE_rar_vento_gr4_25	22516.4	942.199	1454.65	19229.3	34709.8
SLE_fre_gr1_Treno_27	22516.4	462	242.694	9753.58	5839.39
SLE_fre_gr2_Scarico_28	19026.6	0	186.858	0	4357.24
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	22516.4	924	173.667	18878.1	4142.71
SLE_fre_gr4_centrif_30	22516.4	924	268.854	18878.1	6356.05
SLE_fre_gr1+vento_31	22516.4	465.64	474.621	9823.83	11406.8
SLE_fre_gr2+vento_32	19026.6	3.63985	418.785	70.249	9924.65
SLE_fre_gr3+vento_33	22516.4	927.64	405.595	18948.3	9710.12
SLE_fre_gr4+vento_34	22516.4	927.64	500.782	18948.3	11923.5
SLE_fre_vento_gr1_35	18722.6	9.09962	634.743	175.623	15003.3

SLE_fre_vento_gr2_36	18722.6	9.09962	634.743	175.623	15003.3
SLE_fre_vento_gr3_37	18722.6	9.09962	634.743	175.623	15003.3
SLE_fre_vento_gr4_38	18722.6	9.09962	634.743	175.623	15003.3
SLE_fre_gr1_temp39	18722.6	3.63985	297.837	70.249	6869.14
SLE_fre_gr2_temp40	18722.6	3.63985	297.837	70.249	6869.14
SLE_fre_gr3_temp41	18722.6	3.63985	297.837	70.249	6869.14
SLE_fre_gr3_temp42	18722.6	3.63985	297.837	70.249	6869.14
SLE_qp_gr1_Treno_44	18722.6	0	54.9252	0	1084.77
SLE_qp_gr2_Scarico_45	18722.6	0	54.9252	0	1084.77
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	18722.6	0	54.9252	0	1084.77
SLE_qp_gr4_centrif_47	18722.6	0	54.9252	0	1084.77
SLE_qp_gr1+vento_48	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18
SLE_qp_gr2+vento_49	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18
SLE_qp_gr3+vento_50	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18
SLE_qp_gr4+vento_51	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18
SLE_qp_vento_gr1_52	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18
SLE_qp_vento_gr2_53	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18
SLE_qp_vento_gr3_54	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18
SLE_qp_vento_gr4_55	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18
SLE_qp_gr1_temp56	18722.6	0	54.9252	0	1084.77
SLE_qp_gr2_temp57	18722.6	0	54.9252	0	1084.77
SLE_qp_gr3_temp58	18722.6	0	54.9252	0	1084.77
SLE_qp_gr3_temp59	18722.6	0	54.9252	0	1084.77
E_103x_SLV_q=1.5_60	19227.8	5532.52	1750.65	98271.3	30298.8
E_103y_SLV_q=1.5_61	19227.8	1662.3	5166.19	29481.4	98392.2
E_103z_SLV_q=1.5_62	20406.7	1662.3	1750.65	29481.4	30298.8
E_103x_SLV_q=1.36_63	19227.8	6085.41	1897.03	108098	33217.1
E_103y_SLV_q=1.36_64	19227.8	1828.17	5654.13	32429.5	108120
E_103z_SLV_q=1.36_65	20406.7	1828.17	1897.03	32429.5	33217.1
E_103x_SLV_q=1_66	19227.8	8290.89	2480.83	147401	44901.6
E_103y_SLV_q=1_67	19227.8	2489.81	7600.1	44220.2	147068
E_103z_SLV_q=1_68	20406.7	2489.81	2480.83	44220.2	44901.6
E_103x_SLD_q=1_69	18900.9	3848.8	1289.84	68385.8	21122.6
E_103y_SLD_q=1_70	18900.9	1157.19	3630.13	20515.7	67804.8
E_103z_SLD_q=1_71	19317	1157.19	1289.84	20515.7	21122.6

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	49946.9	837.375	596.631	20190.5	15469.6
A1_SLU_gr2_Scarico_2	43621.7	0	368.924	0	9601.58
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	49946.9	1674.75	471.52	39240.8	12019
A1_SLU_gr4_centrif_4	48571.6	1339.8	497.078	31392.6	12825.5
A1_SLU_gr1+vento_5	49946.9	853.754	1640.3	20555.7	43653.9
A1_SLU_gr2+vento_6	43621.7	16.3793	1412.6	365.259	37785.9
A1_SLU_gr3+vento_7	49946.9	1691.13	1515.19	39606	40203.4
A1_SLU_gr4+vento_8	48571.6	1356.18	1540.75	31757.9	41009.8
A1_SLU_vento_gr1_9	48571.6	697.199	2177.15	16761.2	58448.5
A1_SLU_vento_gr2_10	43511.5	27.2989	2031.42	608.764	54583
A1_SLU_vento_gr3_11	48571.6	1367.1	2077.06	32001.4	55688.1
A1_SLU_vento_gr4_12	48571.6	1367.1	2236.53	32001.4	59799.4
SLE_rar_gr1_Treno_14	36127.1	577.5	352.291	13924.5	9322.33
SLE_rar_gr2_Scarico_15	31764.9	0	247.597	0	6466.34
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	36127.1	1155	266.007	27062.6	6942.63
SLE_rar_gr4_centrif_17	35178.6	924	295.015	21650.1	7757.76
SLE_rar_gr1+vento_18	36127.1	588.42	1048.07	14168	28111.9
SLE_rar_gr2+vento_19	31764.9	10.9195	943.379	243.506	25255.9
SLE_rar_gr3+vento_20	36127.1	1165.92	961.789	27306.1	25732.2
SLE_rar_gr4+vento_21	35178.6	934.92	990.796	21893.6	26547.3
SLE_rar_vento_gr1_22	35178.6	480.199	1423.26	11545.4	38359.5
SLE_rar_vento_gr2_23	31688.9	18.1992	1356.25	405.843	36455.8
SLE_rar_vento_gr3_24	35178.6	942.199	1354.23	22055.9	36455.8
SLE_rar_vento_gr4_25	35178.6	942.199	1454.65	22055.9	39073.7
SLE_fre_gr1_Treno_27	35178.6	462	242.694	11139.6	6567.47
SLE_fre_gr2_Scarico_28	31688.9	0	186.858	0	4917.81
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	35178.6	924	173.667	21650.1	4663.71
SLE_fre_gr4_centrif_30	35178.6	924	268.854	21650.1	7162.61
SLE_fre_gr1+vento_31	35178.6	465.64	474.621	11220.7	12830.7
SLE_fre_gr2+vento_32	31688.9	3.63985	418.785	81.1686	11181
SLE_fre_gr3+vento_33	35178.6	927.64	405.595	21731.2	10926.9
SLE_fre_gr4+vento_34	35178.6	927.64	500.782	21731.2	13425.8
SLE_fre_vento_gr1_35	31384.9	9.09962	634.743	202.921	16907.5
SLE_fre_vento_gr2_36	31384.9	9.09962	634.743	202.921	16907.5

SLE_fre_vento_gr3_37	31384.9	9.09962	634.743	202.921	16907.5
SLE_fre_vento_gr4_38	31384.9	9.09962	634.743	202.921	16907.5
SLE_fre_gr1_temp39	31384.9	3.63985	297.837	81.1686	7762.65
SLE_fre_gr2_temp40	31384.9	3.63985	297.837	81.1686	7762.65
SLE_fre_gr3_temp41	31384.9	3.63985	297.837	81.1686	7762.65
SLE_fre_gr3_temp42	31384.9	3.63985	297.837	81.1686	7762.65
SLE_qp_gr1_Treno_44	31384.9	0	54.9252	0	1249.55
SLE_qp_gr2_Scarico_45	31384.9	0	54.9252	0	1249.55
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	31384.9	0	54.9252	0	1249.55
SLE_qp_gr4_centrif_47	31384.9	0	54.9252	0	1249.55
SLE_qp_gr1+vento_48	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74
SLE_qp_gr2+vento_49	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74
SLE_qp_gr3+vento_50	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74
SLE_qp_gr4+vento_51	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74
SLE_qp_vento_gr1_52	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74
SLE_qp_vento_gr2_53	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74
SLE_qp_vento_gr3_54	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74
SLE_qp_vento_gr4_55	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74
SLE_qp_gr1_temp56	31384.9	0	54.9252	0	1249.55
SLE_qp_gr2_temp57	31384.9	0	54.9252	0	1249.55
SLE_qp_gr3_temp58	31384.9	0	54.9252	0	1249.55
SLE_qp_gr3_temp59	31384.9	0	54.9252	0	1249.55
E_103x_SLV_q=1.5_60	32051	7070.94	2212.18	119484	36935.4
E_103y_SLV_q=1.5_61	32051	3200.72	5627.72	39083.5	115275
E_103z_SLV_q=1.5_62	33605.3	3200.72	2212.18	39083.5	36935.4
E_103x_SLV_q=1.36_63	32051	7623.82	2358.56	130970	40292.8
E_103y_SLV_q=1.36_64	32051	3366.59	6115.65	42529.3	126467
E_103z_SLV_q=1.36_65	33605.3	3366.59	2358.56	42529.3	40292.8
E_103x_SLV_q=1_66	32051	9829.31	2942.35	176889	53728.7
E_103y_SLV_q=1_67	32051	4028.23	8061.63	56304.9	171253
E_103z_SLV_q=1_68	33605.3	4028.23	2942.35	56304.9	53728.7
E_103x_SLD_q=1_69	31618.3	4602.15	1515.84	82192.2	25670.1
E_103y_SLD_q=1_70	31618.3	1910.54	3856.14	26247.3	79373.2
E_103z_SLD_q=1_71	32162.8	1910.54	1515.84	26247.3	25670.1

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P16</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	REV. B

6.1.2 Configurazione 2

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA						
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv	
A1_SLU_gr1_Treno_72	17691.7	837.375	491.663	5129.32	1825.86	
A1_SLU_gr2_Scarico_73	14282.3	0	368.924	0	1374.59	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	17691.7	1674.75	366.552	5506.14	1165.28	
A1_SLU_gr4_centrif_75	16899.6	1339.8	413.103	4404.91	1469.59	
A1_SLU_gr1+vento_76	17691.7	853.754	1535.34	5129.32	6736.32	
A1_SLU_gr2+vento_77	14282.3	16.3793	1412.6	0	6285.05	
A1_SLU_gr3+vento_78	17691.7	1691.13	1410.22	5506.14	6075.74	
A1_SLU_gr4+vento_79	16899.6	1356.18	1456.78	4404.91	6380.05	
A1_SLU_vento_gr1_80	16899.6	697.199	2109.97	4103.46	9634.53	
A1_SLU_vento_gr2_81	14172.1	27.2989	2031.42	0	9282.34	
A1_SLU_vento_gr3_82	16899.6	1367.1	2009.88	4404.91	9106.06	
A1_SLU_vento_gr4_83	16899.6	1367.1	2152.56	4404.91	9653.69	
SLE_rar_gr1_Treno_85	12383.3	577.5	304.029	3537.47	1243.44	
SLE_rar_gr2_Scarico_86	10032	0	247.597	0	944.917	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	12383.3	1155	217.746	3797.34	787.867	
SLE_rar_gr4_centrif_88	11837.1	924	256.405	3037.87	1000.69	
SLE_rar_gr1+vento_89	12383.3	588.42	999.811	3537.47	4517.08	
SLE_rar_gr2+vento_90	10032	10.9195	943.379	0	4218.56	
SLE_rar_gr3+vento_91	12383.3	1165.92	913.527	3797.34	4061.51	
SLE_rar_gr4+vento_92	11837.1	934.92	952.187	3037.87	4274.33	
SLE_rar_vento_gr1_93	11837.1	480.199	1392.37	2829.97	6446.1	
SLE_rar_vento_gr2_94	9956	18.1992	1356.25	0	6211.34	
SLE_rar_vento_gr3_95	11837.1	942.199	1323.34	3037.87	6081.64	
SLE_rar_vento_gr4_96	11837.1	942.199	1416.04	3037.87	6456.75	
SLE_fre_gr1_Treno_98	11837.1	462	216.955	2829.97	982.935	
SLE_fre_gr2_Scarico_99	9956	0	186.858	0	750.885	
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	11837.1	924	147.928	3037.87	618.473	
SLE_fre_gr4_centrif_101	11837.1	924	236.68	3037.87	991.811	
SLE_fre_gr1+vento_102	11837.1	465.64	448.882	2829.97	2074.15	
SLE_fre_gr2+vento_103	9956	3.63985	418.785	0	1842.1	
SLE_fre_gr3+vento_104	11837.1	927.64	379.855	3037.87	1709.69	
SLE_fre_gr4+vento_105	11837.1	927.64	468.607	3037.87	2083.02	

SLE_fre_vento_gr1_106	9652	9.09962	634.743	0	2752.75
SLE_fre_vento_gr2_107	9652	9.09962	634.743	0	2752.75
SLE_fre_vento_gr3_108	9652	9.09962	634.743	0	2752.75
SLE_fre_vento_gr4_109	9652	9.09962	634.743	0	2752.75
SLE_fre_gr1_temp110	9652	3.63985	297.837	0	1120.87
SLE_fre_gr2_temp111	9652	3.63985	297.837	0	1120.87
SLE_fre_gr3_temp112	9652	3.63985	297.837	0	1120.87
SLE_fre_gr3_temp113	9652	3.63985	297.837	0	1120.87
SLE_qp_gr1_Treno_115	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr2_Scarico_116	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr4_centrif_118	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr1+vento_119	9652	3.63985	286.852	0	1115.93
SLE_qp_gr2+vento_120	9652	3.63985	286.852	0	1115.93
SLE_qp_gr3+vento_121	9652	3.63985	286.852	0	1115.93
SLE_qp_gr4+vento_122	9652	3.63985	286.852	0	1115.93
SLE_qp_vento_gr1_123	9652	3.63985	286.852	0	1115.93
SLE_qp_vento_gr2_124	9652	3.63985	286.852	0	1115.93
SLE_qp_vento_gr3_125	9652	3.63985	286.852	0	1115.93
SLE_qp_vento_gr4_126	9652	3.63985	286.852	0	1115.93
SLE_qp_gr1_temp127	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr2_temp128	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_temp129	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_temp130	9652	0	54.9252	0	24.7163
E_103x_SLV_q=1.5_131	10157.2	5532.52	1750.65	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	10157.2	1662.3	5166.19	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	11336.1	1662.3	1750.65	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	10157.2	6085.41	1897.03	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	10157.2	1828.17	5654.13	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	11336.1	1828.17	1897.03	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	10157.2	8290.89	2480.83	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	10157.2	2489.81	7600.1	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	11336.1	2489.81	2480.83	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	9816.04	3866.55	1204.57	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	9816.04	1162.51	3345.91	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	10198.8	1162.51	1204.57	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	29937.1	837.375	491.663	21290.7	11315
A1_SLU_gr2_Scarico_73	26527.6	0	368.924	0	8494.81
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	29937.1	1674.75	366.552	37828.8	8239.72
A1_SLU_gr4_centrif_75	29145	1339.8	413.103	30263.1	9442.48
A1_SLU_gr1+vento_76	29937.1	853.754	1535.34	21606.8	36368.3
A1_SLU_gr2+vento_77	26527.6	16.3793	1412.6	316.121	33548.2
A1_SLU_gr3+vento_78	29937.1	1691.13	1410.22	38144.9	33293.1
A1_SLU_gr4+vento_79	29145	1356.18	1456.78	30579.2	34495.8
A1_SLU_vento_gr1_80	29145	697.199	2109.97	17559.4	50357
A1_SLU_vento_gr2_81	26417.4	27.2989	2031.42	526.868	48488.7
A1_SLU_vento_gr3_82	29145	1367.1	2009.88	30789.9	47896.8
A1_SLU_vento_gr4_83	29145	1367.1	2152.56	30789.9	51198
SLE_rar_gr1_Treno_85	21453.9	577.5	304.029	14683.2	7111.21
SLE_rar_gr2_Scarico_86	19102.6	0	247.597	0	5723.54
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	21453.9	1155	217.746	26088.8	4990.36
SLE_rar_gr4_centrif_88	20907.7	924	256.405	20871.1	5949.31
SLE_rar_gr1+vento_89	21453.9	588.42	999.811	14894	23813.4
SLE_rar_gr2+vento_90	19102.6	10.9195	943.379	210.747	22425.8
SLE_rar_gr3+vento_91	21453.9	1165.92	913.527	26299.6	21692.6
SLE_rar_gr4+vento_92	20907.7	934.92	952.187	21081.8	22651.5
SLE_rar_vento_gr1_93	20907.7	480.199	1392.37	12097.8	33318.9
SLE_rar_vento_gr2_94	19026.6	18.1992	1356.25	351.245	32387.1
SLE_rar_vento_gr3_95	20907.7	942.199	1323.34	21222.3	31622.2
SLE_rar_vento_gr4_96	20907.7	942.199	1416.04	21222.3	33786.4
SLE_fre_gr1_Treno_98	20907.7	462	216.955	11746.6	5170.16
SLE_fre_gr2_Scarico_99	19026.6	0	186.858	0	4357.24
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	20907.7	924	147.928	20871.1	3473.48
SLE_fre_gr4_centrif_101	20907.7	924	236.68	20871.1	5559.74
SLE_fre_gr1+vento_102	20907.7	465.64	448.882	11816.8	10737.6
SLE_fre_gr2+vento_103	19026.6	3.63985	418.785	70.249	9924.65
SLE_fre_gr3+vento_104	20907.7	927.64	379.855	20941.3	9040.89
SLE_fre_gr4+vento_105	20907.7	927.64	468.607	20941.3	11127.1
SLE_fre_vento_gr1_106	18722.6	9.09962	634.743	175.623	15003.3

