

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)

VII1 - Viadotto ferroviario a Singolo binario - sviluppo complessivo 885m

Relazione di calcolo Pile - P16

SCALA:

-

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

RS3T 30 D 09 CL VI1105 002 B

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

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

File: RS3T30D09CLVI1105002B

n. Elab.: 09_264_1

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P16	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1105001	REV. B

INDICE

1.	PREMESSA	3
1.1	Descrizione dell'opera.....	3
2.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	7
3.	MATERIALI	7
3.1	Verifiche SLE.....	8
3.1.1	<i>Verifiche tensionali</i>	8
3.1.2	<i>Verifiche a fessurazione</i>	9
4.	DATI DI BASE	10
4.1	Geometrie di base.....	10
4.2	Modelli di analisi e verifica	12
4.3	Condizioni elementari e combinazioni di carico.....	12
4.4	Sistemi di riferimento ed unità di misura	16
5.	ANALISI DEI CARICHI	17
5.1	Peso proprio elementi strutturali.....	17
5.2	Carichi strutturali trasmessi dall'impalcato.....	18
5.3	Carichi da traffico verticali	18
5.4	Effetti dinamici	20
5.5	Disposizione treni di carico.....	20
5.6	Carichi da traffico orizzontali	24
5.6.1	<i>Forza centrifuga</i>	24
5.6.2	<i>Serpeggio</i>	26
5.6.3	<i>Frenatura ed avviamento</i>	27
5.6.4	<i>Forza d'attrito</i>	28
5.6.5	<i>Azione del Vento</i>	28
5.7	Azione Sismica	31
5.7.1	<i>Inquadramento Sismico</i>	32
5.7.2	<i>Definizione della domanda sismica</i>	34
5.7.3	<i>Calcolo dell'azione Sismica</i>	38
5.7.4	<i>Risposta sismica locale</i>	39
5.7.5	<i>Check analisi statica</i>	40
5.7.6	<i>Analisi statica equivalente</i>	41
5.7.1	<i>Analisi dinamica modale</i>	41
5.8	Azione Idrostatica.....	43
6.	SOLLECITAZIONI.....	46
6.1	Combinazioni di carico	46

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P16	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1105001	REV. B

6.1.1	Configurazione 1	46
6.1.2	Configurazione 2	52
6.1.3	Configurazione 3	58
6.2	Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni	64
6.2.1	Stati limiti di esercizio	64
6.2.2	Stati limiti ultimi	70
7.	VERIFICHE STRUTTURALI.....	73
8.	FUSTO PILA	73
8.1	Modellazione	75
8.2	Verifica a presso flessione	75
8.3	Verifica a taglio	84
8.4	Verifica spostamenti.....	85
9.	PULVINO.....	86
9.1	Progettazione armatura principale e secondaria.....	87
9.2	Verifica dei nodi.....	88
10.	PLINTO DI FONDAZIONE	89
10.1	Dimensionamento armature	91
10.1	Verifica a presso-flessione.....	93
10.1.1	Direzione trasversale.....	93
10.1.2	Direzione longitudinale.....	98
10.1	Verifica a punzonamento	103
11.	PALI DI FONDAZIONE.....	104
11.1	Ridistribuzione sollecitazioni testa palo	104
11.2	Verifica strutturale	104
11.3	Verifica a taglio.....	112
12.	INCIDENZE	113

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P16	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1105001	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 VI11 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 altezze minore o uguale a 5.80m, con variazione di luce 25-40m.

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

1.1 Descrizione dell'opera

Il viadotto VI11 attraversa un corso d'acqua maggiore e corre parallelamente alla linea torica. Il viadotto è a doppio binario, ha uno sviluppo complessivo di 885m, ed è costituito da 32 campate isostatiche di luce 25m, 40 e 50m (asse pila-asse pila/ asse pila-asse giunto spalla). Le campate da 25 m sono realizzate con un impalcato in cap a due travi mentre, le campate di luce maggiore sono miste a due travi.

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

Il plinto presenta uno spessore di 3metri e una pianta rettangolare di 9.6x9.6, mentre le fondazioni previste sono su pali in c.a. di grande diametro F1200 sia per le pile che per le spalle. Il numero di pali pari a 9 e disposti ad interessa minimi di 3.6m. Si è assunta una distanza dal bordo degli stessi di 1.20 m.

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

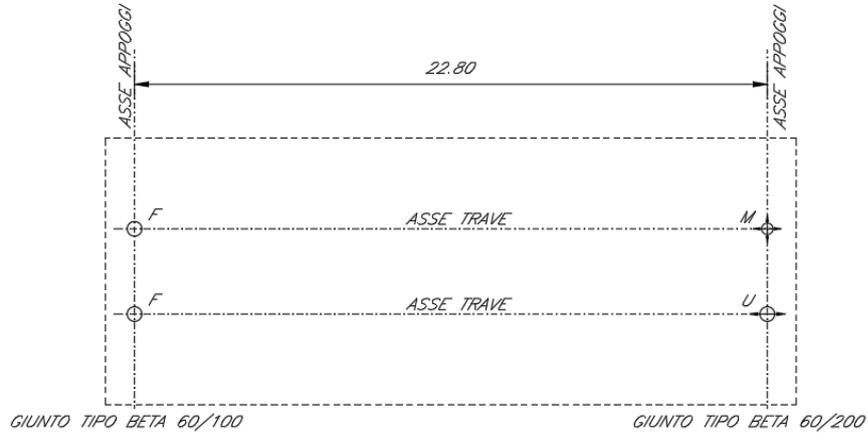
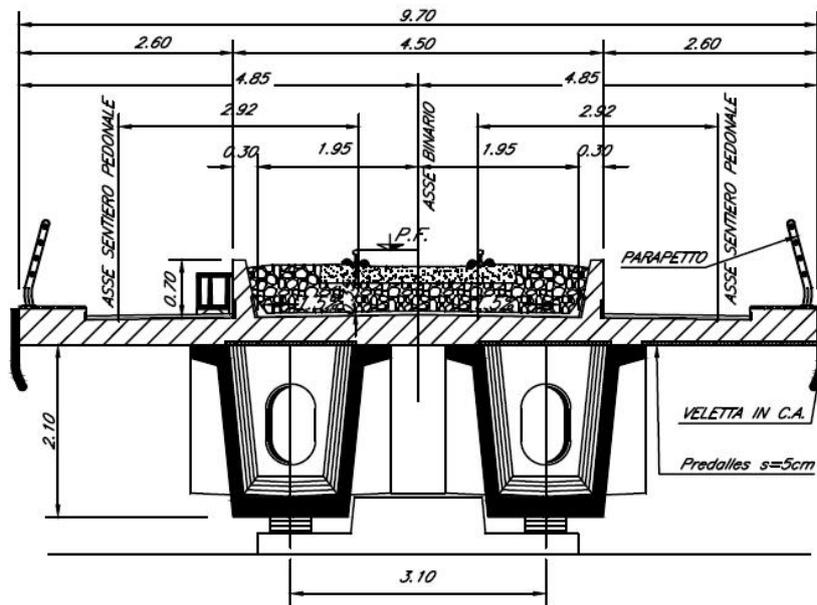


Figura 1: schema appoggi impalcati sx e dx



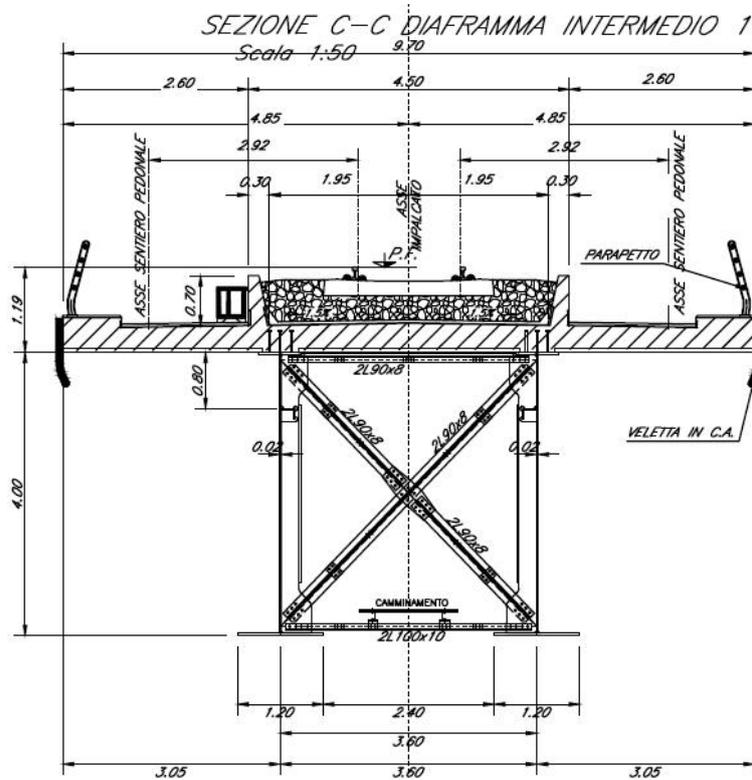
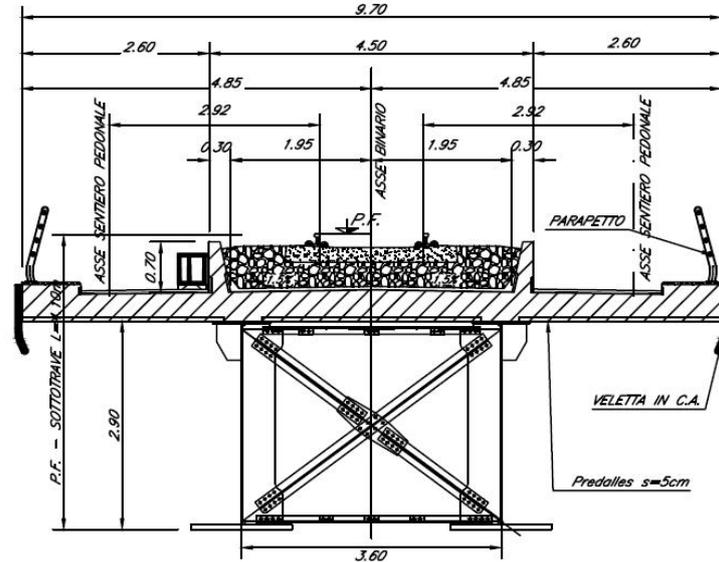


Figura 2: sezione trasversale impalcato

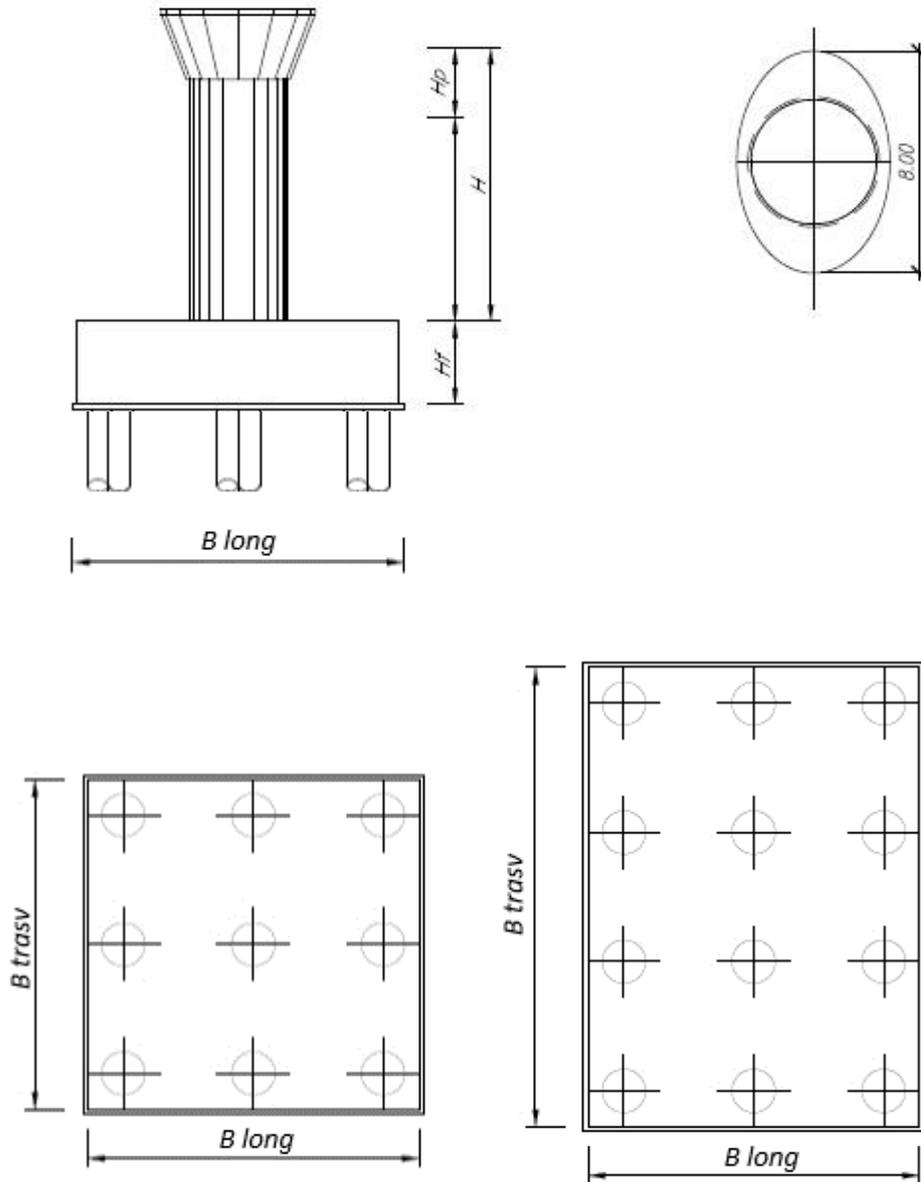


Figura 3: pianta, sezione e prospetti pila

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P16</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1105001	REV. B

2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

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

- *Ministero delle Infrastrutture, DM 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».*
- *Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, Circolare 21 gennaio 2019, n. 7/C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018»*
- *Istruzione RFI DTC SI PS MA IFS 001 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture*
- *Istruzione RFI DTC SI CS MA IFS 001 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale*
- *Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;*

3. MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali previsti le sottostrutture sono le seguenti:

- Calcestruzzo pali di fondazione, cordoli, opere provvisionali, calcestruzzo fondazioni

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

- Calcestruzzo fondazioni armate

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

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P16	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1105001	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

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P16	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1105001	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 VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P16	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1105001	REV. B

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

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

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

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

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

4. DATI DI BASE

4.1 Geometrie di base

La pila presenta una sezione circolare piena di dimensioni 3.5m, una altezza complessiva di 5.80m. Il pulvino è costituito da una sezione piena ellissoidale ed altezza variabile in funzione del tipo d’impalcato. Nei calcoli si è incrementato del 10% la massa del pulvino per tener conto di velette, baggioli e ritegni. Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 1200mm collegate in testa da una platea di spessore 3m.

PILA						
altezza pila- estradosso fond/estradosso pulvino				Hp	5.8	m
tipologia di sezione					circolare	
larghezza trasversale pila				b	0.000	m
larghezza longitudinale pila				d	0.000	m
raggio della sezione				R	1.75	m
area della sezione				A	9.621	m ²
inerzia sezione direzione trasversale				I11	7.366	m ⁴
inerzia sezione direzione longitudinale				I22	7.366	m ⁴
calcestruzzo				fck	32	MPa
massa pulvino				mp	914	kN
PULVINO						
asse minore ellisse				a	5.48	m
asse maggiore ellisse				b	8	m
altezza pulvino				h	2	m
massa pulvino	<i>compresa del +10%</i>			mp	2295	kN
FONDAZIONE						
asse minore ellisse				a	9.6	m
asse maggiore ellisse				b	9.6	m
altezza della fondazione				h	3	m
altezza terreno di ricoprimento				ht	1.5	m
area netta per calcolo ricoprimento				A	82.5	m ³
peso di vulume del terreno				y	19	kN/3
Ulteriori distanze e bracci						
distanza asse pila e appoggi per momento longitud.				il	1.2	
interasse tra i binari (se singolo 0)				ib	4	m
dist. tra interasse del singolo binario e asse pila				a	2	m

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P16	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1105001	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 VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P16	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1105001	REV. B

5.2 Carichi strutturali trasmessi dall'impalcato

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

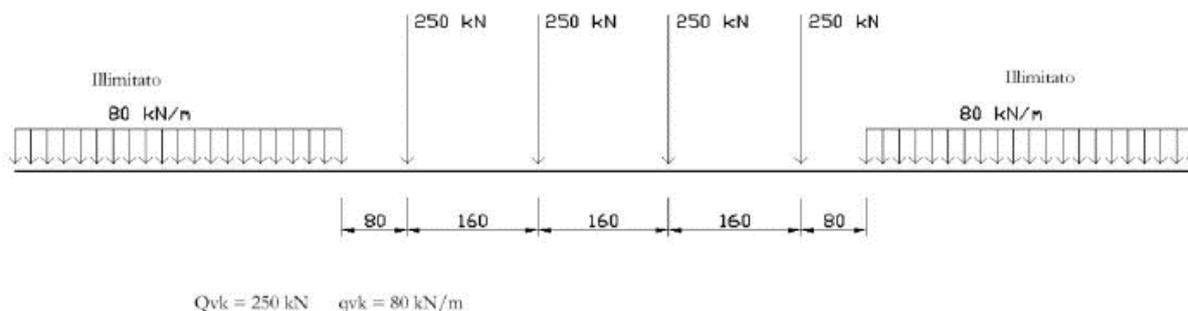
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	4514	557
scarichi estradosso Pila - G2	3879	954
scarichi estradosso Fondazione - G1	7620	557
scarichi estradotto Fondazione - G2	3879	954
scarichi sui Pali - G1	16884	557
scarichi sui Pali - G2	3879	954

5.3 Carichi da traffico verticali

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

➤ Modello di carico LM71

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



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

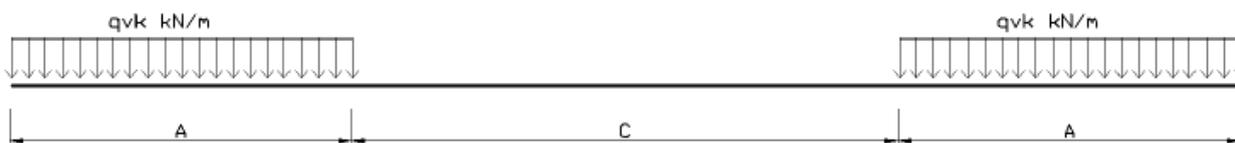
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P16	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1105001	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 VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P16	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1105001	REV. B

5.4 Effetti dinamici

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

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

5.5 Disposizione treni di carico

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

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

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

	N [kN]	Mlong [kN/m]	Mtrasv [kN/m]
COMBO N	4479	619	448
COMBO ML	3042	3651	304
COMBO MT	4479	619	448