SLE_fre_vento_gr2_107	18722.6	9.09962	634.743	175.623	15003.3
SLE_fre_vento_gr3_108	18722.6	9.09962	634.743	175.623	15003.3
SLE_fre_vento_gr4_109	18722.6	9.09962	634.743	175.623	15003.3
SLE_fre_gr1_temp110	18722.6	3.63985	297.837	70.249	6869.14
SLE_fre_gr2_temp111	18722.6	3.63985	297.837	70.249	6869.14
SLE_fre_gr3_temp112	18722.6	3.63985	297.837	70.249	6869.14
SLE_fre_gr3_temp113	18722.6	3.63985	297.837	70.249	6869.14
SLE_qp_gr1_Treno_115	18722.6	0	54.9252	0	1084.77
SLE_qp_gr2_Scarico_116	18722.6	0	54.9252	0	1084.77
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	18722.6	0	54.9252	0	1084.77
SLE_qp_gr4_centrif_118	18722.6	0	54.9252	0	1084.77
SLE_qp_gr1+vento_119	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18
SLE_qp_gr2+vento_120	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18
SLE_qp_gr3+vento_121	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18
SLE_qp_gr4+vento_122	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18
SLE_qp_vento_gr1_123	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18
SLE_qp_vento_gr2_124	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18
SLE_qp_vento_gr3_125	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18
SLE_qp_vento_gr4_126	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18
SLE_qp_gr1_temp127	18722.6	0	54.9252	0	1084.77
SLE_qp_gr2_temp128	18722.6	0	54.9252	0	1084.77
SLE_qp_gr3_temp129	18722.6	0	54.9252	0	1084.77
SLE_qp_gr3_temp130	18722.6	0	54.9252	0	1084.77
E_103x_SLV_q=1.5_131	19227.8	5532.52	1750.65	98271.3	30298.8
E_103y_SLV_q=1.5_132	19227.8	1662.3	5166.19	29481.4	98392.2
E_103z_SLV_q=1.5_133	20406.7	1662.3	1750.65	29481.4	30298.8
E_103x_SLV_q=1.36_134	19227.8	6085.41	1897.03	108098	33217.1
E_103y_SLV_q=1.36_135	19227.8	1828.17	5654.13	32429.5	108120
E_103z_SLV_q=1.36_136	20406.7	1828.17	1897.03	32429.5	33217.1
E_103x_SLV_q=1_137	19227.8	8290.89	2480.83	147401	44901.6
E_103y_SLV_q=1_138	19227.8	2489.81	7600.1	44220.2	147068
E_103z_SLV_q=1_139	20406.7	2489.81	2480.83	44220.2	44901.6
E_103x_SLD_q=1_140	18886.7	3866.55	1204.57	76387.4	21653
E_103y_SLD_q=1_141	18886.7	1162.51	3345.91	22916.2	69572.8
E_103z_SLD_q=1_142	19269.4	1162.51	1204.57	22916.2	21653

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	47031.1	837.375	491.663	23802.8	12789.9
A1_SLU_gr2_Scarico_73	43621.7	0	368.924	0	9601.58
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	47031.1	1674.75	366.552	42853.1	9339.38
A1_SLU_gr4_centrif_75	46239	1339.8	413.103	34282.5	10681.8
A1_SLU_gr1+vento_76	47031.1	853.754	1535.34	24168	40974.3
A1_SLU_gr2+vento_77	43621.7	16.3793	1412.6	365.259	37785.9
A1_SLU_gr3+vento_78	47031.1	1691.13	1410.22	43218.3	37523.7
A1_SLU_gr4+vento_79	46239	1356.18	1456.78	34647.7	38866.1
A1_SLU_vento_gr1_80	46239	697.199	2109.97	19651	56686.9
A1_SLU_vento_gr2_81	43511.5	27.2989	2031.42	608.764	54583
A1_SLU_vento_gr3_82	46239	1367.1	2009.88	34891.2	53926.5
A1_SLU_vento_gr4_83	46239	1367.1	2152.56	34891.2	57655.7
SLE_rar_gr1_Treno_85	34116.2	577.5	304.029	16415.7	8023.29
SLE_rar_gr2_Scarico_86	31764.9	0	247.597	0	6466.34
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	34116.2	1155	217.746	29553.8	5643.59
SLE_rar_gr4_centrif_88	33569.9	924	256.405	23643.1	6718.53
SLE_rar_gr1+vento_89	34116.2	588.42	999.811	16659.2	26812.9
SLE_rar_gr2+vento_90	31764.9	10.9195	943.379	243.506	25255.9
SLE_rar_gr3+vento_91	34116.2	1165.92	913.527	29797.3	24433.2
SLE_rar_gr4+vento_92	33569.9	934.92	952.187	23886.6	25508.1
SLE_rar_vento_gr1_93	33569.9	480.199	1392.37	13538.4	37496
SLE_rar_vento_gr2_94	31688.9	18.1992	1356.25	405.843	36455.8
SLE_rar_vento_gr3_95	33569.9	942.199	1323.34	24048.9	35592.2
SLE_rar_vento_gr4_96	33569.9	942.199	1416.04	24048.9	38034.5
SLE_fre_gr1_Treno_98	33569.9	462	216.955	13132.6	5821.03
SLE_fre_gr2_Scarico_99	31688.9	0	186.858	0	4917.81
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	33569.9	924	147.928	23643.1	3917.27
SLE_fre_gr4_centrif_101	33569.9	924	236.68	23643.1	6269.78
SLE_fre_gr1+vento_102	33569.9	465.64	448.882	13213.7	12084.2
SLE_fre_gr2+vento_103	31688.9	3.63985	418.785	81.1686	11181
SLE_fre_gr3+vento_104	33569.9	927.64	379.855	23724.2	10180.5
SLE_fre_gr4+vento_105	33569.9	927.64	468.607	23724.2	12533
SLE_fre_vento_gr1_106	31384.9	9.09962	634.743	202.921	16907.5

SLE_fre_vento_gr2_107	31384.9	9.09962	634.743	202.921	16907.5
SLE_fre_vento_gr3_108	31384.9	9.09962	634.743	202.921	16907.5
SLE_fre_vento_gr4_109	31384.9	9.09962	634.743	202.921	16907.5
SLE_fre_gr1_temp110	31384.9	3.63985	297.837	81.1686	7762.65
SLE_fre_gr2_temp111	31384.9	3.63985	297.837	81.1686	7762.65
SLE_fre_gr3_temp112	31384.9	3.63985	297.837	81.1686	7762.65
SLE_fre_gr3_temp113	31384.9	3.63985	297.837	81.1686	7762.65
SLE_qp_gr1_Treno_115	31384.9	0	54.9252	0	1249.55
SLE_qp_gr2_Scarico_116	31384.9	0	54.9252	0	1249.55
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	31384.9	0	54.9252	0	1249.55
SLE_qp_gr4_centrif_118	31384.9	0	54.9252	0	1249.55
SLE_qp_gr1+vento_119	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74
SLE_qp_gr2+vento_120	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74
SLE_qp_gr3+vento_121	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74
SLE_qp_gr4+vento_122	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74
SLE_qp_vento_gr1_123	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74
SLE_qp_vento_gr2_124	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74
SLE_qp_vento_gr3_125	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74
SLE_qp_vento_gr4_126	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74
SLE_qp_gr1_temp127	31384.9	0	54.9252	0	1249.55
SLE_qp_gr2_temp128	31384.9	0	54.9252	0	1249.55
SLE_qp_gr3_temp129	31384.9	0	54.9252	0	1249.55
SLE_qp_gr3_temp130	31384.9	0	54.9252	0	1249.55
E_103x_SLV_q=1.5_131	32051	7070.94	2212.18	119484	36935.4
E_103y_SLV_q=1.5_132	32051	3200.72	5627.72	39083.5	115275
E_103z_SLV_q=1.5_133	33605.3	3200.72	2212.18	39083.5	36935.4
E_103x_SLV_q=1.36_134	32051	7623.82	2358.56	130970	40292.8
E_103y_SLV_q=1.36_135	32051	3366.59	6115.65	42529.3	126467
E_103z_SLV_q=1.36_136	33605.3	3366.59	2358.56	42529.3	40292.8
E_103x_SLV_q=1_137	32051	9829.31	2942.35	176889	53728.7
E_103y_SLV_q=1_138	32051	4028.23	8061.63	56304.9	171253
E_103z_SLV_q=1_139	33605.3	4028.23	2942.35	56304.9	53728.7
E_103x_SLD_q=1_140	31604	4619.9	1430.57	90247.1	25944.7
E_103y_SLD_q=1_141	31604	1915.86	3571.92	28663.8	80288.5
E_103z_SLD_q=1_142	32115.2	1915.86	1430.57	28663.8	25944.7

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P16</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	REV. B

6.1.3 Configurazione 3

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA						
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv	
A1_SLU_gr1_Treno_143	20607.5	837.375	596.631	1517.02	2164.68	
A1_SLU_gr2_Scarico_144	14282.3	0	368.924	0	1374.59	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	20607.5	1674.75	471.52	1893.84	1504.09	
A1_SLU_gr4_centrif_146	19232.3	1339.8	497.078	1515.07	1740.64	
A1_SLU_gr1+vento_147	20607.5	853.754	1640.3	1517.02	7075.14	
A1_SLU_gr2+vento_148	14282.3	16.3793	1412.6	0	6285.05	
A1_SLU_gr3+vento_149	20607.5	1691.13	1515.19	1893.84	6414.55	
A1_SLU_gr4+vento_150	19232.3	1356.18	1540.75	1515.07	6651.1	
A1_SLU_vento_gr1_151	19232.3	697.199	2177.15	1213.62	9898.02	
A1_SLU_vento_gr2_152	14172.1	27.2989	2031.42	0	9282.34	
A1_SLU_vento_gr3_153	19232.3	1367.1	2077.06	1515.07	9369.55	
A1_SLU_vento_gr4_154	19232.3	1367.1	2236.53	1515.07	9924.74	
SLE_rar_gr1_Treno_156	14394.2	577.5	352.291	1046.22	1466.25	
SLE_rar_gr2_Scarico_157	10032	0	247.597	0	944.917	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	14394.2	1155	266.007	1306.1	1010.67	
SLE_rar_gr4_centrif_159	13445.8	924	295.015	1044.88	1178.93	
SLE_rar_gr1+vento_160	14394.2	588.42	1048.07	1046.22	4739.89	
SLE_rar_gr2+vento_161	10032	10.9195	943.379	0	4218.56	
SLE_rar_gr3+vento_162	14394.2	1165.92	961.789	1306.1	4284.32	
SLE_rar_gr4+vento_163	13445.8	934.92	990.796	1044.88	4452.57	
SLE_rar_vento_gr1_164	13445.8	480.199	1423.26	836.977	6620.87	
SLE_rar_vento_gr2_165	9956	18.1992	1356.25	0	6211.34	
SLE_rar_vento_gr3_166	13445.8	942.199	1354.23	1044.88	6256.41	
SLE_rar_vento_gr4_167	13445.8	942.199	1454.65	1044.88	6635	
SLE_fre_gr1_Treno_169	13445.8	462	242.694	836.977	1155.39	
SLE_fre_gr2_Scarico_170	9956	0	186.858	0	750.885	
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	13445.8	924	173.667	1044.88	790.928	
SLE_fre_gr4_centrif_172	13445.8	924	268.854	1044.88	1167.16	
SLE_fre_gr1+vento_173	13445.8	465.64	474.621	836.977	2246.6	
SLE_fre_gr2+vento_174	9956	3.63985	418.785	0	1842.1	
SLE_fre_gr3+vento_175	13445.8	927.64	405.595	1044.88	1882.14	
SLE_fre_gr4+vento_176	13445.8	927.64	500.782	1044.88	2258.37	
SLE_fre_vento_gr1_177	9652	9.09962	634.743	0	2752.75	

SLE_fre_vento_gr2_178	9652	9.09962	634.743	0	2752.75
SLE_fre_vento_gr3_179	9652	9.09962	634.743	0	2752.75
SLE_fre_vento_gr4_180	9652	9.09962	634.743	0	2752.75
SLE_fre_gr1_temp181	9652	3.63985	297.837	0	1120.87
SLE_fre_gr2_temp182	9652	3.63985	297.837	0	1120.87
SLE_fre_gr3_temp183	9652	3.63985	297.837	0	1120.87
SLE_fre_gr3_temp184	9652	3.63985	297.837	0	1120.87
SLE_qp_gr1_Treno_186	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr2_Scarico_187	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr4_centrif_189	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr1+vento_190	9652	3.63985	286.852	0	1115.93
SLE_qp_gr2+vento_191	9652	3.63985	286.852	0	1115.93
SLE_qp_gr3+vento_192	9652	3.63985	286.852	0	1115.93
SLE_qp_gr4+vento_193	9652	3.63985	286.852	0	1115.93
SLE_qp_vento_gr1_194	9652	3.63985	286.852	0	1115.93
SLE_qp_vento_gr2_195	9652	3.63985	286.852	0	1115.93
SLE_qp_vento_gr3_196	9652	3.63985	286.852	0	1115.93
SLE_qp_vento_gr4_197	9652	3.63985	286.852	0	1115.93
SLE_qp_gr1_temp198	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr2_temp199	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_temp200	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_temp201	9652	0	54.9252	0	24.7163
E_103x_SLV_q=1.5_202	10157.2	5532.52	1750.65	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	10157.2	1662.3	5166.19	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	11336.1	1662.3	1750.65	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	10157.2	6085.41	1897.03	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	10157.2	1828.17	5654.13	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	11336.1	1828.17	1897.03	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	10157.2	8290.89	2480.83	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	10157.2	2489.81	7600.1	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	11336.1	2489.81	2480.83	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	9816.04	3866.55	1204.57	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	9816.04	1162.51	3345.91	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	10198.8	1162.51	1204.57	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	32852.9	837.375	596.631	17678.4	13679.7
A1_SLU_gr2_Scarico_144	26527.6	0	368.924	0	8494.81
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	32852.9	1674.75	471.52	34216.5	10604.4
A1_SLU_gr4_centrif_146	31477.6	1339.8	497.078	27373.2	11334.3
A1_SLU_gr1+vento_147	32852.9	853.754	1640.3	17994.5	38733
A1_SLU_gr2+vento_148	26527.6	16.3793	1412.6	316.121	33548.2
A1_SLU_gr3+vento_149	32852.9	1691.13	1515.19	34532.6	35657.8
A1_SLU_gr4+vento_150	31477.6	1356.18	1540.75	27689.3	36387.6
A1_SLU_vento_gr1_151	31477.6	697.199	2177.15	14669.6	51917.1
A1_SLU_vento_gr2_152	26417.4	27.2989	2031.42	526.868	48488.7
A1_SLU_vento_gr3_153	31477.6	1367.1	2077.06	27900.1	49456.9
A1_SLU_vento_gr4_154	31477.6	1367.1	2236.53	27900.1	53089.8
SLE_rar_gr1_Treno_156	23464.8	577.5	352.291	12192	8265.46
SLE_rar_gr2_Scarico_157	19102.6	0	247.597	0	5723.54
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	23464.8	1155	266.007	23597.6	6144.61
SLE_rar_gr4_centrif_159	22516.4	924	295.015	18878.1	6872.71
SLE_rar_gr1+vento_160	23464.8	588.42	1048.07	12402.7	24967.7
SLE_rar_gr2+vento_161	19102.6	10.9195	943.379	210.747	22425.8
SLE_rar_gr3+vento_162	23464.8	1165.92	961.789	23808.3	22846.8
SLE_rar_gr4+vento_163	22516.4	934.92	990.796	19088.8	23574.9
SLE_rar_vento_gr1_164	22516.4	480.199	1423.26	10104.8	34089.8
SLE_rar_vento_gr2_165	19026.6	18.1992	1356.25	351.245	32387.1
SLE_rar_vento_gr3_166	22516.4	942.199	1354.23	19229.3	32393.1
SLE_rar_vento_gr4_167	22516.4	942.199	1454.65	19229.3	34709.8
SLE_fre_gr1_Treno_169	22516.4	462	242.694	9753.58	5839.39
SLE_fre_gr2_Scarico_170	19026.6	0	186.858	0	4357.24
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	22516.4	924	173.667	18878.1	4142.71
SLE_fre_gr4_centrif_172	22516.4	924	268.854	18878.1	6356.05
SLE_fre_gr1+vento_173	22516.4	465.64	474.621	9823.83	11406.8
SLE_fre_gr2+vento_174	19026.6	3.63985	418.785	70.249	9924.65
SLE_fre_gr3+vento_175	22516.4	927.64	405.595	18948.3	9710.12
SLE_fre_gr4+vento_176	22516.4	927.64	500.782	18948.3	11923.5
SLE_fre_vento_gr1_177	18722.6	9.09962	634.743	175.623	15003.3

SLE_fre_vento_gr2_178	18722.6	9.09962	634.743	175.623	15003.3
SLE_fre_vento_gr3_179	18722.6	9.09962	634.743	175.623	15003.3
SLE_fre_vento_gr4_180	18722.6	9.09962	634.743	175.623	15003.3
SLE_fre_gr1_temp181	18722.6	3.63985	297.837	70.249	6869.14
SLE_fre_gr2_temp182	18722.6	3.63985	297.837	70.249	6869.14
SLE_fre_gr3_temp183	18722.6	3.63985	297.837	70.249	6869.14
SLE_fre_gr3_temp184	18722.6	3.63985	297.837	70.249	6869.14
SLE_qp_gr1_Treno_186	18722.6	0	54.9252	0	1084.77
SLE_qp_gr2_Scarico_187	18722.6	0	54.9252	0	1084.77
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	18722.6	0	54.9252	0	1084.77
SLE_qp_gr4_centrif_189	18722.6	0	54.9252	0	1084.77
SLE_qp_gr1+vento_190	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18
SLE_qp_gr2+vento_191	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18
SLE_qp_gr3+vento_192	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18
SLE_qp_gr4+vento_193	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18
SLE_qp_vento_gr1_194	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18
SLE_qp_vento_gr2_195	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18
SLE_qp_vento_gr3_196	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18
SLE_qp_vento_gr4_197	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18
SLE_qp_gr1_temp198	18722.6	0	54.9252	0	1084.77
SLE_qp_gr2_temp199	18722.6	0	54.9252	0	1084.77
SLE_qp_gr3_temp200	18722.6	0	54.9252	0	1084.77
SLE_qp_gr3_temp201	18722.6	0	54.9252	0	1084.77
E_103x_SLV_q=1.5_202	19227.8	5532.52	1750.65	98271.3	30298.8
E_103y_SLV_q=1.5_203	19227.8	1662.3	5166.19	29481.4	98392.2
E_103z_SLV_q=1.5_204	20406.7	1662.3	1750.65	29481.4	30298.8
E_103x_SLV_q=1.36_205	19227.8	6085.41	1897.03	108098	33217.1
E_103y_SLV_q=1.36_206	19227.8	1828.17	5654.13	32429.5	108120
E_103z_SLV_q=1.36_207	20406.7	1828.17	1897.03	32429.5	33217.1
E_103x_SLV_q=1_208	19227.8	8290.89	2480.83	147401	44901.6
E_103y_SLV_q=1_209	19227.8	2489.81	7600.1	44220.2	147068
E_103z_SLV_q=1_210	20406.7	2489.81	2480.83	44220.2	44901.6
E_103x_SLD_q=1_211	18886.7	3866.55	1204.57	76387.4	21653
E_103y_SLD_q=1_212	18886.7	1162.51	3345.91	22916.2	69572.8
E_103z_SLD_q=1_213	19269.4	1162.51	1204.57	22916.2	21653

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	49946.9	837.375	596.631	20190.5	15469.6
A1_SLU_gr2_Scarico_144	43621.7	0	368.924	0	9601.58
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	49946.9	1674.75	471.52	39240.8	12019
A1_SLU_gr4_centrif_146	48571.6	1339.8	497.078	31392.6	12825.5
A1_SLU_gr1+vento_147	49946.9	853.754	1640.3	20555.7	43653.9
A1_SLU_gr2+vento_148	43621.7	16.3793	1412.6	365.259	37785.9
A1_SLU_gr3+vento_149	49946.9	1691.13	1515.19	39606	40203.4
A1_SLU_gr4+vento_150	48571.6	1356.18	1540.75	31757.9	41009.8
A1_SLU_vento_gr1_151	48571.6	697.199	2177.15	16761.2	58448.5
A1_SLU_vento_gr2_152	43511.5	27.2989	2031.42	608.764	54583
A1_SLU_vento_gr3_153	48571.6	1367.1	2077.06	32001.4	55688.1
A1_SLU_vento_gr4_154	48571.6	1367.1	2236.53	32001.4	59799.4
SLE_rar_gr1_Treno_156	36127.1	577.5	352.291	13924.5	9322.33
SLE_rar_gr2_Scarico_157	31764.9	0	247.597	0	6466.34
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	36127.1	1155	266.007	27062.6	6942.63
SLE_rar_gr4_centrif_159	35178.6	924	295.015	21650.1	7757.76
SLE_rar_gr1+vento_160	36127.1	588.42	1048.07	14168	28111.9
SLE_rar_gr2+vento_161	31764.9	10.9195	943.379	243.506	25255.9
SLE_rar_gr3+vento_162	36127.1	1165.92	961.789	27306.1	25732.2
SLE_rar_gr4+vento_163	35178.6	934.92	990.796	21893.6	26547.3
SLE_rar_vento_gr1_164	35178.6	480.199	1423.26	11545.4	38359.5
SLE_rar_vento_gr2_165	31688.9	18.1992	1356.25	405.843	36455.8
SLE_rar_vento_gr3_166	35178.6	942.199	1354.23	22055.9	36455.8
SLE_rar_vento_gr4_167	35178.6	942.199	1454.65	22055.9	39073.7
SLE_fre_gr1_Treno_169	35178.6	462	242.694	11139.6	6567.47
SLE_fre_gr2_Scarico_170	31688.9	0	186.858	0	4917.81
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	35178.6	924	173.667	21650.1	4663.71
SLE_fre_gr4_centrif_172	35178.6	924	268.854	21650.1	7162.61
SLE_fre_gr1+vento_173	35178.6	465.64	474.621	11220.7	12830.7
SLE_fre_gr2+vento_174	31688.9	3.63985	418.785	81.1686	11181
SLE_fre_gr3+vento_175	35178.6	927.64	405.595	21731.2	10926.9
SLE_fre_gr4+vento_176	35178.6	927.64	500.782	21731.2	13425.8
SLE_fre_vento_gr1_177	31384.9	9.09962	634.743	202.921	16907.5

SLE_fre_vento_gr2_178	31384.9	9.09962	634.743	202.921	16907.5
SLE_fre_vento_gr3_179	31384.9	9.09962	634.743	202.921	16907.5
SLE_fre_vento_gr4_180	31384.9	9.09962	634.743	202.921	16907.5
SLE_fre_gr1_temp181	31384.9	3.63985	297.837	81.1686	7762.65
SLE_fre_gr2_temp182	31384.9	3.63985	297.837	81.1686	7762.65
SLE_fre_gr3_temp183	31384.9	3.63985	297.837	81.1686	7762.65
SLE_fre_gr3_temp184	31384.9	3.63985	297.837	81.1686	7762.65
SLE_qp_gr1_Treno_186	31384.9	0	54.9252	0	1249.55
SLE_qp_gr2_Scarico_187	31384.9	0	54.9252	0	1249.55
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	31384.9	0	54.9252	0	1249.55
SLE_qp_gr4_centrif_189	31384.9	0	54.9252	0	1249.55
SLE_qp_gr1+vento_190	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74
SLE_qp_gr2+vento_191	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74
SLE_qp_gr3+vento_192	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74
SLE_qp_gr4+vento_193	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74
SLE_qp_vento_gr1_194	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74
SLE_qp_vento_gr2_195	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74
SLE_qp_vento_gr3_196	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74
SLE_qp_vento_gr4_197	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74
SLE_qp_gr1_temp198	31384.9	0	54.9252	0	1249.55
SLE_qp_gr2_temp199	31384.9	0	54.9252	0	1249.55
SLE_qp_gr3_temp200	31384.9	0	54.9252	0	1249.55
SLE_qp_gr3_temp201	31384.9	0	54.9252	0	1249.55
E_103x_SLV_q=1.5_202	32051	7070.94	2212.18	119484	36935.4
E_103y_SLV_q=1.5_203	32051	3200.72	5627.72	39083.5	115275
E_103z_SLV_q=1.5_204	33605.3	3200.72	2212.18	39083.5	36935.4
E_103x_SLV_q=1.36_205	32051	7623.82	2358.56	130970	40292.8
E_103y_SLV_q=1.36_206	32051	3366.59	6115.65	42529.3	126467
E_103z_SLV_q=1.36_207	33605.3	3366.59	2358.56	42529.3	40292.8
E_103x_SLV_q=1_208	32051	9829.31	2942.35	176889	53728.7
E_103y_SLV_q=1_209	32051	4028.23	8061.63	56304.9	171253
E_103z_SLV_q=1_210	33605.3	4028.23	2942.35	56304.9	53728.7
E_103x_SLD_q=1_211	31604	4619.9	1430.57	90247.1	25944.7
E_103y_SLD_q=1_212	31604	1915.86	3571.92	28663.8	80288.5
E_103z_SLD_q=1_213	32115.2	1915.86	1430.57	28663.8	25944.7

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P16</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	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		14394.2	577.5	352.291	1046.22	1466.25
SLE_rar_gr3+vento_20		14394.2	1165.92	961.789	1306.1	4284.32
SLE_rar_vento_gr4_25		13445.8	942.199	1454.65	1044.88	6635
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		14394.2	1155	266.007	1306.1	1010.67
SLE_rar_vento_gr4_25		13445.8	942.199	1454.65	1044.88	6635
SLE_rar_gr4_centrif_17		13445.8	924	295.015	1044.88	1178.93
SLE_rar_vento_gr4_25		13445.8	942.199	295.015	1044.88	6635
SLE_rar_vento_gr4_25		13445.8	942.199	1454.65	1044.88	6635
SLE_rar_gr4_centrif_17		13445.8	924	295.015	1044.88	1178.93
SLE_rar_vento_gr4_25		13445.8	942.199	1454.65	1044.88	6635
SLE_qp_gr1_Treno_44		9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr1+vento_48		9652	3.63985	286.852	0	1115.93
SLE_qp_gr1+vento_48		9652	3.63985	286.852	0	1115.93
SLE_qp_gr1_Treno_44		9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr1+vento_48		9652	3.63985	286.852	0	1115.93
E_103x_SLD_q=1_69		9830.32	3848.8	1289.84	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		9830.32	1157.19	3630.13	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		10246.4	1157.19	1289.84	0	0

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	23464.8	577.5	352.291	12192	8265.46	
SLE_rar_gr3+vento_20	23464.8	1165.92	961.789	23808.3	22846.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	22516.4	942.199	1454.65	19229.3	34709.8	
SLE_rar_gr3+vento_20	23464.8	1165.92	961.789	23808.3	22846.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	22516.4	942.199	1454.65	19229.3	34709.8	
SLE_rar_gr4_centrif_17	22516.4	924	295.015	18878.1	6872.71	
SLE_rar_vento_gr4_25	22516.4	942.199	1454.65	19229.3	34709.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	22516.4	942.199	1454.65	19229.3	34709.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	22516.4	942.199	1454.65	19229.3	34709.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	22516.4	942.199	1454.65	19229.3	34709.8	
SLE_qp_gr1_Treno_44	18722.6	0	54.9252	0	1084.77	
SLE_qp_gr1+vento_48	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18	
SLE_qp_gr1+vento_48	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18	
SLE_qp_gr1+vento_48	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18	
SLE_qp_gr1+vento_48	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18	
E_103x_SLD_q=1_69	18900.9	3848.8	1289.84	68385.8	21122.6	
E_103y_SLD_q=1_70	18900.9	1157.19	3630.13	20515.7	67804.8	
E_103z_SLD_q=1_71	19317	1157.19	1289.84	20515.7	21122.6	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	36127.1	577.5	352.291	13924.5	9322.33	
SLE_rar_gr3+vento_20	36127.1	1165.92	961.789	27306.1	25732.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	35178.6	942.199	1454.65	22055.9	39073.7	
SLE_rar_gr3+vento_20	36127.1	1165.92	961.789	27306.1	25732.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	35178.6	942.199	1454.65	22055.9	39073.7	
SLE_rar_gr4_centrif_17	35178.6	924	295.015	21650.1	7757.76	
SLE_rar_vento_gr4_25	35178.6	942.199	1454.65	22055.9	39073.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	35178.6	942.199	1454.65	22055.9	39073.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	35178.6	942.199	1454.65	22055.9	39073.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	35178.6	942.199	1454.65	22055.9	39073.7	
SLE_qp_gr1_Treno_44	31384.9	0	54.9252	0	1249.55	
SLE_qp_gr1+vento_48	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74	
SLE_qp_gr1+vento_48	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74	
SLE_qp_gr1+vento_48	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74	
SLE_qp_gr1+vento_48	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74	
E_103x_SLD_q=1_69	31618.3	4602.15	1515.84	82192.2	25670.1	
E_103y_SLD_q=1_70	31618.3	1910.54	3856.14	26247.3	79373.2	
E_103z_SLD_q=1_71	32162.8	1910.54	1515.84	26247.3	25670.1	