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

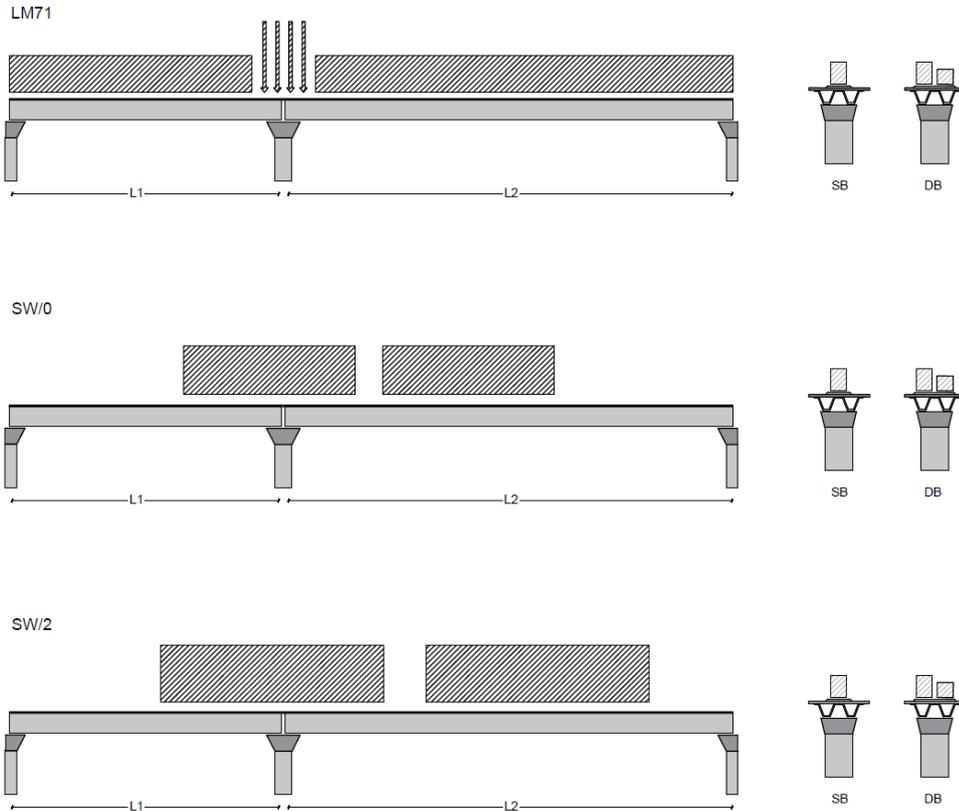


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

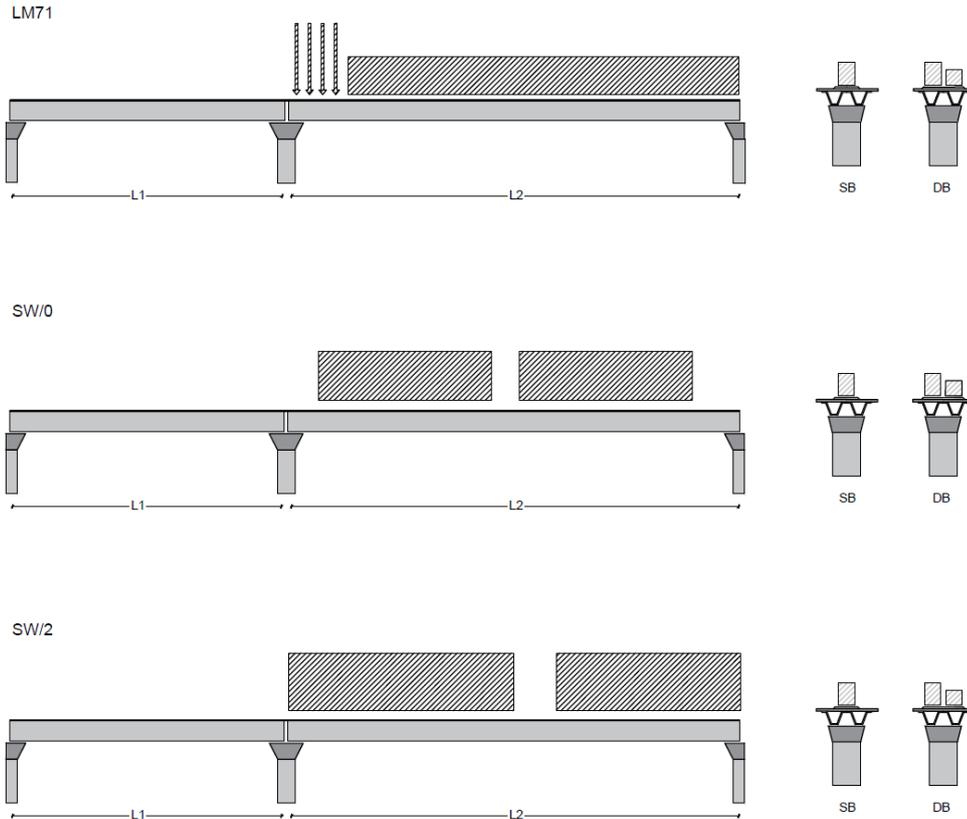


Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

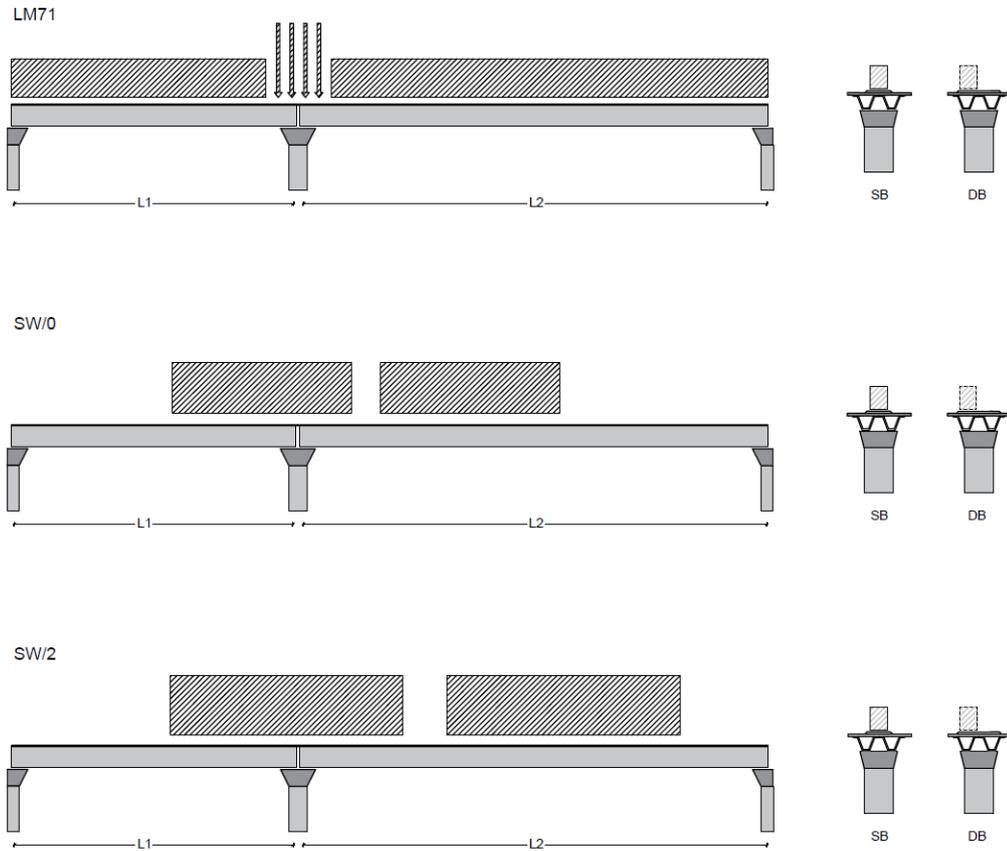


Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P16</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1105001	REV. B

5.6 Carichi da traffico orizzontali

5.6.1 Forza centrifuga

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P16	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1105001	REV. B

5.6.2 Serpeggio

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

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

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P16</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1105001	REV. B

5.6.3 Frenatura ed avviamento

numero di binari				Singolo	
combinazione treni				SW/2	
posizionamento vincolo fissi				caso peggiore	
estradosso pulvino sommità binario		H	0.45	m	
lunghezza del binario		L	40	m	

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

FENATURA

LM/71					
coefficiente di adattamento		a	1.1		
lunghezza del binario		L	40	m	
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	880	kN	
SW/0					
coefficiente di adattamento		a	1.1		
lunghezza del binario		L	35.3	m	
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	776.6	kN	
SW/2					
coefficiente di adattamento		a	1		
lunghezza del binario		L	33		
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	1155		

AVVIAMENTO

LM/71					
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	1000	kN	
SW/0					
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	1000	kN	
SW/2					
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	1000	kN	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P16	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1105001	REV. B

5.6.4 Forza d'attrito

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

altezza baggioli e apparecchi d'appoggio		h	0.45	m
lunghezza del binario		L	40	m
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg1	4514	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg2	3879	kN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili		Vq	5951	kN
coefficiente d'attrito (da assum. In relazione alle cart. App.)		f	0.04	
forza d'attrito trasmessa alla pila		Fa	305.2	kN
momento longitudinale in testa pila		M	137.3	kN/m

5.6.5 Azione del Vento

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

velocità di base di riferimento slm	Vbo	28	m/s
parametro di quota	ao	500	m
altitudine sul livello del mare	as	367	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	5.8	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	6.25	m
	altezza di riferimento	z	10.235	m
	coefficiente di topografia	ct	1	
	coefficiente di esposizione	ce	2.37	
	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	1268.11	n/m ²
	larghezza impalcato	d	9.7	m
	altezza impalcato+soletta	z3	2.97	m
	armamento	z4	0.88	m
	altezza treno	z5a	4	m
	altezza barriere	z5b	5	m
	altezza di impatto treno o barriere	htot	7.97	m
		d/h	1.21706	
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.06531	
	forza trasversale	fx	20.9	
	forza equivalente in testa pila	Fx	671.1	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2976.3	kn/m

ponte scarico						
	altezza di impatto treno o barriere	htot	7.85	m		
	rapporto geometrico	d/h	1.23567			
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.06019			
	forza trasversale	fx	20.5			
	forza equivalente in testa pila	Fx	498.4	kN		
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2180.3	kn/m		
VENTO SULLA PILA						
direzione trasversale						
	altezza di riferimento	z	5.8	m		
	coefficiente di topografia	ct	1			
	coefficiente di esposizione	ce	2.01697			
	densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m3		
	pressione statica di riferimento	qr	535.732	n/m2		
	pressione statica di picco	qpicco	1268.11	n/m2		
			1.26811	Kpa		
	tipologia di sezione		circolare			
	larghezza trasversale pila	b	0	m		
	larghezza longitudinale pila	d	0	m		
	raggio della sezione	R	1.75	m		
	rapporto geometrico	b/d	0.1			
	rapporto geometrico	r/b	0.1			
	coefficiente di forza trasversale sez. ret.	cf,0	2			
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.75			
	viscosità cinematica dell'aria	ν	1.5E-05	m/s		
	numero di Reynolds	Re	8085199			
	materiale pila		cls ruvido			
	rugosità equivalente	k	1	mm		
	rapporto	k/b	0.00057			

	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.9038	
	rapporto geometrico	l/b	1.65714	
	snellezza effettiva	λ	1.65714	
	rapporto di solidità	ϕ	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.62086	
	forza trasversale	f tras	0.7	
	forza equivalente in testa pila	F tras	4.1	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	3.5	m
direzione longitudinale				
	tipolgoia di sezione		circolare	
	larghezza trasversale pila	b	0	m
	larghezza longitudinale pila	d	0	m
	raggio della sezione	R	1.75	m
	rapporto geometrico	b/d	0.1	
	rapporto geometrico	r/b	0.1	
	coefficiente di forza longitu sez.ret	cf,0	2	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.75	
	coefficiente di forza trasversale sez.circ.	cf,0	0.9038	
	rapporto geometrico	l/b	1.65714	
	snellezza effettiva	λ	1.65714	
	rapporto di solidità	ϕ	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.62086	
	forza longitudinale	f lon	0.71158	
	forza equivalente in testa pila	F lon	4.12715	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	3.48	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 VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P16</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1105001	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.

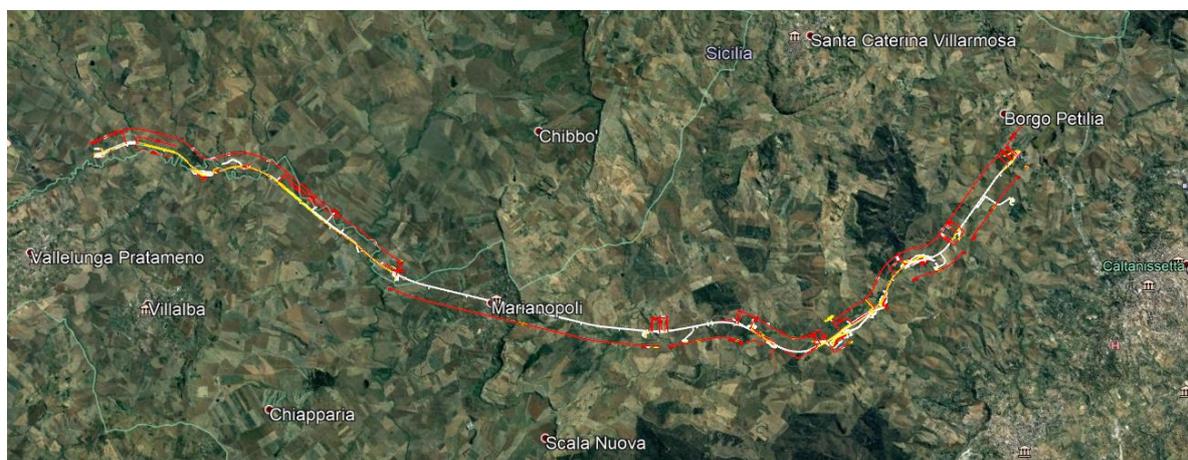


Figura 4 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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.

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

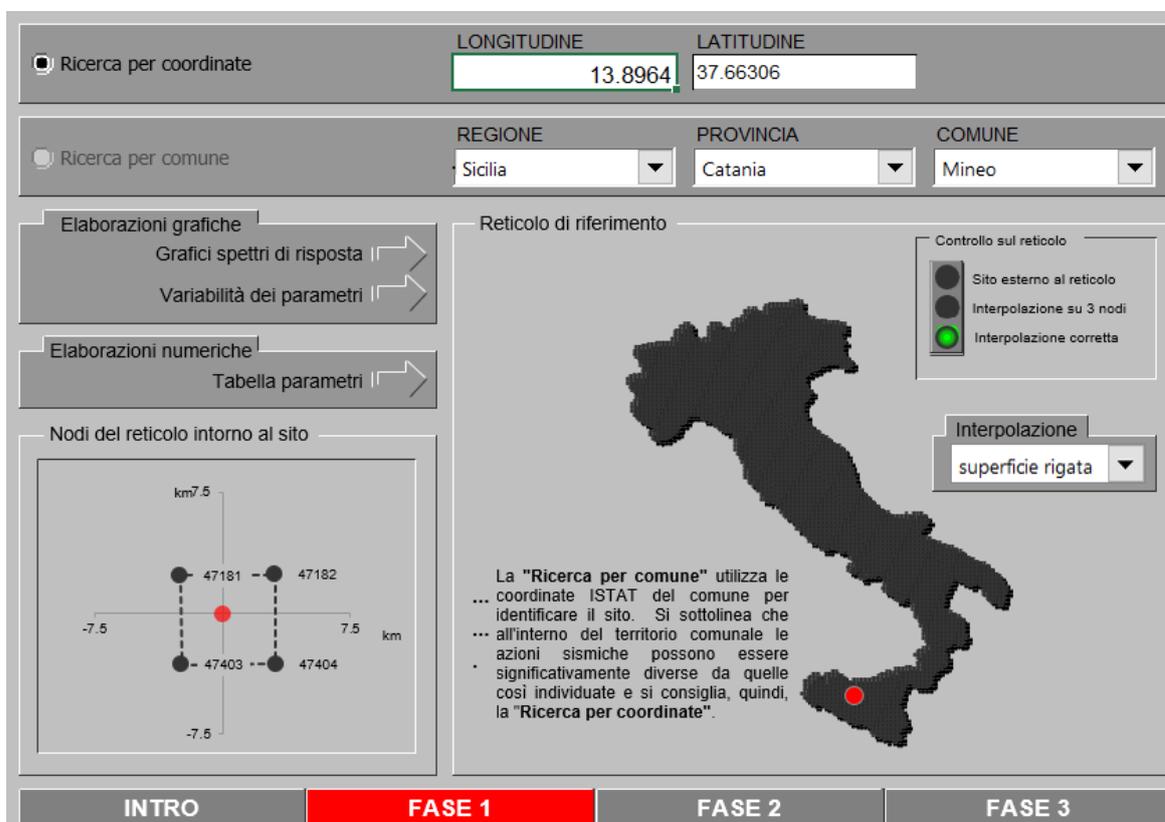
LOTTO 3A-B

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

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P16</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1105001	REV. B

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.