Configurazione2

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85		12383.3	577.5	304.029	3537.47	1243.44	
SLE_rar_gr3+vento_91		12383.3	1165.92	913.527	3797.34	4061.51	
SLE_rar_vento_gr4_96		11837.1	942.199	1416.04	3037.87	6456.75	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87		12383.3	1155	217.746	3797.34	787.867	
SLE_rar_vento_gr4_96		11837.1	942.199	1416.04	3037.87	6456.75	
SLE_rar_gr4_centrif_88		11837.1	924	256.405	3037.87	1000.69	
SLE_rar_vento_gr4_96		11837.1	942.199	1416.04	3037.87	6456.75	
SLE_rar_vento_gr4_96		11837.1	942.199	1416.04	3037.87	6456.75	
SLE_rar_gr4_centrif_88		11837.1	924	256.405	3037.87	1000.69	
SLE_rar_vento_gr4_96		11837.1	942.199	1416.04	3037.87	6456.75	
SLE_qp_gr1_Treno_115		9652	0	54.9252	0	24.7163	
SLE_qp_gr1+vento_119		9652	3.63985	286.852	0	1115.93	
SLE_qp_gr1+vento_119		9652	3.63985	286.852	0	1115.93	
SLE_qp_gr1_Treno_115		9652	0	54.9252	0	24.7163	
SLE_qp_gr1+vento_119		9652	3.63985	286.852	0	1115.93	
E_103x_SLD_q=1_140		9816.04	3866.55	1204.57	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141		9816.04	1162.51	3345.91	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142		10198.8	1162.51	1204.57	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	21453.9	577.5	352.291	12192	8265.46	
SLE_rar_gr3+vento_91	21453.9	1165.92	913.527	26299.6	21692.6	
SLE_rar_vento_gr4_96	20907.7	942.199	1416.04	21222.3	33786.4	
SLE_rar_gr3+vento_91	21453.9	1165.92	913.527	26299.6	21692.6	
SLE_rar_vento_gr4_96	20907.7	942.199	1416.04	21222.3	33786.4	
SLE_rar_gr4_centrif_88	20907.7	924	256.405	20871.1	5949.31	
SLE_rar_vento_gr4_96	20907.7	942.199	1416.04	21222.3	33786.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	20907.7	942.199	1416.04	21222.3	33786.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	20907.7	942.199	1416.04	21222.3	33786.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	20907.7	942.199	1416.04	21222.3	33786.4	
SLE_qp_gr1_Treno_115	18722.6	0	54.9252	0	1084.77	
SLE_qp_gr1+vento_119	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18	
SLE_qp_gr1+vento_119	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18	
SLE_qp_gr1+vento_119	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18	
SLE_qp_gr1+vento_119	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18	
E_103x_SLD_q=1_140	18886.7	3866.55	1204.57	76387.4	21653	
E_103y_SLD_q=1_141	18886.7	1162.51	3345.91	22916.2	69572.8	
E_103z_SLD_q=1_142	19269.4	1162.51	1204.57	22916.2	21653	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	34116.2	577.5	352.291	13924.5	9322.33	
SLE_rar_gr3+vento_91	34116.2	1165.92	913.527	29797.3	24433.2	
SLE_rar_vento_gr4_96	33569.9	942.199	1416.04	24048.9	38034.5	
SLE_rar_gr3+vento_91	34116.2	1165.92	913.527	29797.3	24433.2	
SLE_rar_vento_gr4_96	33569.9	942.199	1416.04	24048.9	38034.5	
SLE_rar_gr4_centrif_88	33569.9	924	256.405	23643.1	6718.53	
SLE_rar_vento_gr4_96	33569.9	942.199	1416.04	24048.9	38034.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	33569.9	942.199	1416.04	24048.9	38034.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	33569.9	942.199	1416.04	24048.9	38034.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	33569.9	942.199	1416.04	24048.9	38034.5	
SLE_qp_gr1_Treno_115	31384.9	0	54.9252	0	1249.55	
SLE_qp_gr1+vento_119	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74	
SLE_qp_gr1+vento_119	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74	
SLE_qp_gr1+vento_119	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74	
SLE_qp_gr1+vento_119	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74	
E_103x_SLD_q=1_140	31604	4619.9	1430.57	90247.1	25944.7	
E_103y_SLD_q=1_141	31604	1915.86	3571.92	28663.8	80288.5	
E_103z_SLD_q=1_142	32115.2	1915.86	1430.57	28663.8	25944.7	

Configurazione3

TESTA PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	14394.2	577.5	352.291	1046.22	1466.25	
SLE_rar_gr3+vento_162	14394.2	1165.92	961.789	1306.1	4284.32	
SLE_rar_vento_gr4_167	13445.8	942.199	1454.65	1044.88	6635	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	14394.2	1155	266.007	1306.1	1010.67	
SLE_rar_vento_gr4_167	13445.8	942.199	1454.65	1044.88	6635	
SLE_rar_gr4_centrif_159	13445.8	924	295.015	1044.88	1178.93	
SLE_rar_vento_gr4_167	13445.8	942.199	1454.65	1044.88	6635	
SLE_rar_vento_gr4_167	13445.8	942.199	1454.65	1044.88	6635	
SLE_rar_gr4_centrif_159	13445.8	924	295.015	1044.88	1178.93	
SLE_rar_vento_gr4_167	13445.8	942.199	1454.65	1044.88	6635	
SLE_qp_gr1_Treno_186	9652	0	54.9252	0	24.7163	
SLE_qp_gr1+vento_190	9652	3.63985	286.852	0	1115.93	
SLE_qp_gr1+vento_190	9652	3.63985	286.852	0	1115.93	
SLE_qp_gr1_Treno_186	9652	0	54.9252	0	24.7163	
SLE_qp_gr1+vento_190	9652	3.63985	286.852	286.852	1115.93	
E_103x_SLD_q=1_211	9816.04	3866.55	1204.57	0	0	
E_103y_SLD_q=1_212	9816.04	1162.51	3345.91	0	0	
E_103z_SLD_q=1_213	10198.8	1162.51	1204.57	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	23464.8	577.5	352.291	12192	8265.46	
SLE_rar_gr3+vento_162	23464.8	1165.92	961.789	23808.3	22846.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	22516.4	942.199	1454.65	19229.3	34709.8	
SLE_rar_gr3+vento_162	23464.8	1165.92	961.789	23808.3	22846.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	22516.4	942.199	1454.65	19229.3	34709.8	
SLE_rar_gr4_centrif_159	22516.4	924	295.015	18878.1	6872.71	
SLE_rar_vento_gr4_167	22516.4	942.199	1454.65	19229.3	34709.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	22516.4	942.199	1454.65	19229.3	34709.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	22516.4	942.199	1454.65	19229.3	34709.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	22516.4	942.199	1454.65	19229.3	34709.8	
SLE_qp_gr1_Treno_186	18722.6	0	54.9252	0	1084.77	
SLE_qp_gr1+vento_190	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18	
SLE_qp_gr1+vento_190	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18	
SLE_qp_gr1+vento_190	18722.6	3.63985	286.852	70.249	6652.18	
SLE_qp_gr1+vento_190	18722.6	3.63985	286.852	286.852	6652.18	
E_103x_SLD_q=1_211	18886.7	3866.55	1204.57	76387.4	21653	
E_103y_SLD_q=1_212	18886.7	1162.51	3345.91	22916.2	69572.8	
E_103z_SLD_q=1_213	19269.4	1162.51	1204.57	22916.2	21653	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	36127.1	577.5	352.291	13924.5	9322.33	
SLE_rar_gr3+vento_162	36127.1	1165.92	961.789	27306.1	25732.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	35178.6	942.199	1454.65	22055.9	39073.7	
SLE_rar_gr3+vento_162	36127.1	1165.92	961.789	27306.1	25732.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	35178.6	942.199	1454.65	22055.9	39073.7	
SLE_rar_gr4_centrif_159	35178.6	924	295.015	21650.1	7757.76	
SLE_rar_vento_gr4_167	35178.6	942.199	1454.65	22055.9	39073.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	35178.6	942.199	1454.65	22055.9	39073.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	35178.6	942.199	1454.65	22055.9	39073.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	35178.6	942.199	1454.65	22055.9	39073.7	
SLE_qp_gr1_Treno_186	31384.9	0	54.9252	0	1249.55	
SLE_qp_gr1+vento_190	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74	
SLE_qp_gr1+vento_190	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74	
SLE_qp_gr1+vento_190	31384.9	3.63985	286.852	81.1686	7512.74	
SLE_qp_gr1+vento_190	31384.9	3.63985	286.852	286.852	7512.74	
E_103x_SLD_q=1_211	31604	4619.9	1430.57	90247.1	25944.7	
E_103y_SLD_q=1_212	31604	1915.86	3571.92	28663.8	80288.5	
E_103z_SLD_q=1_213	32115.2	1915.86	1430.57	28663.8	25944.7	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P16	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	REV. B

6.2.2 Stati limiti ultimi

Configurazione1

TESTA PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1		20607.5	837.375	596.631	1517.02	2164.68
A1_SLU_gr3+vento_7		20607.5	1691.13	1515.19	1893.84	6414.55
A1_SLU_vento_gr4_12		19232.3	1367.1	2236.53	1515.07	9924.74
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3		20607.5	1674.75	471.52	1893.84	1504.09
A1_SLU_vento_gr4_12		19232.3	1367.1	2236.53	1515.07	9924.74
E_103x_SLV_q=1.5_60		10157.2	5532.52	1750.65	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61		10157.2	1662.3	5166.19	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62		11336.1	1662.3	1750.65	0	0
E_103x_SLV_q=1_66		10157.2	8290.89	2480.83	0	0
E_103y_SLV_q=1_67		10157.2	2489.81	7600.1	0	0
E_103z_SLV_q=1_68		11336.1	2489.81	2480.83	0	0
BASE PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1		32852.9	837.375	596.631	17678.4	13679.7
A1_SLU_gr3+vento_7		32852.9	1691.13	1515.19	34532.6	35657.8
A1_SLU_vento_gr4_12		31477.6	1367.1	2236.53	27900.1	53089.8
A1_SLU_gr3+vento_7		32852.9	1691.13	1515.19	34532.6	35657.8
A1_SLU_vento_gr4_12		31477.6	1367.1	2236.53	27900.1	53089.8
E_103x_SLV_q=1.5_60		19227.8	5532.52	1750.65	98271.3	30298.8
E_103y_SLV_q=1.5_61		19227.8	1662.3	5166.19	29481.4	98392.2
E_103z_SLV_q=1.5_62		20406.7	1662.3	1750.65	29481.4	30298.8
E_103x_SLV_q=1_66		19227.8	8290.89	2480.83	147401	44901.6
E_103y_SLV_q=1_67		19227.8	2489.81	7600.1	44220.2	147068
E_103z_SLV_q=1_68		20406.7	2489.81	2480.83	44220.2	44901.6
BASE FONDAZIONE						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1		49946.9	837.375	596.631	20190.5	15469.6
A1_SLU_gr3+vento_7		49946.9	1691.13	1515.19	39606	40203.4
A1_SLU_vento_gr4_12		48571.6	1367.1	2236.53	32001.4	59799.4
A1_SLU_gr3+vento_7		49946.9	1691.13	1515.19	39606	40203.4
A1_SLU_vento_gr4_12		48571.6	1367.1	2236.53	32001.4	59799.4
E_103x_SLV_q=1.36_63		32051	7623.82	2358.56	130970	40292.8
E_103y_SLV_q=1.36_64		32051	3366.59	6115.65	42529.3	126467
E_103z_SLV_q=1.36_65		33605.3	3366.59	2358.56	42529.3	40292.8
E_103x_SLV_q=1_66		32051	9829.31	2942.35	176889	53728.7
E_103y_SLV_q=1_67		32051	4028.23	8061.63	56304.9	171253
E_103z_SLV_q=1_68		33605.3	4028.23	2942.35	56304.9	53728.7

Configurazione2

TESTA PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		17691.7	837.375	491.663	5129.32	1825.86
A1_SLU_gr3+vento_78		17691.7	1691.13	1410.22	5506.14	6075.74
A1_SLU_vento_gr4_83		16899.6	1367.1	2152.56	4404.91	9653.69
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74		17691.7	1674.75	366.552	5506.14	1165.28
A1_SLU_vento_gr4_83		16899.6	1367.1	2152.56	4404.91	9653.69
E_103x_SLV_q=1.5_131		10157.2	5532.52	1750.65	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132		10157.2	1662.3	5166.19	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133		11336.1	1662.3	1750.65	0	0
E_103x_SLV_q=1_137		10157.2	8290.89	2480.83	0	0
E_103y_SLV_q=1_138		10157.2	2489.81	7600.1	0	0
E_103z_SLV_q=1_139		11336.1	2489.81	2480.83	0	0
BASE PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		29937.1	837.375	491.663	21290.7	11315
A1_SLU_gr3+vento_78		29937.1	1691.13	1410.22	38144.9	33293.1
A1_SLU_vento_gr4_83		29145	1367.1	2152.56	30789.9	51198
A1_SLU_gr3+vento_78		29937.1	1691.13	1410.22	38144.9	33293.1
A1_SLU_vento_gr4_83		29145	1367.1	2152.56	30789.9	51198
E_103x_SLV_q=1.5_131		19227.8	5532.52	1750.65	98271.3	30298.8
E_103y_SLV_q=1.5_132		19227.8	1662.3	5166.19	29481.4	98392.2
E_103z_SLV_q=1.5_133		20406.7	1662.3	1750.65	29481.4	30298.8
E_103x_SLV_q=1_137		19227.8	8290.89	2480.83	147401	44901.6
E_103y_SLV_q=1_138		19227.8	2489.81	7600.1	44220.2	147068
E_103z_SLV_q=1_139		20406.7	2489.81	2480.83	44220.2	44901.6
BASE FONDAZIONE						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		47031.1	837.375	491.663	23802.8	12789.9
A1_SLU_gr3+vento_78		47031.1	1691.13	1410.22	43218.3	37523.7
A1_SLU_vento_gr4_83		46239	1367.1	2152.56	34891.2	57655.7
A1_SLU_gr3+vento_78		47031.1	1691.13	1410.22	43218.3	37523.7
A1_SLU_vento_gr4_83		46239	1367.1	2152.56	34891.2	57655.7
E_103x_SLV_q=1.36_134		32051	7623.82	2358.56	130970	40292.8
E_103y_SLV_q=1.36_135		32051	3366.59	6115.65	42529.3	126467
E_103z_SLV_q=1.36_136		33605.3	3366.59	2358.56	42529.3	40292.8
E_103x_SLV_q=1_137		32051	9829.31	2942.35	176889	53728.7
E_103y_SLV_q=1_138		32051	4028.23	8061.63	56304.9	171253
E_103z_SLV_q=1_139		33605.3	4028.23	2942.35	56304.9	53728.7

Configurazione3

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	20607.5	837.375	596.631	1517.02	2164.68	
A1_SLU_gr3+vento_149	20607.5	1691.13	1515.19	1893.84	6414.55	
A1_SLU_vento_gr4_154	19232.3	1367.1	2236.53	1515.07	9924.74	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	20607.5	1674.75	471.52	1893.84	1504.09	
A1_SLU_vento_gr4_154	19232.3	1367.1	2236.53	1515.07	9924.74	
E_103x_SLV_q=1.5_202	10157.2	5532.52	1750.65	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_203	10157.2	1662.3	5166.19	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_204	11336.1	1662.3	1750.65	0	0	
E_103x_SLV_q=1_208	10157.2	8290.89	2480.83	0	0	
E_103y_SLV_q=1_209	10157.2	2489.81	7600.1	0	0	
E_103z_SLV_q=1_210	11336.1	2489.81	2480.83	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	32852.9	837.375	596.631	17678.4	13679.7	
A1_SLU_gr3+vento_149	32852.9	1691.13	1515.19	34532.6	35657.8	
A1_SLU_vento_gr4_154	31477.6	1367.1	2236.53	27900.1	53089.8	
A1_SLU_gr3+vento_149	32852.9	1691.13	1515.19	34532.6	35657.8	
A1_SLU_vento_gr4_154	31477.6	1367.1	2236.53	27900.1	53089.8	
E_103x_SLV_q=1.5_202	19227.8	5532.52	1750.65	98271.3	30298.8	
E_103y_SLV_q=1.5_203	19227.8	1662.3	5166.19	29481.4	98392.2	
E_103z_SLV_q=1.5_204	20406.7	1662.3	1750.65	29481.4	30298.8	
E_103x_SLV_q=1_208	19227.8	8290.89	2480.83	147401	44901.6	
E_103y_SLV_q=1_209	19227.8	2489.81	7600.1	44220.2	147068	
E_103z_SLV_q=1_210	20406.7	2489.81	2480.83	44220.2	44901.6	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	49946.9	837.375	596.631	20190.5	15469.6	
A1_SLU_gr3+vento_149	49946.9	1691.13	1515.19	39606	40203.4	
A1_SLU_vento_gr4_154	48571.6	1367.1	2236.53	32001.4	59799.4	
A1_SLU_gr3+vento_149	49946.9	1691.13	1515.19	39606	40203.4	
A1_SLU_vento_gr4_154	48571.6	1367.1	2236.53	32001.4	59799.4	
E_103x_SLV_q=1.36_205	32051	7623.82	2358.56	130970	40292.8	
E_103y_SLV_q=1.36_206	32051	3366.59	6115.65	42529.3	126467	
E_103z_SLV_q=1.36_207	33605.3	3366.59	2358.56	42529.3	40292.8	
E_103x_SLV_q=1_208	32051	9829.31	2942.35	176889	53728.7	
E_103y_SLV_q=1_209	32051	4028.23	8061.63	56304.9	171253	
E_103z_SLV_q=1_210	33605.3	4028.23	2942.35	56304.9	53728.7	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P16</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	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	204 Φ 30 interasse 10 cm*	Φ 12/15	8.7 cm
plinto	Trasv: 4 strati Φ 30/10 Long 3 strati Φ 30/10	-	8.7 cm
pali	56 Φ 30 interasse 10 cm*	Φ 12/20	9.7 cm

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

Le spille adottate sono disposte nel rispetto della norma vigente.

8. FUSTO PILA

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

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

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

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

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P16	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	REV. B

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

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

- a 1,2 volte la domanda in duttilità locale, valutata in corrispondenza dello SLV, nel caso si utilizzino modelli lineari,*
- alla domanda in duttilità locale e globale allo SLC, nel caso si utilizzino modelli non lineari.*

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

8.1 Modellazione

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

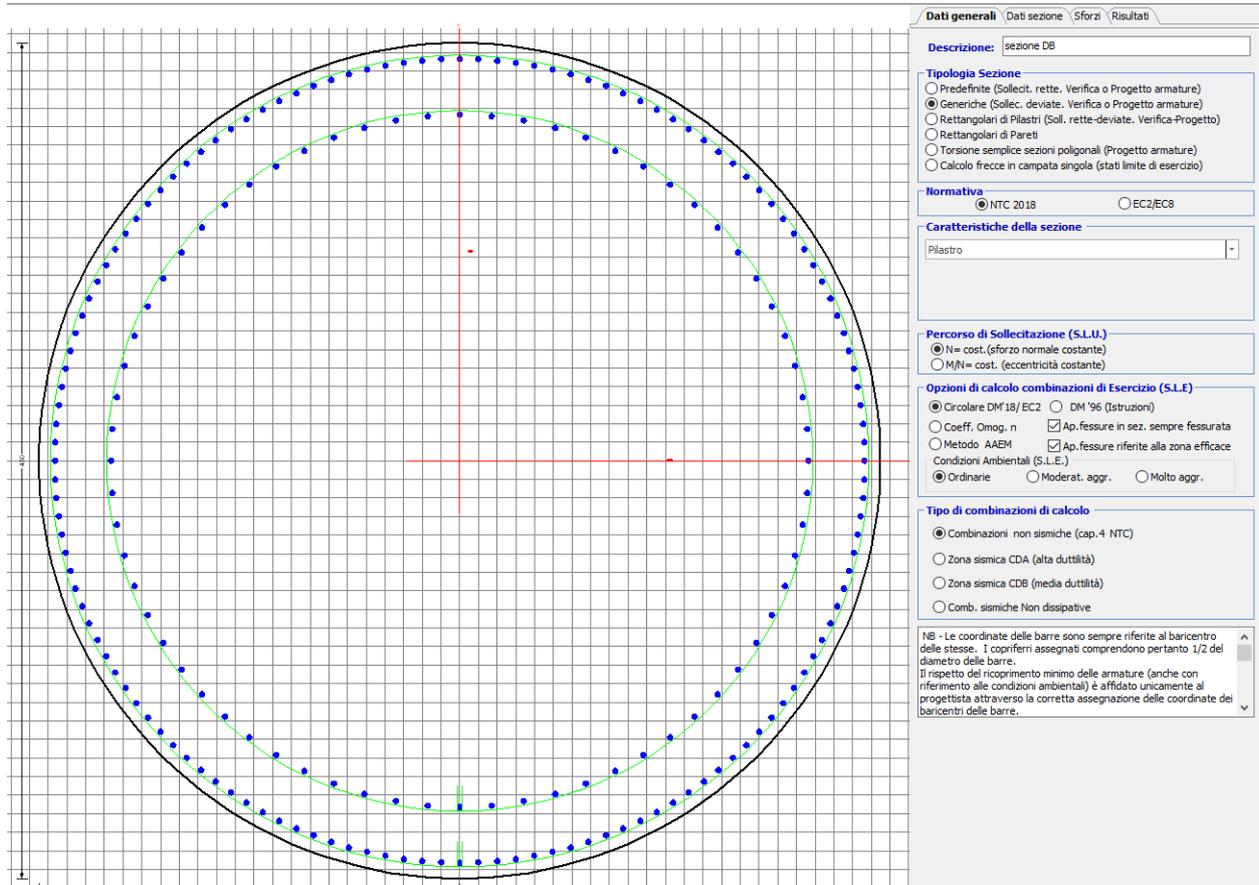


Figura 12 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 204 di diametro $\Phi 30$ che corrispondono ad un passo di 10cm lungo il bordo esterno ed interno della sezione.

8.2 Verifica a presso flessione

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A. NOME SEZIONE: Circolare 4.5m

Descrizione Sezione:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Metodo di calcolo resistenza:	Sezione generica di Pilastro
Tipologia sezione:	N.T.C.
Normativa di riferimento:	A Sforzo Norm. costante
Percorso sollecitazione:	Poco aggressive
Condizioni Ambientali:	Assi baric. X',Y' // assi coordinate.
Riferimento Sforzi assegnati:	Zona non sismica
Riferimento alla sismicità:	

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	3334.6 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.000 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	176.00 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
	ACCIAIO -	Tipo:
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.: 225.0 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	216.5	136	30
2	0.0	0.0	186.5	68	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' // asse X coordinate
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y' // asse Y coord.
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y delle coord.

Vx

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

N°Comb.	N	MX	MY	VY	VX
1	32852.85	17678.36	13679.67	0.00	0.00
2	32852.85	34532.64	35657.77	0.00	0.00
3	31477.61	27900.08	53089.81	0.00	0.00
4	32852.85	34532.64	35657.77	0.00	0.00
5	31477.61	27900.08	53089.81	0.00	0.00
6	19227.84	98271.26	30298.82	0.00	0.00
7	19227.84	29481.38	98392.22	0.00	0.00
8	20406.69	29481.38	30298.82	0.00	0.00
9	29937.05	21290.66	11314.95	0.00	0.00
10	29937.05	38144.94	33293.06	0.00	0.00
11	29144.97	30789.92	51198.04	0.00	0.00
12	29937.05	38144.94	33293.06	0.00	0.00
13	29144.97	30789.92	51198.04	0.00	0.00
14	19227.84	98271.26	30298.82	0.00	0.00
15	19227.84	29481.38	98392.22	0.00	0.00
16	20406.69	29481.38	30298.82	0.00	0.00
17	32852.85	17678.36	13679.67	0.00	0.00
18	32852.85	34532.64	35657.77	0.00	0.00
19	31477.61	27900.08	53089.81	0.00	0.00
20	32852.85	34532.64	35657.77	0.00	0.00
21	31477.61	27900.08	53089.81	0.00	0.00
22	19227.84	98271.26	30298.82	0.00	0.00
23	19227.84	29481.38	98392.22	0.00	0.00
24	20406.69	29481.38	30298.82	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	23464.84	12191.97	8265.46
2	23464.84	23808.34	22846.84
3	22516.39	19229.32	34709.75
4	23464.84	23808.34	22846.84
5	22516.39	19229.32	34709.75
6	21453.94	12191.97	8265.46
7	21453.94	26299.59	21692.58
8	20907.68	21222.32	33786.35
9	21453.94	26299.59	21692.58
10	20907.68	21222.32	33786.35
11	23464.84	12191.97	8265.46
12	23464.84	23808.34	22846.84
13	22516.39	19229.32	34709.75
14	23464.84	23808.34	22846.84
15	22516.39	19229.32	34709.75
16	18900.93	68385.79	21122.60
17	18900.93	20515.74	67804.83
18	19317.01	20515.74	21122.60
19	18886.66	76387.40	21652.99
20	18886.66	22916.22	69572.79
21	19269.42	22916.22	21652.99
22	18886.66	76387.40	21652.99

23	18886.66	22916.22	69572.79
24	19269.42	22916.22	21652.99

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	22516.39	18878.08 (97775.62)	6872.71 (35595.96)
2	22516.39	19229.32 (24451.60)	34709.75 (44136.18)
3	22516.39	19229.32 (24451.60)	34709.75 (44136.18)
4	22516.39	19229.32 (24451.60)	34709.75 (44136.18)
5	22516.39	19229.32 (24451.60)	34709.75 (44136.18)
6	20907.68	20871.07 (76848.53)	5949.31 (21905.72)
7	20907.68	21222.32 (25795.46)	33786.35 (41066.88)
8	20907.68	21222.32 (25795.46)	33786.35 (41066.88)
9	20907.68	21222.32 (25795.46)	33786.35 (41066.88)
10	20907.68	21222.32 (25795.46)	33786.35 (41066.88)
11	22516.39	18878.08 (97775.62)	6872.71 (35595.96)
12	22516.39	19229.32 (24451.60)	34709.75 (44136.18)
13	22516.39	19229.32 (24451.60)	34709.75 (44136.18)
14	22516.39	19229.32 (24451.60)	34709.75 (44136.18)
15	22516.39	19229.32 (24451.60)	34709.75 (44136.18)

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	18722.62	0.00 (11417.85)	1084.77 (0.00)
2	18722.62	70.25 (0.00)	6652.18 (0.00)
3	18722.62	70.25 (0.00)	6652.18 (0.00)
4	18722.62	70.25 (0.00)	6652.18 (0.00)
5	18722.62	70.25 (0.00)	6652.18 (0.00)
6	18722.62	0.00 (0.00)	1084.77 (0.00)
7	18722.62	70.25 (0.00)	6652.18 (0.00)
8	18722.62	70.25 (0.00)	6652.18 (0.00)
9	18722.62	70.25 (0.00)	6652.18 (0.00)
10	18722.62	70.25 (0.00)	6652.18 (0.00)
11	18722.62	0.00 (0.00)	1084.77 (0.00)
12	18722.62	70.25 (0.00)	6652.18 (0.00)
13	18722.62	70.25 (0.00)	6652.18 (0.00)
14	18722.62	70.25 (0.00)	6652.18 (0.00)
15	18722.62	286.85 (0.00)	6652.18 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.0	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.0	cm

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

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

N°Comb	Ver	N	MX	MY	N Res	MX Res	MY Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	32852.85	17678.36	13679.67	32852.77	114929.69(114929.69)	88933.97(88933.97)	6.501442.0(477.1)	
2	S	32852.85	34532.64	35657.77	32852.98	101097.56(101097.56)	104397.90(104397.90)	2.931442.0(477.1)	
3	S	31477.61	27900.08	53089.81	31477.89	66907.47(66907.47)	127296.26(127296.26)	2.401442.0(477.1)	
4	S	32852.85	34532.64	35657.77	32852.98	101097.56(101097.56)	104397.90(104397.90)	2.931442.0(477.1)	
5	S	31477.61	27900.08	53089.81	31477.89	66907.47(66907.47)	127296.26(127296.26)	2.401442.0(477.1)	
6	S	19227.84	98271.26	30298.82	19227.85	123604.61(123604.61)	38102.09(38102.09)	1.261442.0(477.1)	
7	S	19227.84	29481.38	98392.22	19227.71	37106.89(37106.89)	123909.71(123909.71)	1.261442.0(477.1)	
8	S	20406.69	29481.38	30298.82	20406.66	91224.95(91224.95)	93747.83(93747.83)	3.091442.0(477.1)	
9	S	29937.05	21290.66	11314.95	29937.16	125460.37(125460.37)	66693.30(66693.30)	5.891442.0(477.1)	
10	S	29937.05	38144.94	33293.06	29937.01	107057.42(107057.42)	93419.82(93419.82)	2.811442.0(477.1)	
11	S	29144.97	30789.92	51198.04	29144.92	72762.65(72762.65)	120998.24(120998.24)	2.361442.0(477.1)	
12	S	29937.05	38144.94	33293.06	29937.01	107057.42(107057.42)	93419.82(93419.82)	2.811442.0(477.1)	
13	S	29144.97	30789.92	51198.04	29144.92	72762.65(72762.65)	120998.24(120998.24)	2.361442.0(477.1)	
14	S	19227.84	98271.26	30298.82	19227.85	123604.61(123604.61)	38102.09(38102.09)	1.261442.0(477.1)	
15	S	19227.84	29481.38	98392.22	19227.71	37106.89(37106.89)	123909.71(123909.71)	1.261442.0(477.1)	
16	S	20406.69	29481.38	30298.82	20406.66	91224.95(91224.95)	93747.83(93747.83)	3.091442.0(477.1)	
17	S	32852.85	17678.36	13679.67	32852.77	114929.69(114929.69)	88933.97(88933.97)	6.501442.0(477.1)	
18	S	32852.85	34532.64	35657.77	32852.98	101097.56(101097.56)	104397.90(104397.90)	2.931442.0(477.1)	
19	S	31477.61	27900.08	53089.81	31477.89	66907.47(66907.47)	127296.26(127296.26)	2.401442.0(477.1)	
20	S	32852.85	34532.64	35657.77	32852.98	101097.56(101097.56)	104397.90(104397.90)	2.931442.0(477.1)	
21	S	31477.61	27900.08	53089.81	31477.89	66907.47(66907.47)	127296.26(127296.26)	2.401442.0(477.1)	
22	S	19227.84	98271.26	30298.82	19227.85	123604.61(123604.61)	38102.09(38102.09)	1.261442.0(477.1)	
23	S	19227.84	29481.38	98392.22	19227.71	37106.89(37106.89)	123909.71(123909.71)	1.261442.0(477.1)	

24 S 20406.69 29481.38 30298.82 20406.66 91224.95(91224.95) 93747.83(93747.83) 3.091442.0(477.1)

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	137.7	0.0	0.00327	130.5	172.8	-0.00850	-130.5	-172.8
2	0.00350	161.6	2.4	0.00327	153.1	153.1	-0.00850	-153.1	-153.1
3	0.00350	199.2	2.4	0.00326	193.8	96.5	-0.00867	-193.8	-96.5
4	0.00350	161.6	2.4	0.00327	153.1	153.1	-0.00850	-153.1	-153.1
5	0.00350	199.2	2.4	0.00326	193.8	96.5	-0.00867	-193.8	-96.5
6	0.00350	66.3	0.0	0.00323	59.2	208.2	-0.01046	-59.2	-208.2
7	0.00350	215.5	2.4	0.00323	208.2	59.2	-0.01046	-208.2	-59.2
8	0.00350	161.3	2.4	0.00323	153.1	153.1	-0.01027	-153.1	-153.1
9	0.00350	105.6	2.4	0.00326	105.3	189.1	-0.00887	-105.3	-189.1
10	0.00350	148.0	2.4	0.00326	145.9	160.0	-0.00887	-145.9	-160.0
11	0.00350	192.8	0.0	0.00326	184.1	114.0	-0.00897	-184.1	-114.0
12	0.00350	148.0	2.4	0.00326	145.9	160.0	-0.00887	-145.9	-160.0
13	0.00350	192.8	2.4	0.00326	184.1	114.0	-0.00897	-184.1	-114.0
14	0.00350	66.3	2.4	0.00323	59.2	208.2	-0.01046	-59.2	-208.2
15	0.00350	215.5	9.7	0.00323	208.2	59.2	-0.01046	-208.2	-59.2
16	0.00350	161.3	215.0	0.00323	153.1	153.1	-0.01027	-153.1	-153.1
17	0.00350	137.7	65.2	0.00327	130.5	172.8	-0.00850	-130.5	-172.8
18	0.00350	161.6	156.8	0.00327	153.1	153.1	-0.00850	-153.1	-153.1
19	0.00350	199.2	216.5	0.00326	193.8	96.5	-0.00867	-193.8	-96.5
20	0.00350	161.6	70.4	0.00327	153.1	153.1	-0.00850	-153.1	-153.1
21	0.00350	199.2	163.5	0.00326	193.8	96.5	-0.00867	-193.8	-96.5
22	0.00350	66.3	216.5	0.00323	59.2	208.2	-0.01046	-59.2	-208.2
23	0.00350	215.5	70.4	0.00323	208.2	59.2	-0.01046	-208.2	-59.2
24	0.00350	161.3	163.5	0.00323	153.1	153.1	-0.01027	-153.1	-153.1