Ricerca per coordinate
 LONGITUDINE: 13.8964
 LATITUDINE: 37.66306

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

Elaborazioni grafiche
 Grafici spettri di risposta
 Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche
 Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito
 Diagramma a croce con nodi: 47181, 47182, 47403, 47404. Distanze: 7.5 km.

Reticolo di riferimento
 Controllo sul reticolo:
 Sito esterno al reticolo
 Interpolazione su 3 nodi
 Interpolazione corretta

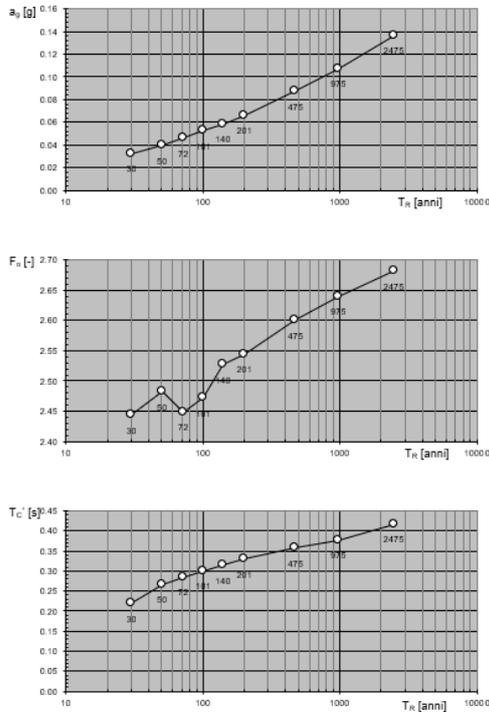
Interpolazione: superficie rigata

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

INTRO **FASE 1** **FASE 2** **FASE 3**

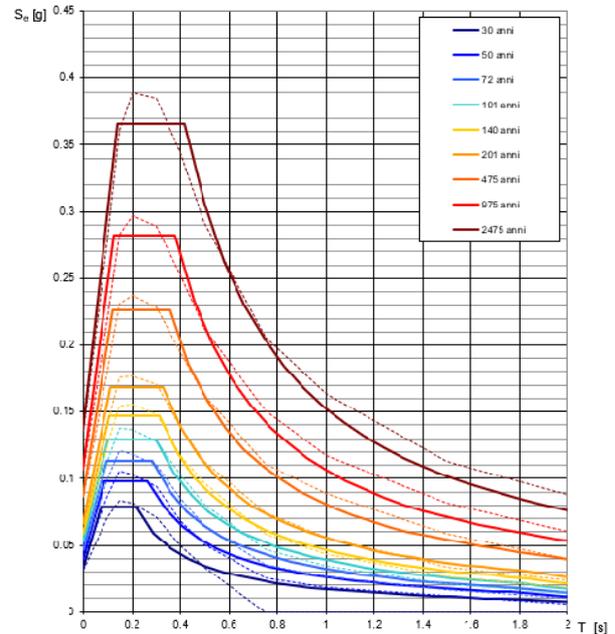
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri_NTC"

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



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

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



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

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

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

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

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

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

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

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite
Stato Limite considerato **SLV** info

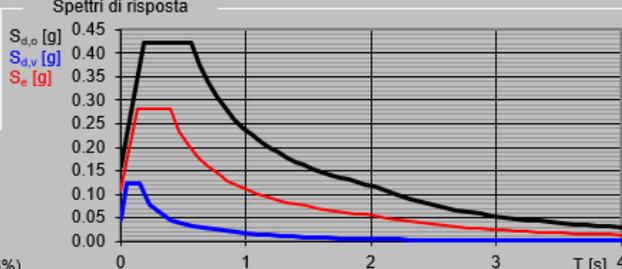
Risposta sismica locale
 Categoria di sottosuolo **C** info $S_s = 1.500$ $C_c = 1.427$ info
 Categoria topografica **TI** info $h/H = 0.000$ $S_T = 1.000$ info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale
 Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) **5** $\eta = 1.000$ info
 Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_0 **1** Regol. in altezza **si** info

Compon. verticale
 Spettro di progetto Fattore q **1** $\eta = 1.000$ info

Elaborazioni
 Grafici spettri di risposta →
 Parametri e punti spettri di risposta →

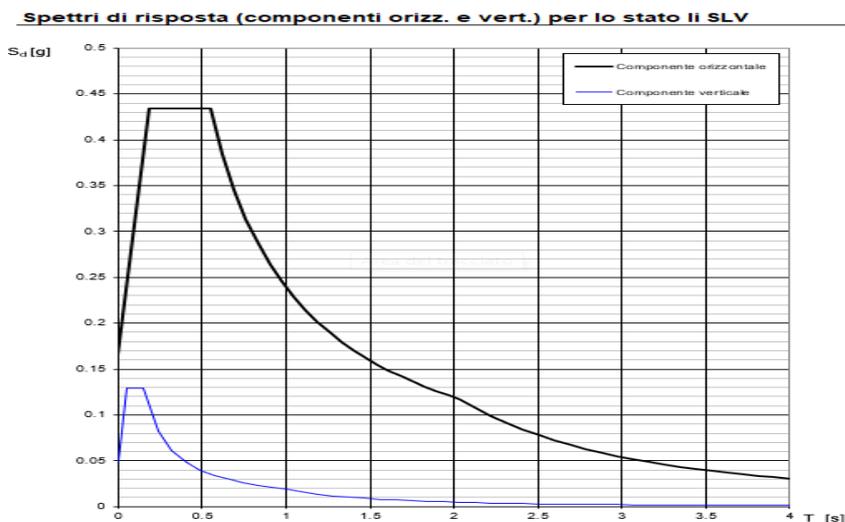
Spettri di risposta



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

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 8 - Definizione della domanda sismica allo SLV



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

Figura 9 - Spettro in accelerazione SLV orizzontale e verticale

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato IIR8LV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_p	0.107 q
F_s	2.635
T_c'	0.395 r
S_s	1.500
C_c	1.427
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.188 r
T_c	0.564 r
T_D	2.027 r

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

$$T_D = 40 \cdot a_p / g + 1.6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

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

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

$$T_B \leq T < T_c \quad S_s(T) = a_p \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

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

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

La spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuta dalle espressioni della spettro elastica $S_s(T)$ moltiplicando con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.160
T_B	0.188	0.422
T_c	0.564	0.422
	0.633	0.375
	0.703	0.338
	0.773	0.308
	0.842	0.282
	0.912	0.261
	0.982	0.242
	1.051	0.226
	1.121	0.212
	1.191	0.200
	1.260	0.189
	1.330	0.179
	1.400	0.170
	1.469	0.162
	1.539	0.154
	1.609	0.148
	1.678	0.142
	1.748	0.136
	1.818	0.131
	1.887	0.126
	1.957	0.121
T_D	2.027	0.117
	2.121	0.107
	2.215	0.098
	2.309	0.090
	2.403	0.083
	2.497	0.077
	2.590	0.072
	2.684	0.067
	2.778	0.062
	2.872	0.058
	2.966	0.055
	3.060	0.051
	3.154	0.048
	3.248	0.046
	3.342	0.043
	3.436	0.041
	3.530	0.039
	3.624	0.037
	3.718	0.035
	3.812	0.033
	3.906	0.032
	4.000	1

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 VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P16</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1105001	REV. B

5.7.3 *Calcolo dell'azione Sismica*

Per il calcolo delle azioni sismiche si utilizza una Analisi Statica Lineare, come riportata nel cap. 7.9.4.1 delle NTC 2018. Qualora le ipotesi non siano soddisfatte, per il calcolo dei periodi propri della pila e quindi delle sollecitazioni sismiche, si è fatto riferimento ad una Analisi Dinamica Modale, attraverso la costruzione di un modello agli Elementi Finiti monodimensionali (Beam/Frame) mediante il software di calcolo Midas Civil. I Fattori di comportamento utilizzati sono:

- $q= 1.5$ per la verifica a presso flessione della pila;
- $q= 1.5/1.1$ per la verifica a capacità portante verticale dei pali, la presso-flessione e la verifica del plinto se non tozzo;
- $q= 1$ per le verifiche a taglio degli elementi strutturali e le verifiche a capacità portante orizzontale dei pali.

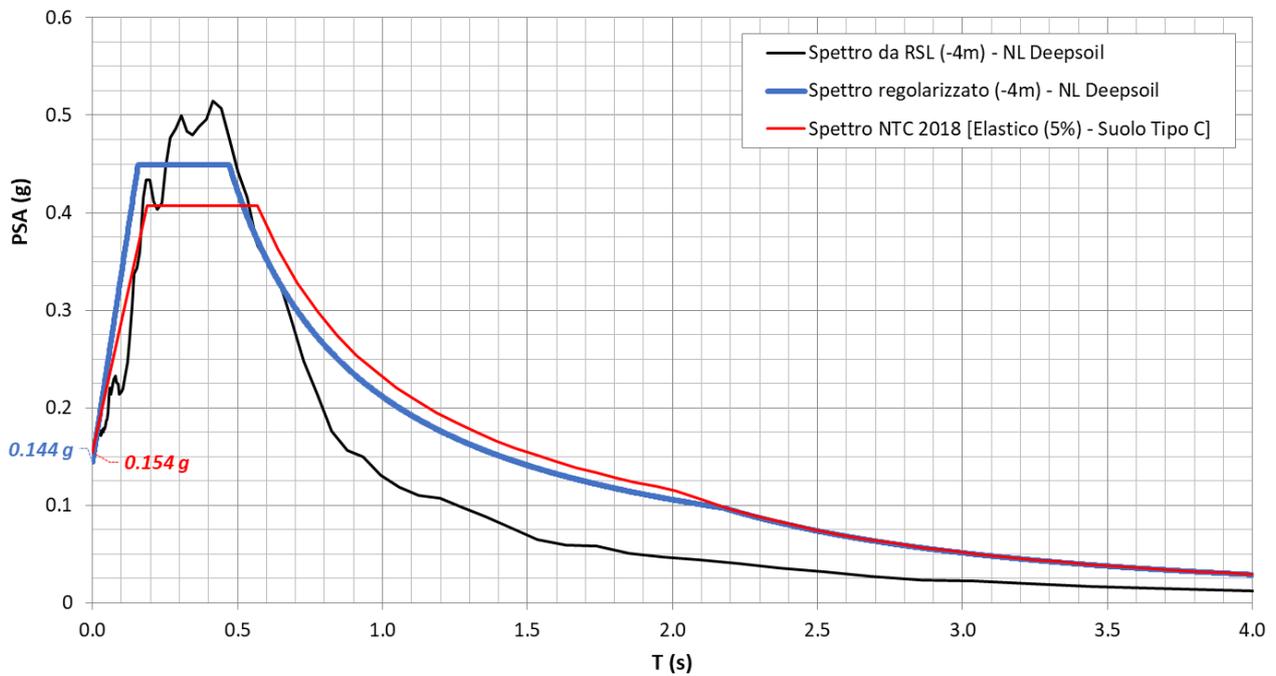
Nella scrittura delle combinazioni di carico si è distinta la posizione del convoglio per massimizzare le singole sollecitazioni (N,Mx,My,Tx,Ty), identificando tre configurazioni, ovvero tre masse statiche.