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	0.000016636	0.000021499	-0.002616403	----	----
2	0.000019525	0.000018909	-0.002615716	----	----
3	0.000024406	0.000012826	-0.002703423	----	----
4	0.000019525	0.000018909	-0.002615716	----	----
5	0.000024406	0.000012826	-0.002703423	----	----
6	0.000009319	0.000030225	-0.003616507	----	----
7	0.000030295	0.000009077	-0.003615785	----	----
8	0.000022350	0.000021747	-0.003516567	----	----
9	0.000013149	0.000024742	-0.002804374	----	----
10	0.000018424	0.000021109	-0.002804302	----	----
11	0.000024212	0.000014561	-0.002856922	----	----

12	0.000018424	0.000021109	-0.002804302	----	----
13	0.000024212	0.000014561	-0.002856922	----	----
14	0.000009319	0.000030225	-0.003616507	----	----
15	0.000030295	0.000009077	-0.003615785	----	----
16	0.000022350	0.000021747	-0.003516567	----	----
17	0.000016636	0.000021499	-0.002616403	----	----
18	0.000019525	0.000018909	-0.002615716	----	----
19	0.000024406	0.000012826	-0.002703423	----	----
20	0.000019525	0.000018909	-0.002615716	----	----
21	0.000024406	0.000012826	-0.002703423	----	----
22	0.000009319	0.000030225	-0.003616507	----	----
23	0.000030295	0.000009077	-0.003615785	----	----
24	0.000022350	0.000021747	-0.003516567	----	----

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	2.64	126.3	300.0	0.2	-122.4	-178.6	0	0.0
2	S	4.93	155.8	0.0	-45.5	-153.1	-153.1	12232	282.7
3	S	6.02	196.8	0.0	-77.8	-189.1	-105.3	15040	325.2
4	S	4.93	155.8	0.0	-45.5	-153.1	-153.1	12232	282.7
5	S	6.02	196.8	0.0	-77.8	-189.1	-105.3	15040	325.2
6	S	2.53	126.3	0.0	-1.6	-122.4	-178.6	421	14.1
7	S	5.13	143.2	0.0	-57.6	-138.3	-166.6	13977	318.1
8	S	6.10	190.5	0.0	-86.7	-184.1	-114.0	15733	339.3
9	S	5.13	143.2	0.0	-57.6	-138.3	-166.6	13977	318.1
10	S	6.10	190.5	0.0	-86.7	-184.1	-114.0	15733	339.3
11	S	2.64	126.3	0.0	0.2	-122.4	-178.6	0	0.0
12	S	4.93	155.8	0.0	-45.5	-153.1	-153.1	12232	282.7
13	S	6.02	196.8	0.0	-77.8	-189.1	-105.3	15040	325.2
14	S	4.93	155.8	0.0	-45.5	-153.1	-153.1	12232	282.7
15	S	6.02	196.8	0.0	-77.8	-189.1	-105.3	15040	325.2
16	S	11.42	66.4	0.0	-268.9	-59.2	-208.2	19014	402.9
17	S	11.30	215.4	0.0	-264.8	-208.2	-59.2	18983	402.9
18	S	4.42	161.4	0.0	-46.6	-153.1	-153.1	13470	311.0
19	S	12.70	61.4	0.0	-313.0	-59.2	-208.2	19272	395.8
20	S	11.69	213.7	0.0	-278.4	-205.3	-68.8	19057	395.8
21	S	4.76	154.5	0.0	-55.6	-145.9	-160.0	14289	311.0
22	S	12.70	61.4	0.0	-313.0	-59.2	-208.2	19272	395.8
23	S	11.69	213.7	0.0	-278.4	-205.3	-68.8	19057	395.8
24	S	4.76	154.5	0.0	-55.6	-145.9	-160.0	14289	311.0

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 f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [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 = $sr\ max * (e_sm - e_cm)$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	0.00000	0		0	70	0.00000 (0.00000)	0	0.002 (990.00)	922516.60	625413.62
2	S	-0.00024	0	0.833	30.0	70	0.00014 (0.00014)	606	0.083 (990.00)	42026.73	40329.48
3	S	-0.00041	0	0.833	30.0	70	0.00023 (0.00023)	631	0.147 (990.00)	24451.60	44136.18
4	S	-0.00024	0	0.833	30.0	70	0.00014 (0.00014)	606	0.083 (990.00)	42026.73	40329.48
5	S	-0.00041	0	0.833	30.0	70	0.00023 (0.00023)	631	0.147 (990.00)	24451.60	44136.18
6	S	-0.00001	0	0.833	30.0	70	0.00000 (0.00000)	491	0.002 (990.00)	242307.21	164270.46
7	S	-0.00030	0	0.833	30.0	70	0.00017 (0.00017)	612	0.106 (990.00)	41302.73	34067.56
8	S	-0.00045	0	0.833	30.0	70	0.00026 (0.00026)	632	0.164 (990.00)	25795.46	41066.88
9	S	-0.00030	0	0.833	30.0	70	0.00017 (0.00017)	612	0.106 (990.00)	41302.73	34067.56
10	S	-0.00045	0	0.833	30.0	70	0.00026 (0.00026)	632	0.164 (990.00)	25795.46	41066.88
11	S	0.00000	0	0.833	30.0	70	0.00026 (0.00026)	0	0.002 (990.00)	922516.60	625413.62
12	S	-0.00024	0	0.833	30.0	70	0.00014 (0.00014)	606	0.083 (990.00)	42026.73	40329.48
13	S	-0.00041	0	0.833	30.0	70	0.00023 (0.00023)	631	0.147 (990.00)	24451.60	44136.18
14	S	-0.00024	0	0.833	30.0	70	0.00014 (0.00014)	606	0.083 (990.00)	42026.73	40329.48
15	S	-0.00041	0	0.833	30.0	70	0.00023 (0.00023)	631	0.147 (990.00)	24451.60	44136.18
16	S	-0.00139	0	0.833	30.0	70	0.00081 (0.00081)	639	0.516 (990.00)	37592.99	11611.50
17	S	-0.00137	0	0.833	30.0	70	0.00079 (0.00079)	638	0.507 (990.00)	11417.24	37734.15
18	S	-0.00024	0	0.833	30.0	70	0.00014 (0.00014)	606	0.085 (990.00)	38313.68	39447.00
19	S	-0.00161	0	0.833	30.0	70	0.00094 (0.00094)	652	0.612 (990.00)	37147.46	10529.92
20	S	-0.00144	0	0.833	30.0	70	0.00084 (0.00084)	647	0.541 (990.00)	12253.74	37201.90
21	S	-0.00029	0	0.833	30.0	70	0.00017 (0.00017)	629	0.105 (990.00)	38231.64	36124.17
22	S	-0.00161	0	0.833	30.0	70	0.00094 (0.00094)	652	0.612 (990.00)	37147.46	10529.92
23	S	-0.00144	0	0.833	30.0	70	0.00084 (0.00084)	647	0.541 (990.00)	12253.74	37201.90
24	S	-0.00029	0	0.833	30.0	70	0.00017 (0.00017)	629	0.105 (990.00)	38231.64	36124.17

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	3.14	77.0	300.0	-9.6	-78.2	-201.9	4049	127.2
2	S	6.02	196.8	0.0	-77.8	-189.1	-105.3	15040	325.2
3	S	6.02	196.8	0.0	-77.8	-189.1	-105.3	15040	325.2
4	S	6.02	196.8	0.0	-77.8	-189.1	-105.3	15040	325.2
5	S	6.02	196.8	0.0	-77.8	-189.1	-105.3	15040	325.2
6	S	3.29	61.7	0.0	-15.9	-59.2	-208.2	6248	169.6
7	S	6.10	190.5	0.0	-86.7	-184.1	-114.0	15733	339.3
8	S	6.10	190.5	0.0	-86.7	-184.1	-114.0	15733	339.3
9	S	6.10	190.5	0.0	-86.7	-184.1	-114.0	15733	339.3
10	S	6.10	190.5	0.0	-86.7	-184.1	-114.0	15733	339.3
11	S	3.14	77.0	0.0	-9.6	-78.2	-201.9	4049	127.2
12	S	6.02	196.8	0.0	-77.8	-189.1	-105.3	15040	325.2
13	S	6.02	196.8	0.0	-77.8	-189.1	-105.3	15040	325.2
14	S	6.02	196.8	0.0	-77.8	-189.1	-105.3	15040	325.2
15	S	6.02	196.8	0.0	-77.8	-189.1	-105.3	15040	325.2

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	-0.00005	0	0.833	30.0	70	0.00003 (0.00003)	509	0.015 (0.20)	97775.62	35595.96
2	S	-0.00041	0	0.833	30.0	70	0.00023 (0.00023)	631	0.147 (0.20)	24451.60	44136.18

3	S	-0.00041	0	0.833	30.0	70	0.00023 (0.00023)	631	0.147 (0.20)	24451.60	44136.18
4	S	-0.00041	0	0.833	30.0	70	0.00023 (0.00023)	631	0.147 (0.20)	24451.60	44136.18
5	S	-0.00041	0	0.833	30.0	70	0.00023 (0.00023)	631	0.147 (0.20)	24451.60	44136.18
6	S	-0.00009	0	0.833	30.0	70	0.00005 (0.00005)	551	0.026 (0.20)	76848.53	21905.72
7	S	-0.00045	0	0.833	30.0	70	0.00026 (0.00026)	632	0.164 (0.20)	25795.46	41066.88
8	S	-0.00045	0	0.833	30.0	70	0.00026 (0.00026)	632	0.164 (0.20)	25795.46	41066.88
9	S	-0.00045	0	0.833	30.0	70	0.00026 (0.00026)	632	0.164 (0.20)	25795.46	41066.88
10	S	-0.00045	0	0.833	30.0	70	0.00026 (0.00026)	632	0.164 (0.20)	25795.46	41066.88
11	S	-0.00005	0	0.833	30.0	70	0.00003 (0.00003)	509	0.015 (0.20)	97775.62	35595.96
12	S	-0.00041	0	0.833	30.0	70	0.00023 (0.00023)	631	0.147 (0.20)	24451.60	44136.18
13	S	-0.00041	0	0.833	30.0	70	0.00023 (0.00023)	631	0.147 (0.20)	24451.60	44136.18
14	S	-0.00041	0	0.833	30.0	70	0.00023 (0.00023)	631	0.147 (0.20)	24451.60	44136.18
15	S	-0.00041	0	0.833	30.0	70	0.00023 (0.00023)	631	0.147 (0.20)	24451.60	44136.18

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	1.13	225.0	300.0	14.1	-216.5	0.0	---	---
2	S	1.64	225.0	0.0	6.8	-216.5	0.0	---	---
3	S	1.64	225.0	0.0	6.8	-216.5	0.0	---	---
4	S	1.64	225.0	0.0	6.8	-216.5	0.0	---	---
5	S	1.64	225.0	0.0	6.8	-216.5	0.0	---	---
6	S	1.13	225.0	0.0	14.1	-216.5	0.0	---	---
7	S	1.64	225.0	0.0	6.8	-216.5	0.0	---	---
8	S	1.64	225.0	0.0	6.8	-216.5	0.0	---	---
9	S	1.64	225.0	0.0	6.8	-216.5	0.0	---	---
10	S	1.64	225.0	0.0	6.8	-216.5	0.0	---	---
11	S	1.13	225.0	0.0	14.1	-216.5	0.0	---	---
12	S	1.64	225.0	0.0	6.8	-216.5	0.0	---	---
13	S	1.64	225.0	0.0	6.8	-216.5	0.0	---	---
14	S	1.64	225.0	0.0	6.8	-216.5	0.0	---	---
15	S	1.64	224.8	0.0	6.8	-216.3	-10.0	---	---

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	-0.00023	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	11417.85	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
12	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
13	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
14	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
15	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P16	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	REV. B

8.3 Verifica a taglio

diametro armature trasversale	φ	12	mm
bracci staffe	bs	4	
area armature trasversale	Asw	5	cm ²
passo staffe	s	15	cm
copriferro netto + staffa + $f_i/2$	c'	9	cm
spessore anima sezione rettrangular	sb	0	cm
sezione	tipo	circolare	
tipologia di varifica taglio	secondo	statica q=1	
Direzione Longidinale			
resistenza ridotta	f'c	9	Mpa
braccio delle forze interne	z=0.9d	327	cm
larghezza biella	bw	379	cm
inclinazione staffe	α	90	gradi
inclinazione biella	ϑ	22	gradi
resistenza puntoni	Vc	38660	kN
resistenza staffe	Vs	9629	kN
taglio resisistente	Vr	9629	kN
taglio massimo agente	Ved	8654	kN
	Ved/Vrd	0.90	kN
Direzione Trasversale			
braccio delle forze interne	z=0.9d	327	kN
larghezza biella	bw	379	kN
inclinazione biella	ϑ	22	kN
resistenza puntoni	Vc	38660	kN
resistenza staffe	Vs	9628.64	cm
taglio resisistente	Vr	9628.64	cm
taglio massimo agente	Ved	7997.55	gradi
	Ved/Vrd	0.83	kN

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P16	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	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*

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P16	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	REV. B

longitudinali presenti nella generica sezione, sfalsando due riprese di armatura successive di almeno 40 diametri in senso verticale;

- 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	204	
diametro del ferro longitudinale	f_i	30	mm
diametro minimo armatura a taglio	f_i	8	mm
passo massimo longitudinale	p	30	cm
area dell'armatura longitudinale	A_s	144199	mm ²
area di calcestruzzo (non riempito)	A_c	15900000.00	mm ³
		0.91%	>0.6%
minimi per confinamento se $q \leq 1.5$			
accelerazione al suolo per SLV	ag	0.16	g
coefficiente di verifica	ζ	0.04	
interasse staffe	s	150	mm
diametro armature trasversale	φ	12	mm
Area della singola staffa	A_{sw}	1.131	mm ²
Area totale staffe	A_{sw}	2.26	mm ²
area totale legature	A_{sl}	16.08	mm ²
percentuale meccanica arm. Trasv	wwd,r	0.0565	

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P16	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	REV. B

8.5 Verifica spostamenti

Per l'identificazione dell'escursione dei giunti tra le testate di due travi adiacenti si richiama il "Manuale di Progettazione delle Opere Civili" al capitolo 2.5.2.1.5.3 il quale fa riferimento allo spostamento longitudinale E_L identificabile come il contributo di una dilatazione termica, più un contributo indotto dall'azione sismica sulle fondazioni e sulle pile:

$$E_L = k_1 \cdot (E_1 + E_2 + E_3) = k_1 \cdot (2 \cdot D_t + 4 \cdot d_{Ed} \cdot k_2 + 2 \cdot d_{eg})$$

dove:

- $E_1 =$ spostamento dovuto alla variazione termica uniforme;
- $E_2 =$ spostamento dovuto alla risposta della struttura all'azione sismica;
- $E_3 =$ spostamento dovuto all'azione sismica fra le fondazioni di strutture non collegate;
- $k_1 =$ 0,45 coefficiente che tiene conto della non contemporaneità dei valori massimi corrispondenti a ciascun evento singolo;
- $k_2 =$ 0,55 coefficiente legato alla probabilità di moto in controfase di due pile adiacenti;

spostamento longitudinale indotto dal moto relativo delle pile					
categoria di terreno				C	
periodo inizio tratto velocità costante			TC	0.608	s
periodo tratto a spostamento costante			TD	1.998	s
coef. categoria e topografia terreno			S	1.5	
accelerazione orizzontale max al sito			ag	0.162	g
periodo di vibrare longitudinale			T1	0.68	sec
fattore di struttura			q	1.5	
fattore di duttilità in spostamento			μ	1.5	
accelerazione di riferimento pila dir. long			ag (I)	0.36	g
			w	0.11	sec
				0.04	m
spostamento SLV relativo all'analisi spettrale			dEe	0.0000	m
spostamento totale relativo			dEd	0.0619	m

spostamento longitudinale indotto dal moto relativo del terreno				
spostamento massimo orizz. del terreno	dg	0.0723	m	
spostamenti massimi terreno punto i	dji	0.072	m	
spostamenti massimi terreno punto j	dgi	0.072	m	
velocità prop. onde di taglio nel terreno	vs	270	m/s	
distanza tra i-esima tra punto i j (dist. Pile)	x	40	m	
per suoli differenti o distanza <20m	dij0	0.0000	m	
su stesso suolo	dij0	0.0014	m	
formulazione adottata		(3.2.16)		
	dij, max	0.1279	m	
spost. relativo tra due punti dipendenti	di(x)	0.037	m	

spostamento longitudinale relativo alla termica				
variazione termica uniforme	DT	20	°C	
coefficiente di dilatazione termica	α	1.20E-05	1/°C	
dilatazione termica	Dt	0.010	m	
dilatazione termica incrementata del 50%	Dt	0.014	m	
spostamento longitudinale finale				
coefficiente non contemporaneità del moto	K1	0.45		
coefficiente controfase pile	k2	0.55		
spostamento longitudinale minimo	EL min	0.17	m	
spostamento long di calcolo	EL	0.19	m	
spostamento longitudinale	EL	18.932	m	
altri spostamenti longitudinali				
escursione longitudinale giunto	Eg	± 10.5	cm	
corsa appoggi mobili	Cap	± 11.8	cm	
ampiezza dei varchi	v	11.5	cm	

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo <i>Relazione di calcolo Pile – P16</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	REV. B

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

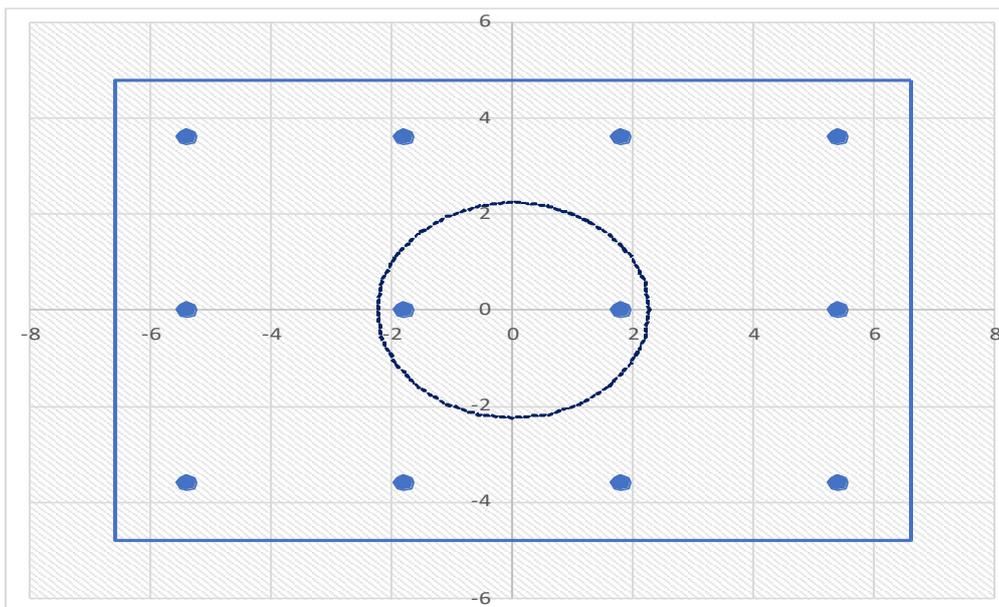
$$E_L \geq 2,30 \cdot \frac{L}{1000} + 0,073 \text{ e } E_L \geq 0.10m$$

L imp (m)	EL (cm)	Corsa appoggi (cm)	Escursione giunti (cm)	Varco (cm)
25	14.0	8.8	8.0	9.0
40	22.0	14.0	12.0	13.0
50	23.0	14.4	12.5	13.5
60	23.0	14.4	12.5	13.5

9 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.	12		
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	3.15	m	
sbalzo direzione longitudinale	al	1.35	m	
direzione trasversale	a/h	1.05	<i>Plinto basso</i>	
direzione longitudinale	a/h	0.45	<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	1.8	3.6	5909.7	6211.6	9310.4
2	1.8	-3.6	3159.3	2301.6	-2973.6
3	5.4	3.6	6654.2	9383.0	10305.3
4	5.4	-3.6	3903.8	5472.9	-1978.6
5	-5.4	-3.6	1670.3	-4041.1	-4963.5
6	-5.4	3.6	4420.7	-131.1	7320.4
7	5.4	0	5279.0	7427.9	4163.4
8	-5.4	0	3045.5	-2086.1	1178.5
9	-1.8	0	3790.0	1085.2	2173.4
10	1.8	0	4534.5	4256.6	3168.4
11	-1.8	-3.6	2414.8	-869.8	-3968.5
12	-1.8	3.6	5165.2	3040.3	8315.4
taglio combinato in			189.2186	751.0015	855.021
Scarichi q=1 se plinto tozzo e verifica a taglio					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	1.8	3.6	5253.0	6211.6	9310.4
2	1.8	-3.6	1342.9	2301.6	-2973.6
3	5.4	3.6	6247.9	9383.0	10305.3
4	5.4	-3.6	2337.9	5472.9	-1978.6
5	-5.4	-3.6	-647.1	-4041.1	-4963.5
6	-5.4	3.6	3263.0	-131.1	7320.4
7	5.4	0	4292.9	7427.9	4163.4
8	-5.4	0	1308.0	-2086.1	1178.5
9	-1.8	0	2303.0	1085.2	2173.4
10	1.8	0	3297.9	4256.6	3168.4
11	-1.8	-3.6	347.9	-869.8	-3968.5
12	-1.8	3.6	4258.0	3040.3	8315.4
taglio combinato in			415.6995	751.0015	855.021

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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P16	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	REV. B

9.1 Dimensionamento armature

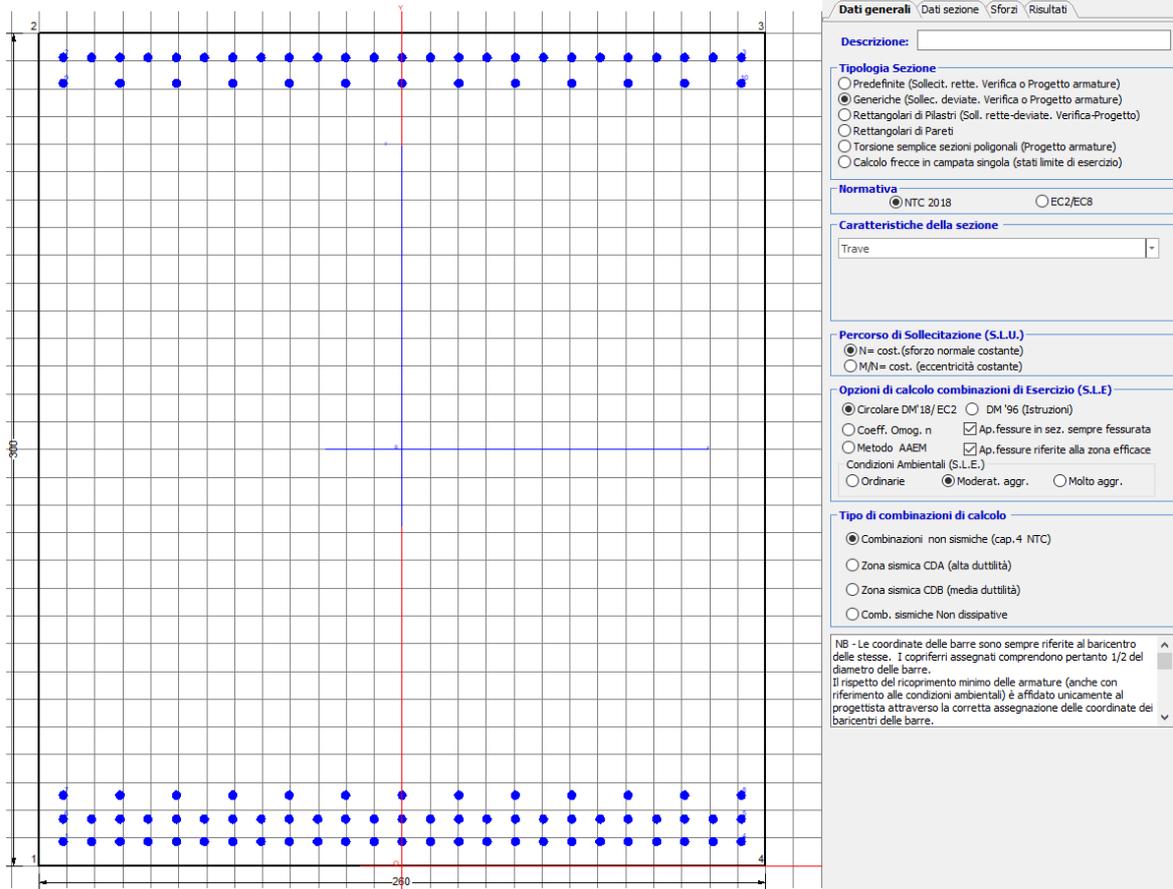
<i>posizione del palo più sollecitato</i>				
coordinata in direzione trasversale		X	5.4	m
coordinata in direzione longitudinale		Y	3.6	m
angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse		α	33.6901	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone		L	6.48999	m
altezza della fondazione		h	3	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone		ϑ	24.8087	gradi
reazione in testa palo più sollecitato		Rmax	8337.72	KN
forza di trazione risultante		T	18037.3	KN
proiezione forza di trazione in trasversale		Tt	15007.9	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale		Tl	10005.3	KN
lunghezza collaborante				media 45°

<i>dimensionamento armature</i>				
area dell'armatura inferiore richiesta in tras		At	38354	mm2
diámetro armatura		Φ	30	mm
passo armatura trasversale		p	10	cm
numero di strati		ns	2.5	
lunghezza di collaborazione		L	2.14309	m
numero di ferri per strato		n	21	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	37110.1	mm2
		coef. Sicur	1.03352	
area dell'armatura inferiore richiesta in long		Al	25569.3	mm2
diámetro armatura		Φ	30	
passo armatura longitudinale		p	10	cm
numero di strati		ns	2.5	
lunghezza di collaborazione		L	2.3	m
numero di ferri per strato		n	23	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	40644.4	mm2
		coef. Sicur	0.6291	
tasso di lavoro armatura allo SLU		σ_t	404.416	MPa
tasso di lavoro armatura allo SLU		σ_l	246.166	MPa

9.2 Verifica a prso-flessione

9.2.1 Direzione trasversale

Armatura disposta lungo la direzione trasversale all'asse del ponte



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: fondazione X 260x300

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	-130.0	0.0
2	-130.0	300.0
3	130.0	300.0
4	130.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-121.3	8.7	30
2	-121.3	291.3	30
3	121.3	291.3	30
4	121.3	8.7	30
5	121.3	16.7	30
6	-121.3	16.7	30
7	-121.3	25.4	30
8	121.3	25.4	30
9	-121.3	282.0	1
10	121.3	282.0	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
4	7	8	11	30
5	9	10	11	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	20730.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	27024.00	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	20396.00	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	14286.00 (13661.78)	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	7278.00 (13661.78)	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	20730.00	0.00	0.00	47634.28	0.00	2.30445.3(112.0)	
2	S	0.00	27024.00	0.00	0.00	47634.28	0.00	1.76445.3(112.0)	

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	0.098	-130.0	300.0	0.00243	-121.3	291.3	-0.03224	-121.3	8.7
2	0.00350	0.098	-130.0	300.0	0.00243	-121.3	291.3	-0.03224	-121.3	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	0.000122701	-0.033310245	0.098	0.700
2	0.000000000	0.000122701	-0.033310245	0.098	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	5.30	-130.0	300.0	-182.5	-101.1	8.7	10010	445.3

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area A_c eff = 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 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	-0.00095	0	0.910	30.0	72	0.00069 (0.00055)	453	0.313 (990.00)	13661.78	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	3.72	-130.0	300.0	-127.8	-20.2	8.7	10010	445.3

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	-0.00067	0	0.910	30.0	72	0.00042 (0.00038)	453	0.189 (0.20)	13661.78	0.00

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

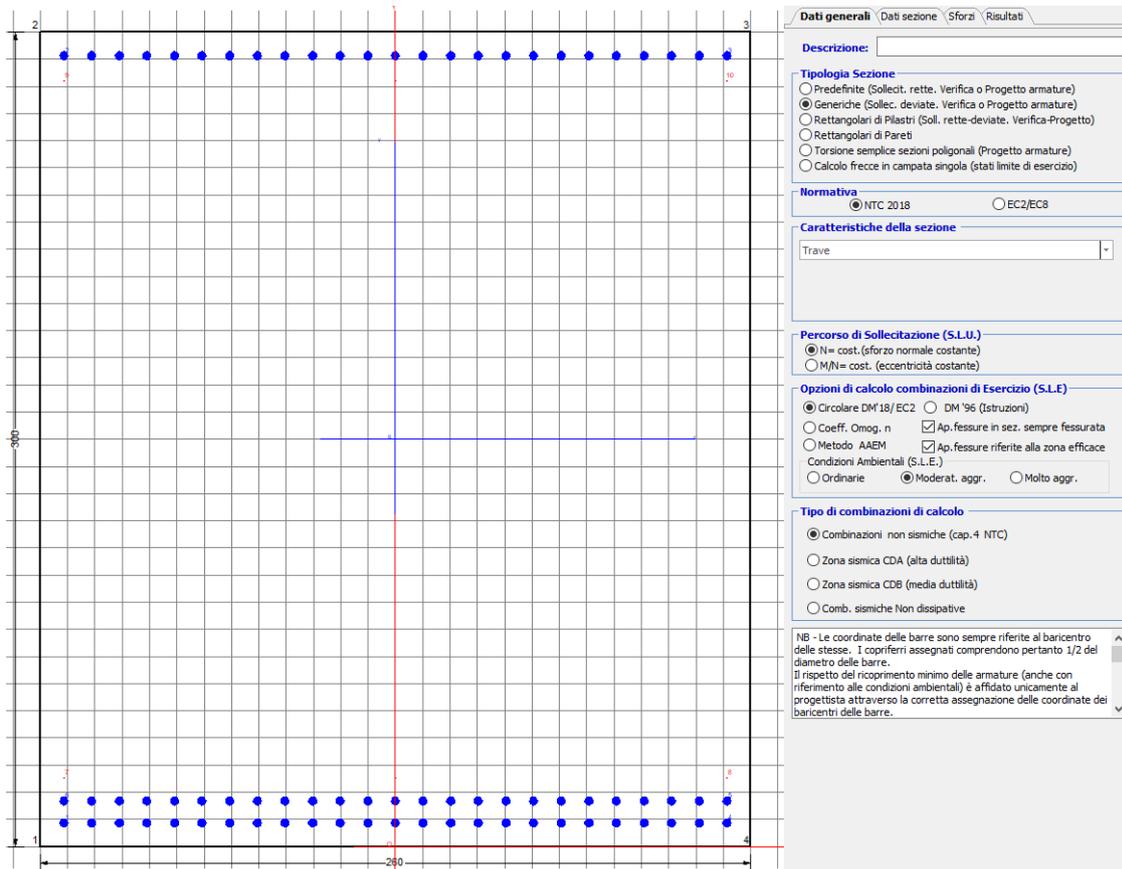
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.89	-130.0	300.0	-65.1	-91.0	8.7	10010	445.3

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	-0.00034	0	0.910	30.0	72	0.00020 (0.00020)	453	0.089 (0.20)	13661.78	0.00

9.2.2 Direzione longitudinale

Armatura disposta lungo la direzione longitudinale all'asse del ponte



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: fondazione y 260x300

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 fod:	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/cm²
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	-130.0	0.0
2	-130.0	300.0
3	130.0	300.0
4	130.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-121.3	8.7	30
2	-121.3	291.3	30
3	121.3	291.3	30
4	121.3	8.7	30
5	121.3	16.7	30
6	-121.3	16.7	30
7	-121.3	25.4	1
8	121.3	25.4	1
9	-121.3	282.0	1
10	121.3	282.0	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
4	7	8	1	1
5	9	10	1	1

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	13820.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	18016.00	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	13597.00	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	9524.00 (12923.89)	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	4852.00 (12923.89)	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	13820.00	0.00	0.00	38465.85	0.00	2.78353.5(112.0)	
2	S	0.00	18016.00	0.00	0.00	38465.85	0.00	2.14353.5(112.0)	

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	0.080	-130.0	300.0	0.00219	-121.3	291.3	-0.04044	-121.3	8.7
2	0.00350	0.080	-130.0	300.0	0.00219	-121.3	291.3	-0.04044	-121.3	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	0.000150831	-0.041749350	0.080	0.700
2	0.000000000	0.000150831	-0.041749350	0.080	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	3.94	-130.0	300.0	-149.0	-20.2	8.7	8320	353.5

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
e1	Esito della verifica
	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata

e2	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= (e1 + e2)/(2*e1) [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00078	0	0.927	29.9	72	0.00052 (0.00045)	467	0.241 (990.00)	12923.89	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	2.76	-130.0	300.0	-104.4	70.8	8.7	8320	353.5

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	-0.00054	0	0.927	29.9	72	0.00031 (0.00031)	467	0.146 (0.20)	12923.89	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	1.40	-130.0	300.0	-53.2	20.2	8.7	8320	353.5

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	0.927	29.9	72	0.00016 (0.00016)	467	0.074 (0.20)	12923.89	0.00

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P16</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	REV. B

9.3 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			$\alpha 2$	-120	gradi
sviluppo della superficie resistente			α	1.26536	rad
superficie totale del tronco cono			S1	17.7949	m ²
coefficiente carico			β	1.4	
resistenza caratterisitica del calcestruzzo			fck	25	MPa
resistenza di calcolo del calcestruzzo			fcd	14.1667	MPa
valore di progetto del taglio			Ved	8337.72	kN
valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo					
tensione di progetto di verifica su perimetro uo			ved	1.18633	MPa
resistenza associata			vRd,max	5	MPa
				0.23727	
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			qly	0.00677	
percentuale geometrica armatura fless. long			qlz	0.00542	
percentuale meccanica complessiva			ql	0.00867	
coefficiente			k1	0.1	
tensione di progetto di verifica su perimetro u1			ved	0.65596	MPa
			vRd,c	0.66903	MPa
				0.98047	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P16</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	REV. B

10 PALI DI FONDAZIONE

10.1 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.