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

5.7.4 Risposta sismica locale

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

VI11 - prova: DH3AS41



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

5.7.5 *Check analisi statica*

Direzione Longitudinale				
massa treno per direzione long		Com Nmax	6085	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	1217	kN
			0	
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	9652	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	10869	kN
1/5 della massa sismica sopra la pila		1/5 Mimp t	2174	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	914	kN
massa efficace pila		Mpe	2497	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long		Mtot long	13366	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			NO per -322.9 KN
Direzione Trasversale				
massa treno per direzione long		Com Mmax	4479	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	896	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	8393	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	9288	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	914	kN
massa efficace pila		Mpe	2497	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv		Mtot tras	11785	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			NO per -639 KN
Direzione Verticale				
massa treno per direzione long		Com Mmax	4479	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	896	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	8393	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	9288	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	914	kN
massa efficace pila		Mpe	2497	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert		Mtot vert	11785	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			NO per -639 KN

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P16	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1105001	REV. B

5.7.6 Analisi statica equivalente

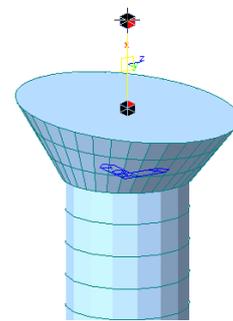
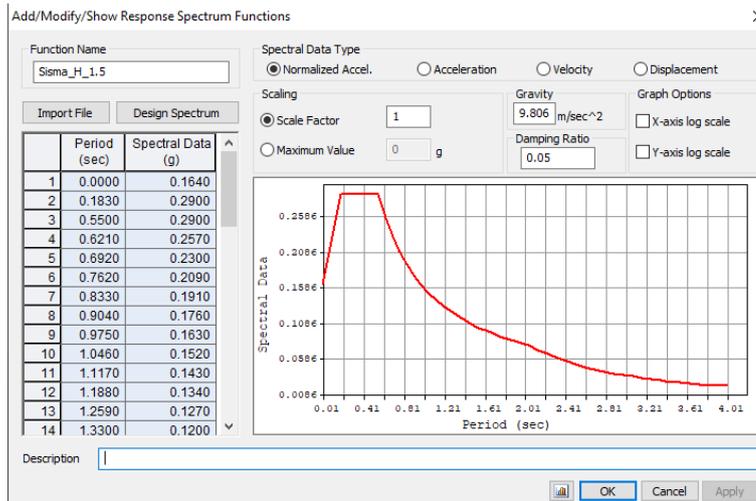
area della sezione		A	9.62	m ²
inerzia sezione direzione trasversale		I11	7.37	m ⁴
inerzia sezione direzione longitudinale		I22	7.37	m ⁴
modulo elastico cls pila		E _c	33346	MPa
eventuale abbattimento del modulo		%	45.00	
modulo di calcolo		E	18340	MPa
calcestruzzo		f _{ck}	32.0	MPa
altezza pila est. fondazione - estr. pulvino		H	5.80	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	6.25	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv		K _{tra}	5.5E+08	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long		K _{long}	1.7E+09	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert		K _{vert}	3.5E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale		T _{tra}	0.31	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale		T _{long}	0.17	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale		T _{vert}	0.04	sec

Tabella Riassuntiva	SLV			SLD	
	q=1.5	q=1.36	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.30	0.30	0.45	0.21	g
accelerazione componente longitudinale	0.30	0.30	0.45	0.21	g
accelerazione componente verticale	0.10	0.10	0.10	0.03	g
Sforzo assiale	1159	1159	1159	388	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	3525	3878	5288	2487	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinal	3998	4398	5997	2821	kN
Momento flessionale trasversale	31868	35054	47802	22485	kN m
Momento flessionale longitudinale	25226	27725	37720	17770	kN m

5.7.1 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	1608.98	3545.81	3179.9	29658.3	18050.4
SISMA q=1	1608.98	5323.57	4774.75	44536.78	27105.7
SISMA sld	411.53	2501.8	2243.84	20929.33	12737.87

Si procede con tali sollecitazioni.

5.8 Azione Idrostatica

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

6.3.12 Escavazioni localizzate viadotto VI11

Pila	Tirante idraulico [m]	Velocità [m/s]	Incidenza pila-corrente [°]	Forma pila	Base pila [m]	Lunghezza pila [m]	Forma plinto	Base plinto [m]	Lunghezza plinto [m]	d50 [mm]	Scavo [m]	Tipo di scavo
P01	0.00	0.00	31	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P02	0.00	0.00	29	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P03	0.39	0.06	52	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.12	plinto non scoperto
P04	0.54	0.18	36	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.44	plinto non scoperto
P05	0.57	0.37	15	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	1.03	plinto non scoperto
P06	0.51	0.57	18	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	2.77	plinto scoperto
P07	0.70	0.41	39	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	1.25	plinto non scoperto
P08	0.88	0.42	27	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	2.52	plinto scoperto
P09	1.08	0.65	15	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	3.24	plinto scoperto
P10	1.17	0.90	20	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	4.23	plinto scoperto
P11	1.17	1.07	14	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	4.49	plinto scoperto
P12	1.38	1.19	14	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	4.97	plinto scoperto
P13	2.07	2.03	8	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	3.77	plinto non scoperto
P14	2.24	2.92	31	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	10.16	plinto scoperto
P15	1.36	1.75	30	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.10	plinto scoperto
P16	1.45	1.77	35	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.34	plinto scoperto
P17	1.63	1.66	45	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.30	plinto scoperto
P18	1.88	1.60	41	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.19	plinto scoperto
P19	1.77	1.54	30	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.76	plinto scoperto
P20	1.77	1.52	32	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.67	plinto scoperto
P21	1.41	1.70	22	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.71	plinto scoperto
P22	0.69	2.28	17	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.30	plinto scoperto
P23	0.93	1.55	18	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	5.89	plinto scoperto
P24	1.17	1.51	14	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	5.74	plinto scoperto
P25	0.57	1.12	38	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	4.83	plinto scoperto
P26	0.45	0.96	28	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	4.07	plinto scoperto
P27	0.79	1.01	0	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	3.59	plinto scoperto
P28	1.04	0.89	6	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	3.64	plinto scoperto
P29	0.70	1.01	5	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	3.73	plinto scoperto
P30	1.05	0.72	4	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	3.14	plinto scoperto
P31	0.30	1.02	20	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	3.85	plinto scoperto

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

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

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

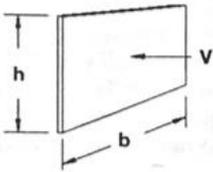
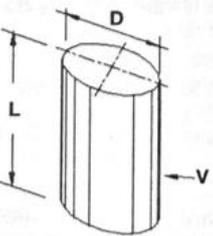
Forme	N.r Reynolds	Dimensioni	Coefficiente C_n
	$> 10^3$	$\frac{b}{h} =$ 1 5 10 ∞	1.16 1.20 1.50 1.90
	10^5	$\frac{L}{D} =$ 1 2 5 10 20 40 ∞	0.63 0.68 0.74 0.82 0.90 0.98 1.20
	$> 5 \times 10^5$	$\frac{L}{D} =$ 5 ∞	0.35 0.34

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

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

velocità dell'acqua	v	1.66	m/sec
densità dell'acqua	ro	1	kN sec ² /m
altezza di riinterro pila	hri	1.5	m
altezza della pila	hp	5.8	m
altezza idrica Tr 300	h300	1.63	m
scalzamento massimo Tr300	dl	7.3	m
tipologia di sezione		circolare	m
larghezza trasversale pila	b	0	m
larghezza longitudinale pila	d	0	m
raggio della sezione	r	1.75	m
rapporto geometrico	L/D	0.003143	m
viscosità cinematica	mi	0.000894	N s/m ²
numero di Reynolds	Re	6498881	
coefficiente di forma	Cd	0.35	*

* si utilizzano le formulazioni di Pietrangeli per pile ellittiche

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P16</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1105001	REV. B

pressione dell'acqua		p	0.48223	kN/m2
forza risultante		Fidro	62.78238	kN
momento alla base pila		Mpila	-74.8617	kN

tabella riassuntiva - Tr300			
	Fusto pila	Fondazioni	Pali
h	3.13	2.5	3.3
D	1.75	9.6	1.2
L/D	1.789	3.84	2.75
Re	3.25E+06	1.78E+07	2.23E+06
forma	smussara	rettangolare	circolare
Cd	0.35	1.18	0.35
p	0.48223	1.625804	0.48223
B	1.75	9.6	6
F	2.64	50.59	9.55
M	4.13	-63.24	-15.75

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

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P16</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1105001	REV. B

6. SOLLECITAZIONI

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

6.1 Combinazioni di carico

6.1.1 Configurazione 1

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA						
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv	
A1_SLU_gr1_Treno_1	18405.9	837.375	981.443	3457.16	4526.28	
A1_SLU_gr2_Scarico_2	12352.8	0	763.533	2315.38	3778.84	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	18405.9	1674.75	650.494	3833.98	2659.73	
A1_SLU_gr4_centrif_4	17107.1	1339.8	802.308	3503.81	3628.75	
A1_SLU_gr1+vento_5	18405.9	841.066	1400.49	3457.16	6247.92	
A1_SLU_gr2+vento_6	12352.8	3.69081	1182.58	2315.38	5500.47	
A1_SLU_gr3+vento_7	18405.9	1678.44	1069.54	3833.98	4381.37	
A1_SLU_gr4+vento_8	17107.1	1343.49	1221.35	3503.81	5350.38	
A1_SLU_vento_gr1_9	17107.1	676.051	1446.15	3202.36	6473.58	
A1_SLU_vento_gr2_10	12264.7	6.15134	1306.69	2288.93	5891.31	
A1_SLU_vento_gr3_11	17107.1	1345.95	1181.39	3503.81	4980.34	
A1_SLU_vento_gr4_12	17107.1	1345.95	1500.71	3503.81	6498.13	
SLE_rar_gr1_Treno_14	12871.3	577.5	621.143	2389.75	3096.5	
SLE_rar_gr2_Scarico_15	8696.74	0	520.955	1602.32	2603.57	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	12871.3	1155	392.903	2649.63	1809.23	
SLE_rar_gr4_centrif_17	11975.6	924	508.35	2421.93	2482.35	
SLE_rar_gr1+vento_18	12871.3	579.961	900.505	2389.75	4244.26	
SLE_rar_gr2+vento_19	8696.74	2.46054	800.316	1602.32	3751.32	
SLE_rar_gr3+vento_20	12871.3	1157.46	672.264	2649.63	2956.98	
SLE_rar_gr4+vento_21	11975.6	926.461	787.712	2421.93	3630.1	
SLE_rar_vento_gr1_22	11975.6	466.101	945.32	2214.03	4382.39	
SLE_rar_vento_gr2_23	8635.94	4.1009	881.199	1584.08	3995.25	
SLE_rar_vento_gr3_24	11975.6	928.101	762.727	2421.93	3352.57	
SLE_rar_vento_gr4_25	11975.6	928.101	973.953	2421.93	4395.27	

SLE_fre_gr1_Treno_27	11975.6	462	460.628	2214.03	2460.87
SLE_fre_gr2_Scarico_28	8635.94	0	407.195	1584.08	2078.55
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	11975.6	924	278.036	2421.93	1431.05
SLE_fre_gr4_centrif_30	11975.6	924	484.489	2421.93	2471.61
SLE_fre_gr1+vento_31	11975.6	462.82	553.749	2214.03	2843.46
SLE_fre_gr2+vento_32	8635.94	0.82018	500.315	1584.08	2461.13
SLE_fre_gr3+vento_33	11975.6	924.82	371.157	2421.93	1813.64
SLE_fre_gr4+vento_34	11975.6	924.82	577.61	2421.93	2854.2
SLE_fre_vento_gr1_35	8392.74	2.05045	280.449	1511.12	977.904
SLE_fre_vento_gr2_36	8392.74	2.05045	280.449	1511.12	977.904
SLE_fre_vento_gr3_37	8392.74	2.05045	280.449	1511.12	977.904
SLE_fre_vento_gr4_38	8392.74	2.05045	280.449	1511.12	977.904
SLE_fre_gr1_temp39	8392.74	0.82018	150.298	1511.12	408.315
SLE_fre_gr2_temp40	8392.74	0.82018	150.298	1511.12	408.315
SLE_fre_gr3_temp41	8392.74	0.82018	150.298	1511.12	408.315
SLE_fre_gr3_temp42	8392.74	0.82018	150.298	1511.12	408.315
SLE_qp_gr1_Treno_44	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr2_Scarico_45	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr4_centrif_47	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr1+vento_48	8392.74	0.82018	140.769	1511.12	404.027
SLE_qp_gr2+vento_49	8392.74	0.82018	140.769	1511.12	404.027
SLE_qp_gr3+vento_50	8392.74	0.82018	140.769	1511.12	404.027
SLE_qp_gr4+vento_51	8392.74	0.82018	140.769	1511.12	404.027
SLE_qp_vento_gr1_52	8392.74	0.82018	140.769	1511.12	404.027
SLE_qp_vento_gr2_53	8392.74	0.82018	140.769	1511.12	404.027
SLE_qp_vento_gr3_54	8392.74	0.82018	140.769	1511.12	404.027
SLE_qp_vento_gr4_55	8392.74	0.82018	140.769	1511.12	404.027
SLE_qp_gr1_temp56	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr2_temp57	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_temp58	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_temp59	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
E_103x_SLV_q=1.5_60	8875.43	3180.72	1204.51	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	8875.43	954.79	3686.58	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	10001.7	954.79	1204.51	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	8875.43	3498.71	1310.89	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	8875.43	1050.19	4041.16	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	10001.7	1050.19	1310.89	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	8875.43	4775.57	1737.84	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	8875.43	1433.25	5464.34	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	10001.7	1433.25	1737.84	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	8516.19	2244.66	891.309	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	8516.19	673.972	2642.57	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	8804.27	673.972	891.309	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	22599	837.375	981.443	8313.94	10218.7
A1_SLU_gr2_Scarico_2	16545.9	0	763.533	2315.38	8207.33
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	22599	1674.75	650.494	13547.5	6432.6
A1_SLU_gr4_centrif_4	21300.2	1339.8	802.308	11274.7	8282.13
A1_SLU_gr1+vento_5	22599	841.066	1400.49	8335.34	14370.7
A1_SLU_gr2+vento_6	16545.9	3.69081	1182.58	2336.79	12359.4
A1_SLU_gr3+vento_7	22599	1678.44	1069.54	13568.9	10584.7
A1_SLU_gr4+vento_8	21300.2	1343.49	1221.35	11296.1	12434.2
A1_SLU_vento_gr1_9	21300.2	676.051	1446.15	7123.45	14861.3
A1_SLU_vento_gr2_10	16457.8	6.15134	1306.69	2324.61	13470.1
A1_SLU_vento_gr3_11	21300.2	1345.95	1181.39	11310.3	11832.4
A1_SLU_vento_gr4_12	21300.2	1345.95	1500.71	11310.3	15202.3
SLE_rar_gr1_Treno_14	15977.3	577.5	621.143	5739.25	6699.14
SLE_rar_gr2_Scarico_15	11802.7	0	520.955	1602.32	5625.1
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	15977.3	1155	392.903	9348.63	4088.06
SLE_rar_gr4_centrif_17	15081.6	924	508.35	7781.13	5430.78
SLE_rar_gr1+vento_18	15977.3	579.961	900.505	5753.53	9467.19
SLE_rar_gr2+vento_19	11802.7	2.46054	800.316	1616.59	8393.16
SLE_rar_gr3+vento_20	15977.3	1157.46	672.264	9362.9	6856.12
SLE_rar_gr4+vento_21	15081.6	926.461	787.712	7795.4	8198.83
SLE_rar_vento_gr1_22	15081.6	466.101	945.32	4917.41	9865.24
SLE_rar_vento_gr2_23	11741.9	4.1009	881.199	1607.86	9106.21
SLE_rar_vento_gr3_24	15081.6	928.101	762.727	7804.91	7776.39
SLE_rar_vento_gr4_25	15081.6	928.101	973.953	7804.91	10044.2
SLE_fre_gr1_Treno_27	15081.6	462	460.628	4893.63	5132.52
SLE_fre_gr2_Scarico_28	11741.9	0	407.195	1584.08	4440.28
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	15081.6	924	278.036	7781.13	3043.66
SLE_fre_gr4_centrif_30	15081.6	924	484.489	7781.13	5281.65
SLE_fre_gr1+vento_31	15081.6	462.82	553.749	4898.38	6055.2
SLE_fre_gr2+vento_32	11741.9	0.82018	500.315	1588.84	5362.96
SLE_fre_gr3+vento_33	15081.6	924.82	371.157	7785.88	3966.35
SLE_fre_gr4+vento_34	15081.6	924.82	577.61	7785.88	6204.33
SLE_fre_vento_gr1_35	11498.7	2.05045	280.449	1523.01	2604.51

SLE_fre_vento_gr2_36	11498.7	2.05045	280.449	1523.01	2604.51
SLE_fre_vento_gr3_37	11498.7	2.05045	280.449	1523.01	2604.51
SLE_fre_vento_gr4_38	11498.7	2.05045	280.449	1523.01	2604.51
SLE_fre_gr1_temp39	11498.7	0.82018	150.298	1515.88	1280.04
SLE_fre_gr2_temp40	11498.7	0.82018	150.298	1515.88	1280.04
SLE_fre_gr3_temp41	11498.7	0.82018	150.298	1515.88	1280.04
SLE_fre_gr3_temp42	11498.7	0.82018	150.298	1515.88	1280.04
SLE_qp_gr1_Treno_44	11498.7	0	47.6481	1511.12	297.8
SLE_qp_gr2_Scarico_45	11498.7	0	47.6481	1511.12	297.8
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	11498.7	0	47.6481	1511.12	297.8
SLE_qp_gr4_centrif_47	11498.7	0	47.6481	1511.12	297.8
SLE_qp_gr1+vento_48	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48
SLE_qp_gr2+vento_49	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48
SLE_qp_gr3+vento_50	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48
SLE_qp_gr4+vento_51	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48
SLE_qp_vento_gr1_52	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48
SLE_qp_vento_gr2_53	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48
SLE_qp_vento_gr3_54	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48
SLE_qp_vento_gr4_55	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48
SLE_qp_gr1_temp56	11498.7	0	47.6481	1511.12	297.8
SLE_qp_gr2_temp57	11498.7	0	47.6481	1511.12	297.8
SLE_qp_gr3_temp58	11498.7	0	47.6481	1511.12	297.8
SLE_qp_gr3_temp59	11498.7	0	47.6481	1511.12	297.8
E_103x_SLV_q=1.5_60	11981.4	3180.72	1204.51	19561.5	9301.52
E_103y_SLV_q=1.5_61	11981.4	954.79	3686.58	6926.24	30062.3
E_103z_SLV_q=1.5_62	13107.7	954.79	1204.51	6926.24	9301.52
E_103x_SLV_q=1.36_63	11981.4	3498.71	1310.89	21366.6	10191.3
E_103y_SLV_q=1.36_64	11981.4	1050.19	4041.16	7467.75	33028.2
E_103z_SLV_q=1.36_65	13107.7	1050.19	1310.89	7467.75	10191.3
E_103x_SLV_q=1_66	11981.4	4775.57	1737.84	28616.8	13765.1
E_103y_SLV_q=1_67	11981.4	1433.25	5464.34	9642.83	44940.8
E_103z_SLV_q=1_68	13107.7	1433.25	1737.84	9642.83	13765.1
E_103x_SLD_q=1_69	11622.2	2244.66	891.309	14249	6682.83
E_103y_SLD_q=1_70	11622.2	673.972	2642.57	5332.48	21333.4
E_103z_SLD_q=1_71	11910.3	673.972	891.309	5332.48	6682.83

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	35105.9	837.375	981.443	10826.1	13163
A1_SLU_gr2_Scarico_2	29052.8	0	763.533	2315.38	10497.9
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	35105.9	1674.75	650.494	18571.8	8384.08
A1_SLU_gr4_centrif_4	33807.1	1339.8	802.308	15294.1	10689.1
A1_SLU_gr1+vento_5	35105.9	841.066	1400.49	10858.5	18572.2
A1_SLU_gr2+vento_6	29052.8	3.69081	1182.58	2347.86	15907.1
A1_SLU_gr3+vento_7	35105.9	1678.44	1069.54	18604.3	13793.3
A1_SLU_gr4+vento_8	33807.1	1343.49	1221.35	15326.5	16098.3
A1_SLU_vento_gr1_9	33807.1	676.051	1446.15	9151.61	19199.7
A1_SLU_vento_gr2_10	28964.7	6.15134	1306.69	2343.06	17390.2
A1_SLU_vento_gr3_11	33807.1	1345.95	1181.39	15348.2	15376.6
A1_SLU_vento_gr4_12	33807.1	1345.95	1500.71	15348.2	19704.4
SLE_rar_gr1_Treno_14	25241.6	577.5	621.143	7471.75	8562.57
SLE_rar_gr2_Scarico_15	21067.1	0	520.955	1602.32	7187.97
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	25241.6	1155	392.903	12813.6	5266.77
SLE_rar_gr4_centrif_17	24345.9	924	508.35	10553.1	6955.83
SLE_rar_gr1+vento_18	25241.6	579.961	900.505	7493.41	12168.7
SLE_rar_gr2+vento_19	21067.1	2.46054	800.316	1623.97	10794.1
SLE_rar_gr3+vento_20	25241.6	1157.46	672.264	12835.3	8872.91
SLE_rar_gr4+vento_21	24345.9	926.461	787.712	10574.8	10562
SLE_rar_vento_gr1_22	24345.9	466.101	945.32	6315.71	12701.2
SLE_rar_vento_gr2_23	21006.3	4.1009	881.199	1620.17	11749.8
SLE_rar_vento_gr3_24	24345.9	928.101	762.727	10589.2	10064.6
SLE_rar_vento_gr4_25	24345.9	928.101	973.953	10589.2	12966.1
SLE_fre_gr1_Treno_27	24345.9	462	460.628	6279.63	6514.41
SLE_fre_gr2_Scarico_28	21006.3	0	407.195	1584.08	5661.86
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	24345.9	924	278.036	10553.1	3877.77
SLE_fre_gr4_centrif_30	24345.9	924	484.489	10553.1	6735.12
SLE_fre_gr1+vento_31	24345.9	462.82	553.749	6286.84	7716.45
SLE_fre_gr2+vento_32	21006.3	0.82018	500.315	1591.3	6863.9
SLE_fre_gr3+vento_33	24345.9	924.82	371.157	10560.3	5079.82
SLE_fre_gr4+vento_34	24345.9	924.82	577.61	10560.3	7937.16
SLE_fre_vento_gr1_35	20763.1	2.05045	280.449	1529.16	3445.86
SLE_fre_vento_gr2_36	20763.1	2.05045	280.449	1529.16	3445.86