10.2 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:

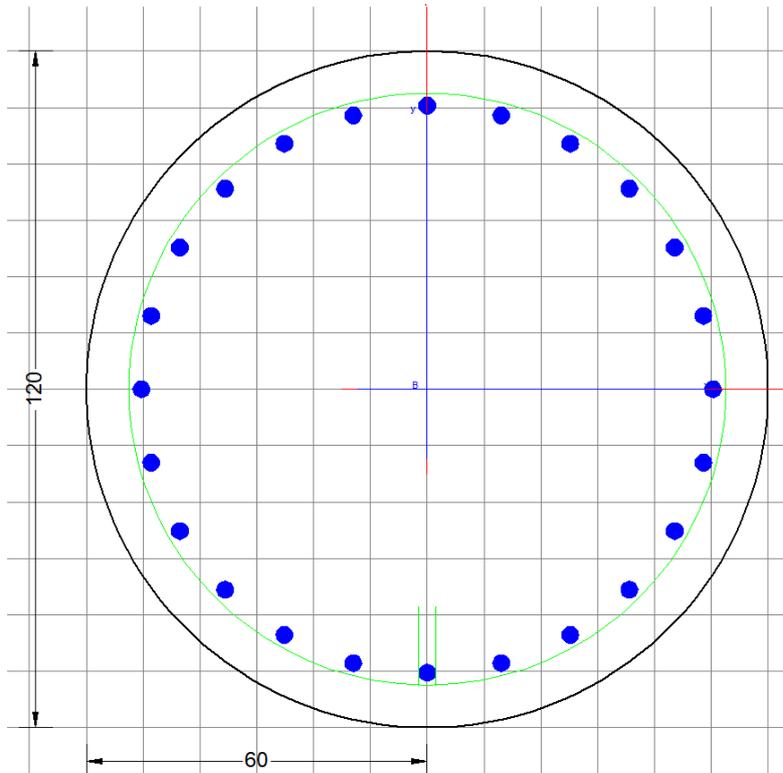
Sollecitazioni nel baricentro della fondazione per analisi di presso-flessione

TABELLA PER FLESSIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	49947	1691	1515	39606	40203	
E_103x_SLV_q=1.36_63	32051	7624	2359	130970	40293	
E_103y_SLV_q=1.36_64	32051	3367	6116	42529	126467	
E_103x_SLV_q=1.36_63	32051	7624	2359	130970	40293	
E_103y_SLV_q=1.36_64	32051	3367	6116	42529	126467	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P16</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	REV. B

Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	1.8	3.6	5909.7	7591.56	5318.61
2	1.8	-3.6	3159.28	-1503.6	2365.19
3	5.4	3.6	6654.21	8337.72	7660.59
4	5.4	-3.6	3903.79	-757.41	4707.17
5	-5.4	-3.6	1670.27	-2995.9	-2318.8
6	-5.4	3.6	4420.69	6099.24	634.659
7	5.4	0	5279	3790.16	6183.88
8	-5.4	0	3045.48	1551.67	-842.05
9	-1.8	0	3789.99	2297.83	1499.93
10	1.8	0	4534.49	3044	3841.9
11	-1.8	-3.6	2414.78	-2249.7	23.2154
12	-1.8	3.6	5165.2	6845.4	2976.64
taglio equivalente			189.219	665.027	581.754
alfa derivante dall'analisi geotecnica				α	2.07
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	6654	141	126	423	379
combo2	8338	635	197	1906	590
combo3	7661	281	510	842	1529
combo4	-2996	635	197	1906	590



Dati generali | Dati sezione | Sforzi | Risultati

Descrizione:

Tipologia Sezione

Predefinite (Sollecit. rette. Verifica o Progetto armature)

Generiche (Sollec. deviate. Verifica o Progetto armature)

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

Rettangolari di Pareti

Torsione sezioni poligonali (Progetto armature)

Calcolo frecce in campata singola (stati limite di esercizio)

Normativa

NTC 2018 EC2/EC8

Caratteristiche della sezione

Pilastro

Percorso di Sollecitazione (S.L.U.)

N= cost. (sforzo normale costante)

M/N= cost. (eccentricità costante)

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

Circolare DM 18/ EC2 DM '96 (Istruzioni)

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

Metodo AAEM Ap.fessure riferite alla zona efficace

Condizioni Ambientali (S.L.E.)

Ordinarie Moderat. agr. Molto agr.

Tipo di combinazioni di calcolo

Combinazioni non sismiche (cap.4 NTC)

Zona sismica CDA (alta duttilità)

Zona sismica CDB (media duttilità)

Comb. sismiche Non dissipative

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

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: palo 1.2

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00	MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.30	MPa

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

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Conglomerato: C25/30

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

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

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

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	6819.89	235.82	385.80	0.00	0.00
2	1040.20	144.45	102.92	0.00	0.00
3	6654.21	291.72	261.37	0.00	0.00
4	6819.89	235.82	385.80	0.00	0.00
5	6654.21	291.72	261.37	0.00	0.00
6	6819.89	235.82	385.80	0.00	0.00
7	8337.72	1315.11	406.85	0.00	0.00
8	-2995.89	1315.11	406.85	0.00	0.00
9	8337.72	1315.11	406.85	0.00	0.00
10	7660.59	580.74	1054.95	0.00	0.00
11	8337.72	1315.11	406.85	0.00	0.00
12	7660.59	580.74	1054.95	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)

My con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
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	4782.76	162.53	250.93
2	905.95	162.53	244.27
3	4673.50	201.12	165.91
4	4782.76	162.53	250.93
5	4673.50	201.12	165.91
6	4782.76	162.53	250.93
7	6487.93	793.87	261.48
8	-1220.60	793.87	261.48
9	6201.81	793.87	261.48
10	5751.03	329.57	665.18
11	6201.81	796.93	261.48
12	5751.03	329.57	665.18

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	4782.76	162.53 (0.00)	250.93 (0.00)
2	905.95	162.53 (630.39)	244.27 (947.43)
3	4782.76	162.53 (0.00)	250.93 (0.00)
4	4782.76	162.53 (0.00)	250.93 (0.00)
5	4782.76	162.53 (0.00)	250.93 (0.00)
6	4782.76	162.53 (0.00)	250.93 (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	2826.91	0.63 (0.00)	49.48 (0.00)
2	2403.90	0.63 (0.00)	49.48 (0.00)
3	2826.91	0.63 (0.00)	49.48 (0.00)
4	2826.91	0.63 (0.00)	49.48 (0.00)
5	2826.91	0.63 (0.00)	49.48 (0.00)
6	2826.91	0.63 (0.00)	49.48 (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: 10.1 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 [cm ²]. [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	6819.89	235.82	385.80	6819.67	2003.75	3278.02	8.50	169.6(33.9)
2	S	1040.20	144.45	102.92	1040.23	2530.47	1797.40	17.50	169.6(33.9)
3	S	6654.21	291.72	261.37	6654.28	2864.12	2565.51	9.82	169.6(33.9)
4	S	6819.89	235.82	385.80	6819.67	2003.75	3278.02	8.50	169.6(33.9)
5	S	6654.21	291.72	261.37	6654.28	2864.12	2565.51	9.82	169.6(33.9)
6	S	6819.89	235.82	385.80	6819.67	2003.75	3278.02	8.50	169.6(33.9)
7	S	8337.72	1315.11	406.85	8337.99	3608.97	1117.64	2.74	169.6(33.9)
8	S	-2995.89	1315.11	406.85	-2996.03	1655.21	510.25	1.26	169.6(33.9)
9	S	8337.72	1315.11	406.85	8337.99	3608.97	1117.64	2.74	169.6(33.9)
10	S	7660.59	580.74	1054.95	7660.88	1843.22	3349.89	3.18	169.6(33.9)
11	S	8337.72	1315.11	406.85	8337.99	3608.97	1117.64	2.74	169.6(33.9)
12	S	7660.59	580.74	1054.95	7660.88	1843.22	3349.89	3.18	169.6(33.9)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione 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	51.2	0.8	0.00296	43.6	25.2	-0.00261	-43.6	-25.2
2	0.00350	34.8	0.8	0.00256	25.2	43.6	-0.00692	-25.2	-43.6
3	0.00350	40.0	0.8	0.00295	35.6	35.6	-0.00268	-35.6	-35.6
4	0.00350	51.2	0.8	0.00296	43.6	25.2	-0.00261	-43.6	-25.2
5	0.00350	40.0	0.8	0.00295	35.6	35.6	-0.00268	-35.6	-35.6
6	0.00350	51.2	0.8	0.00296	43.6	25.2	-0.00261	-43.6	-25.2
7	0.00350	17.7	57.0	0.00301	13.0	48.6	-0.00205	-13.0	-48.6
8	0.00350	17.7	57.0	0.00171	13.0	48.6	-0.01675	-13.0	-48.6
9	0.00350	17.7	57.0	0.00301	13.0	48.6	-0.00205	-13.0	-48.6
10	0.00350	52.6	26.6	0.00299	43.6	25.2	-0.00228	-43.6	-25.2
11	0.00350	17.7	57.0	0.00301	13.0	48.6	-0.00205	-13.0	-48.6
12	0.00350	52.6	26.6	0.00299	43.6	25.2	-0.00228	-43.6	-25.2

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
--------	---	---	---	-----	--------

1	0.000047275	0.000028897	0.000175550	----	----
2	0.000054941	0.000077110	-0.002180862	----	----
3	0.000037395	0.000041737	0.000137637	----	----
4	0.000047275	0.000028897	0.000175550	----	----
5	0.000037395	0.000041737	0.000137637	----	----
6	0.000047275	0.000028897	0.000175550	----	----
7	0.000014863	0.000048045	0.000482535	----	----
8	0.000054280	0.000175456	-0.007519605	----	----
9	0.000014863	0.000048045	0.000482535	----	----
10	0.000045890	0.000025262	0.000356952	----	----
11	0.000014863	0.000048045	0.000482535	----	----
12	0.000045890	0.000025262	0.000356952	----	----

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

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.79	50.4	0.0	35.0	-43.6	-25.2	----	----
2	S	2.13	50.0	0.0	-11.4	-43.6	-25.2	641	21.2
3	S	4.54	38.2	0.0	36.0	-35.6	-35.6	----	----
4	S	4.79	50.4	0.0	35.0	-43.6	-25.2	----	----
5	S	4.54	38.2	0.0	36.0	-35.6	-35.6	----	----
6	S	4.79	50.4	0.0	35.0	-43.6	-25.2	----	----
7	S	8.43	18.8	0.0	23.2	-13.0	-48.6	----	----
8	S	5.34	18.8	0.0	-244.6	-13.0	-48.6	2307	49.5
9	S	8.22	18.8	0.0	20.2	-13.0	-48.6	----	----
10	S	7.48	53.8	0.0	20.5	-43.6	-25.2	----	----
11	S	8.23	18.7	0.0	20.0	-13.0	-48.6	----	----
12	S	7.48	53.8	0.0	20.5	-43.6	-25.2	----	----

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= $(e1 + e2)/(2 * e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
∅	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} * (e_{sm} - e_{cm})$ [(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	∅	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
2	S	-0.00008	0	0.833	30.0	82	0.00003 (0.00003)	536	0.018 (990.00)	630.39	947.43
3	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00

4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
8	S	-0.00137	0	0.833	30.0	82	0.00082 (0.00073)	675	0.551 (990.00)	439.50	144.76
9	S	-0.00001	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	35558.03	10738.18
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
11	S	-0.00001	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	14680.85	4325.90
12	S	-0.00001	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	7227.44	17453.69

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	4.79	50.4	0.0	35.0	-43.6	-25.2	---	---
2	S	2.13	50.0	0.0	-11.4	-43.6	-25.2	641	21.2
3	S	4.79	50.4	0.0	35.0	-43.6	-25.2	---	---
4	S	4.79	50.4	0.0	35.0	-43.6	-25.2	---	---
5	S	4.79	50.4	0.0	35.0	-43.6	-25.2	---	---
6	S	4.79	50.4	0.0	35.0	-43.6	-25.2	---	---

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	-0.00008	0	0.833	30.0	82	0.00003 (0.00003)	536	0.018 (0.20)	630.39	947.43
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.26	60.0	0.0	27.8	-50.3	0.0	---	---
2	S	1.96	60.0	0.0	23.2	-50.3	0.0	---	---
3	S	2.26	60.0	0.0	27.8	-50.3	0.0	---	---
4	S	2.26	60.0	0.0	27.8	-50.3	0.0	---	---
5	S	2.26	60.0	0.0	27.8	-50.3	0.0	---	---
6	S	2.26	60.0	0.0	27.8	-50.3	0.0	---	---

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P16</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605003	REV. B

10.3 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	49947	1691	1515	39606	40203	
E_103x_SLV_q=1_66	32051	9829	2942	176889	53729	
E_103y_SLV_q=1_67	32051	4028	8062	56305	171253	
E_103x_SLV_q=1_66	32051	9829	2942	176889	53729	
E_103y_SLV_q=1_67	32051	4028	8062	56305	171253	

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	T _x	9829	4028
sollecitazione massima direzione y	T _y	2942	8062
vettore complessivo, singolo palo	T	855	751

Progetto armature

diametro armature trasversale	φ	12	mm
bracci staffe	bs	2	
diametro pali	R	0.6	m
area armature trasversale	A _{sw}	2.3	cm ²
passo staffe	s	20.0	cm
copriferro netto + staffa + f _i /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 resisitente	V _r	977	kN
taglio massimo agente	V _{ed}	855	kN
	V _{ed} /V _{rd}	0.88	

11 INCIDENZE

Baggioli/Ritegni	350 kg/mc
Pulvino	180 kg/mc
Fusto Pila	90 kg/mc
Plinto di fondazione	160 kg/mc
Pali di fondazione	primo tratto 290 kg/mc