SLE_fre_vento_gr3_37	20763.1	2.05045	280.449	1529.16	3445.86
SLE_fre_vento_gr4_38	20763.1	2.05045	280.449	1529.16	3445.86
SLE_fre_gr1_temp39	20763.1	0.82018	150.298	1518.34	1730.94
SLE_fre_gr2_temp40	20763.1	0.82018	150.298	1518.34	1730.94
SLE_fre_gr3_temp41	20763.1	0.82018	150.298	1518.34	1730.94
SLE_fre_gr3_temp42	20763.1	0.82018	150.298	1518.34	1730.94
SLE_qp_gr1_Treno_44	20763.1	0	47.6481	1511.12	440.745
SLE_qp_gr2_Scarico_45	20763.1	0	47.6481	1511.12	440.745
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	20763.1	0	47.6481	1511.12	440.745
SLE_qp_gr4_centrif_47	20763.1	0	47.6481	1511.12	440.745
SLE_qp_gr1+vento_48	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79
SLE_qp_gr2+vento_49	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79
SLE_qp_gr3+vento_50	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79
SLE_qp_gr4+vento_51	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79
SLE_qp_vento_gr1_52	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79
SLE_qp_vento_gr2_53	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79
SLE_qp_vento_gr3_54	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79
SLE_qp_vento_gr4_55	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79
SLE_qp_gr1_temp56	20763.1	0	47.6481	1511.12	440.745
SLE_qp_gr2_temp57	20763.1	0	47.6481	1511.12	440.745
SLE_qp_gr3_temp58	20763.1	0	47.6481	1511.12	440.745
SLE_qp_gr3_temp59	20763.1	0	47.6481	1511.12	440.745
E_103x_SLV_q=1.5_60	21376.5	4177.76	1503.62	32094.8	13812.4
E_103y_SLV_q=1.5_61	21376.5	1951.83	3985.69	12781.7	42019.4
E_103z_SLV_q=1.5_62	22807.8	1951.83	1503.62	12781.7	13812.4
E_103x_SLV_q=1.36_63	21376.5	4495.75	1610	34853.8	15021.3
E_103y_SLV_q=1.36_64	21376.5	2047.23	4340.27	13609.4	46049
E_103z_SLV_q=1.36_65	22807.8	2047.23	1610	13609.4	15021.3
E_103x_SLV_q=1_66	21376.5	5772.61	2036.95	45934.7	19875.9
E_103y_SLV_q=1_67	21376.5	2430.29	5763.45	16933.7	62231.2
E_103z_SLV_q=1_68	22807.8	2430.29	2036.95	16933.7	19875.9
E_103x_SLD_q=1_69	20932.5	2741.31	1040.3	22472.9	9803.74
E_103y_SLD_q=1_70	20932.5	1170.62	2791.56	8844.35	29708
E_103z_SLD_q=1_71	21327.8	1170.62	1040.3	8844.35	9803.74

6.1.2 Configurazione 2

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	16323.5	837.375	906.476	7853.68	4284.31
A1_SLU_gr2_Scarico_73	12352.8	0	763.533	2315.38	3778.84
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	16323.5	1674.75	575.527	8230.5	2417.76
A1_SLU_gr4_centrif_75	15441.2	1339.8	742.334	7021.03	3435.16
A1_SLU_gr1+vento_76	16323.5	841.066	1325.52	7853.68	6005.94
A1_SLU_gr2+vento_77	12352.8	3.69081	1182.58	2315.38	5500.47
A1_SLU_gr3+vento_78	16323.5	1678.44	994.569	8230.5	4139.39
A1_SLU_gr4+vento_79	15441.2	1343.49	1161.38	7021.03	5156.8
A1_SLU_vento_gr1_80	15441.2	676.051	1398.17	6719.57	6285.4
A1_SLU_vento_gr2_81	12264.7	6.15134	1306.69	2288.93	5891.31
A1_SLU_vento_gr3_82	15441.2	1345.95	1133.42	7021.03	4792.16
A1_SLU_vento_gr4_83	15441.2	1345.95	1440.74	7021.03	6304.55
SLE_rar_gr1_Treno_85	11435.1	577.5	586.676	5421.84	2937.38
SLE_rar_gr2_Scarico_86	8696.74	0	520.955	1602.32	2603.57
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	11435.1	1155	358.435	5681.71	1650.1
SLE_rar_gr4_centrif_88	10826.6	924	480.776	4847.59	2355.05
SLE_rar_gr1+vento_89	11435.1	579.961	866.037	5421.84	4085.13
SLE_rar_gr2+vento_90	8696.74	2.46054	800.316	1602.32	3751.32
SLE_rar_gr3+vento_91	11435.1	1157.46	637.797	5681.71	2797.86
SLE_rar_gr4+vento_92	10826.6	926.461	760.138	4847.59	3502.8
SLE_rar_vento_gr1_93	10826.6	466.101	923.26	4639.69	4257.57
SLE_rar_vento_gr2_94	8635.94	4.1009	881.199	1584.08	3995.25
SLE_rar_vento_gr3_95	10826.6	928.101	740.668	4847.59	3227.75
SLE_rar_vento_gr4_96	10826.6	928.101	946.379	4847.59	4267.97
SLE_fre_gr1_Treno_98	10826.6	462	442.246	4639.69	2337.71
SLE_fre_gr2_Scarico_99	8635.94	0	407.195	1584.08	2078.55
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	10826.6	924	259.653	4847.59	1307.89
SLE_fre_gr4_centrif_101	10826.6	924	461.511	4847.59	2346.38
SLE_fre_gr1+vento_102	10826.6	462.82	535.366	4639.69	2720.29
SLE_fre_gr2+vento_103	8635.94	0.82018	500.315	1584.08	2461.13
SLE_fre_gr3+vento_104	10826.6	924.82	352.774	4847.59	1690.47
SLE_fre_gr4+vento_105	10826.6	924.82	554.631	4847.59	2728.96

SLE_fre_vento_gr1_106	8392.74	2.05045	280.449	1511.12	977.904
SLE_fre_vento_gr2_107	8392.74	2.05045	280.449	1511.12	977.904
SLE_fre_vento_gr3_108	8392.74	2.05045	280.449	1511.12	977.904
SLE_fre_vento_gr4_109	8392.74	2.05045	280.449	1511.12	977.904
SLE_fre_gr1_temp110	8392.74	0.82018	150.298	1511.12	408.315
SLE_fre_gr2_temp111	8392.74	0.82018	150.298	1511.12	408.315
SLE_fre_gr3_temp112	8392.74	0.82018	150.298	1511.12	408.315
SLE_fre_gr3_temp113	8392.74	0.82018	150.298	1511.12	408.315
SLE_qp_gr1_Treno_115	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr2_Scarico_116	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr4_centrif_118	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr1+vento_119	8392.74	0.82018	140.769	1511.12	404.027
SLE_qp_gr2+vento_120	8392.74	0.82018	140.769	1511.12	404.027
SLE_qp_gr3+vento_121	8392.74	0.82018	140.769	1511.12	404.027
SLE_qp_gr4+vento_122	8392.74	0.82018	140.769	1511.12	404.027
SLE_qp_vento_gr1_123	8392.74	0.82018	140.769	1511.12	404.027
SLE_qp_vento_gr2_124	8392.74	0.82018	140.769	1511.12	404.027
SLE_qp_vento_gr3_125	8392.74	0.82018	140.769	1511.12	404.027
SLE_qp_vento_gr4_126	8392.74	0.82018	140.769	1511.12	404.027
SLE_qp_gr1_temp127	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr2_temp128	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_temp129	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_temp130	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
E_103x_SLV_q=1.5_131	8875.43	3180.72	1204.51	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	8875.43	954.79	3686.58	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	10001.7	954.79	1204.51	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	8875.43	3498.71	1310.89	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	8875.43	1050.19	4041.16	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	10001.7	1050.19	1310.89	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	8875.43	4775.57	1737.84	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	8875.43	1433.25	5464.34	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	10001.7	1433.25	1737.84	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	8509.2	2821.77	886.979	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	8509.2	847.105	2628.14	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	8780.96	847.105	886.979	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	20516.6	837.375	906.476	12710.5	9541.87
A1_SLU_gr2_Scarico_73	16545.9	0	763.533	2315.38	8207.33
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	20516.6	1674.75	575.527	17944.1	5755.81
A1_SLU_gr4_centrif_75	19634.3	1339.8	742.334	14791.9	7740.7
A1_SLU_gr1+vento_76	20516.6	841.066	1325.52	12731.9	13693.9
A1_SLU_gr2+vento_77	16545.9	3.69081	1182.58	2336.79	12359.4
A1_SLU_gr3+vento_78	20516.6	1678.44	994.569	17965.5	9907.89
A1_SLU_gr4+vento_79	19634.3	1343.49	1161.38	14813.3	11892.8
A1_SLU_vento_gr1_80	19634.3	676.051	1398.17	10640.7	14394.8
A1_SLU_vento_gr2_81	16457.8	6.15134	1306.69	2324.61	13470.1
A1_SLU_vento_gr3_82	19634.3	1345.95	1133.42	14827.5	11366
A1_SLU_vento_gr4_83	19634.3	1345.95	1440.74	14827.5	14660.8
SLE_rar_gr1_Treno_85	14541.1	577.5	586.676	8771.34	6340.1
SLE_rar_gr2_Scarico_86	11802.7	0	520.955	1602.32	5625.1
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	14541.1	1155	358.435	12380.7	3729.03
SLE_rar_gr4_centrif_88	13932.6	924	480.776	10206.8	5143.55
SLE_rar_gr1+vento_89	14541.1	579.961	866.037	8785.61	9108.15
SLE_rar_gr2+vento_90	11802.7	2.46054	800.316	1616.59	8393.16
SLE_rar_gr3+vento_91	14541.1	1157.46	637.797	12395	6497.08
SLE_rar_gr4+vento_92	13932.6	926.461	760.138	10221.1	7911.6
SLE_rar_vento_gr1_93	13932.6	466.101	923.26	7343.08	9612.48
SLE_rar_vento_gr2_94	11741.9	4.1009	881.199	1607.86	9106.21
SLE_rar_vento_gr3_95	13932.6	928.101	740.668	10230.6	7523.62
SLE_rar_vento_gr4_96	13932.6	928.101	946.379	10230.6	9756.97
SLE_fre_gr1_Treno_98	13932.6	462	442.246	7319.29	4902.73
SLE_fre_gr2_Scarico_99	11741.9	0	407.195	1584.08	4440.28
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	13932.6	924	259.653	10206.8	2813.88
SLE_fre_gr4_centrif_101	13932.6	924	461.511	10206.8	5023.14
SLE_fre_gr1+vento_102	13932.6	462.82	535.366	7324.05	5825.42
SLE_fre_gr2+vento_103	11741.9	0.82018	500.315	1588.84	5362.96
SLE_fre_gr3+vento_104	13932.6	924.82	352.774	10211.6	3736.56
SLE_fre_gr4+vento_105	13932.6	924.82	554.631	10211.6	5945.83
SLE_fre_vento_gr1_106	11498.7	2.05045	280.449	1523.01	2604.51

SLE_fre_vento_gr2_107	11498.7	2.05045	280.449	1523.01	2604.51
SLE_fre_vento_gr3_108	11498.7	2.05045	280.449	1523.01	2604.51
SLE_fre_vento_gr4_109	11498.7	2.05045	280.449	1523.01	2604.51
SLE_fre_gr1_temp110	11498.7	0.82018	150.298	1515.88	1280.04
SLE_fre_gr2_temp111	11498.7	0.82018	150.298	1515.88	1280.04
SLE_fre_gr3_temp112	11498.7	0.82018	150.298	1515.88	1280.04
SLE_fre_gr3_temp113	11498.7	0.82018	150.298	1515.88	1280.04
SLE_qp_gr1_Treno_115	11498.7	0	47.6481	1511.12	297.8
SLE_qp_gr2_Scarico_116	11498.7	0	47.6481	1511.12	297.8
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	11498.7	0	47.6481	1511.12	297.8
SLE_qp_gr4_centrif_118	11498.7	0	47.6481	1511.12	297.8
SLE_qp_gr1+vento_119	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48
SLE_qp_gr2+vento_120	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48
SLE_qp_gr3+vento_121	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48
SLE_qp_gr4+vento_122	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48
SLE_qp_vento_gr1_123	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48
SLE_qp_vento_gr2_124	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48
SLE_qp_vento_gr3_125	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48
SLE_qp_vento_gr4_126	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48
SLE_qp_gr1_temp127	11498.7	0	47.6481	1511.12	297.8
SLE_qp_gr2_temp128	11498.7	0	47.6481	1511.12	297.8
SLE_qp_gr3_temp129	11498.7	0	47.6481	1511.12	297.8
SLE_qp_gr3_temp130	11498.7	0	47.6481	1511.12	297.8
E_103x_SLV_q=1.5_131	11981.4	3180.72	1204.51	19561.5	9301.52
E_103y_SLV_q=1.5_132	11981.4	954.79	3686.58	6926.24	30062.3
E_103z_SLV_q=1.5_133	13107.7	954.79	1204.51	6926.24	9301.52
E_103x_SLV_q=1.36_134	11981.4	3498.71	1310.89	21366.6	10191.3
E_103y_SLV_q=1.36_135	11981.4	1050.19	4041.16	7467.75	33028.2
E_103z_SLV_q=1.36_136	13107.7	1050.19	1310.89	7467.75	10191.3
E_103x_SLV_q=1_137	11981.4	4775.57	1737.84	28616.8	13765.1
E_103y_SLV_q=1_138	11981.4	1433.25	5464.34	9642.83	44940.8
E_103z_SLV_q=1_139	13107.7	1433.25	1737.84	9642.83	13765.1
E_103x_SLD_q=1_140	11615.2	2821.77	886.979	19281.4	7149.56
E_103y_SLD_q=1_141	11615.2	847.105	2628.14	6842.2	22889.1
E_103z_SLD_q=1_142	11887	847.105	886.979	6842.2	7149.56

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	33023.4	837.375	906.476	15222.6	12261.3
A1_SLU_gr2_Scarico_73	29052.8	0	763.533	2315.38	10497.9
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	33023.4	1674.75	575.527	22968.3	7482.39
A1_SLU_gr4_centrif_75	32141.2	1339.8	742.334	18811.3	9967.7
A1_SLU_gr1+vento_76	33023.4	841.066	1325.52	15255.1	17670.5
A1_SLU_gr2+vento_77	29052.8	3.69081	1182.58	2347.86	15907.1
A1_SLU_gr3+vento_78	33023.4	1678.44	994.569	23000.8	12891.6
A1_SLU_gr4+vento_79	32141.2	1343.49	1161.38	18843.7	15376.9
A1_SLU_vento_gr1_80	32141.2	676.051	1398.17	12668.8	18589.3
A1_SLU_vento_gr2_81	28964.7	6.15134	1306.69	2343.06	17390.2
A1_SLU_vento_gr3_82	32141.2	1345.95	1133.42	18865.4	14766.2
A1_SLU_vento_gr4_83	32141.2	1345.95	1440.74	18865.4	18983
SLE_rar_gr1_Treno_85	23805.5	577.5	586.676	10503.8	8100.12
SLE_rar_gr2_Scarico_86	21067.1	0	520.955	1602.32	7187.97
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	23805.5	1155	358.435	15845.7	4804.33
SLE_rar_gr4_centrif_88	23197	924	480.776	12978.8	6585.88
SLE_rar_gr1+vento_89	23805.5	579.961	866.037	10525.5	11706.3
SLE_rar_gr2+vento_90	21067.1	2.46054	800.316	1623.97	10794.1
SLE_rar_gr3+vento_91	23805.5	1157.46	637.797	15867.4	8410.47
SLE_rar_gr4+vento_92	23197	926.461	760.138	13000.4	10192
SLE_rar_vento_gr1_93	23197	466.101	923.26	8741.38	12382.3
SLE_rar_vento_gr2_94	21006.3	4.1009	881.199	1620.17	11749.8
SLE_rar_vento_gr3_95	23197	928.101	740.668	13014.9	9745.63
SLE_rar_vento_gr4_96	23197	928.101	946.379	13014.9	12596.1
SLE_fre_gr1_Treno_98	23197	462	442.246	8705.29	6229.47
SLE_fre_gr2_Scarico_99	21006.3	0	407.195	1584.08	5661.86
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	23197	924	259.653	12978.8	3592.84
SLE_fre_gr4_centrif_101	23197	924	461.511	12978.8	6407.67
SLE_fre_gr1+vento_102	23197	462.82	535.366	8712.51	7431.52
SLE_fre_gr2+vento_103	21006.3	0.82018	500.315	1591.3	6863.9
SLE_fre_gr3+vento_104	23197	924.82	352.774	12986	4794.88
SLE_fre_gr4+vento_105	23197	924.82	554.631	12986	7609.72
SLE_fre_vento_gr1_106	20763.1	2.05045	280.449	1529.16	3445.86

SLE_fre_vento_gr2_107	20763.1	2.05045	280.449	1529.16	3445.86
SLE_fre_vento_gr3_108	20763.1	2.05045	280.449	1529.16	3445.86
SLE_fre_vento_gr4_109	20763.1	2.05045	280.449	1529.16	3445.86
SLE_fre_gr1_temp110	20763.1	0.82018	150.298	1518.34	1730.94
SLE_fre_gr2_temp111	20763.1	0.82018	150.298	1518.34	1730.94
SLE_fre_gr3_temp112	20763.1	0.82018	150.298	1518.34	1730.94
SLE_fre_gr3_temp113	20763.1	0.82018	150.298	1518.34	1730.94
SLE_qp_gr1_Treno_115	20763.1	0	47.6481	1511.12	440.745
SLE_qp_gr2_Scarico_116	20763.1	0	47.6481	1511.12	440.745
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	20763.1	0	47.6481	1511.12	440.745
SLE_qp_gr4_centrif_118	20763.1	0	47.6481	1511.12	440.745
SLE_qp_gr1+vento_119	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79
SLE_qp_gr2+vento_120	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79
SLE_qp_gr3+vento_121	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79
SLE_qp_gr4+vento_122	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79
SLE_qp_vento_gr1_123	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79
SLE_qp_vento_gr2_124	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79
SLE_qp_vento_gr3_125	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79
SLE_qp_vento_gr4_126	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79
SLE_qp_gr1_temp127	20763.1	0	47.6481	1511.12	440.745
SLE_qp_gr2_temp128	20763.1	0	47.6481	1511.12	440.745
SLE_qp_gr3_temp129	20763.1	0	47.6481	1511.12	440.745
SLE_qp_gr3_temp130	20763.1	0	47.6481	1511.12	440.745
E_103x_SLV_q=1.5_131	21376.5	4177.76	1503.62	32094.8	13812.4
E_103y_SLV_q=1.5_132	21376.5	1951.83	3985.69	12781.7	42019.4
E_103z_SLV_q=1.5_133	22807.8	1951.83	1503.62	12781.7	13812.4
E_103x_SLV_q=1.36_134	21376.5	4495.75	1610	34853.8	15021.3
E_103y_SLV_q=1.36_135	21376.5	2047.23	4340.27	13609.4	46049
E_103z_SLV_q=1.36_136	22807.8	2047.23	1610	13609.4	15021.3
E_103x_SLV_q=1_137	21376.5	5772.61	2036.95	45934.7	19875.9
E_103y_SLV_q=1_138	21376.5	2430.29	5763.45	16933.7	62231.2
E_103z_SLV_q=1_139	22807.8	2430.29	2036.95	16933.7	19875.9
E_103x_SLD_q=1_140	20925.5	3318.42	1035.97	29236.7	10257.5
E_103y_SLD_q=1_141	20925.5	1343.75	2777.13	10873.5	31220.5
E_103z_SLD_q=1_142	21304.5	1343.75	1035.97	10873.5	10257.5

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P16</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1105001	REV. B

6.1.3 Configurazione 3

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA						
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv	
A1_SLU_gr1_Treno_143	18405.9	837.375	981.443	3457.16	4526.28	
A1_SLU_gr2_Scarico_144	12352.8	0	763.533	2315.38	3778.84	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	18405.9	1674.75	650.494	3833.98	2659.73	
A1_SLU_gr4_centrif_146	17107.1	1339.8	802.308	3503.81	3628.75	
A1_SLU_gr1+vento_147	18405.9	841.066	1400.49	3457.16	6247.92	
A1_SLU_gr2+vento_148	12352.8	3.69081	1182.58	2315.38	5500.47	
A1_SLU_gr3+vento_149	18405.9	1678.44	1069.54	3833.98	4381.37	
A1_SLU_gr4+vento_150	17107.1	1343.49	1221.35	3503.81	5350.38	
A1_SLU_vento_gr1_151	17107.1	676.051	1446.15	3202.36	6473.58	
A1_SLU_vento_gr2_152	12264.7	6.15134	1306.69	2288.93	5891.31	
A1_SLU_vento_gr3_153	17107.1	1345.95	1181.39	3503.81	4980.34	
A1_SLU_vento_gr4_154	17107.1	1345.95	1500.71	3503.81	6498.13	
SLE_rar_gr1_Treno_156	12871.3	577.5	621.143	2389.75	3096.5	
SLE_rar_gr2_Scarico_157	8696.74	0	520.955	1602.32	2603.57	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	12871.3	1155	392.903	2649.63	1809.23	
SLE_rar_gr4_centrif_159	11975.6	924	508.35	2421.93	2482.35	
SLE_rar_gr1+vento_160	12871.3	579.961	900.505	2389.75	4244.26	
SLE_rar_gr2+vento_161	8696.74	2.46054	800.316	1602.32	3751.32	
SLE_rar_gr3+vento_162	12871.3	1157.46	672.264	2649.63	2956.98	
SLE_rar_gr4+vento_163	11975.6	926.461	787.712	2421.93	3630.1	
SLE_rar_vento_gr1_164	11975.6	466.101	945.32	2214.03	4382.39	
SLE_rar_vento_gr2_165	8635.94	4.1009	881.199	1584.08	3995.25	
SLE_rar_vento_gr3_166	11975.6	928.101	762.727	2421.93	3352.57	
SLE_rar_vento_gr4_167	11975.6	928.101	973.953	2421.93	4395.27	
SLE_fre_gr1_Treno_169	11975.6	462	460.628	2214.03	2460.87	
SLE_fre_gr2_Scarico_170	8635.94	0	407.195	1584.08	2078.55	
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	11975.6	924	278.036	2421.93	1431.05	
SLE_fre_gr4_centrif_172	11975.6	924	484.489	2421.93	2471.61	
SLE_fre_gr1+vento_173	11975.6	462.82	553.749	2214.03	2843.46	
SLE_fre_gr2+vento_174	8635.94	0.82018	500.315	1584.08	2461.13	
SLE_fre_gr3+vento_175	11975.6	924.82	371.157	2421.93	1813.64	
SLE_fre_gr4+vento_176	11975.6	924.82	577.61	2421.93	2854.2	
SLE_fre_vento_gr1_177	8392.74	2.05045	280.449	1511.12	977.904	

SLE_fre_vento_gr2_178	8392.74	2.05045	280.449	1511.12	977.904
SLE_fre_vento_gr3_179	8392.74	2.05045	280.449	1511.12	977.904
SLE_fre_vento_gr4_180	8392.74	2.05045	280.449	1511.12	977.904
SLE_fre_gr1_temp181	8392.74	0.82018	150.298	1511.12	408.315
SLE_fre_gr2_temp182	8392.74	0.82018	150.298	1511.12	408.315
SLE_fre_gr3_temp183	8392.74	0.82018	150.298	1511.12	408.315
SLE_fre_gr3_temp184	8392.74	0.82018	150.298	1511.12	408.315
SLE_qp_gr1_Treno_186	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr2_Scarico_187	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr4_centrif_189	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr1+vento_190	8392.74	0.82018	140.769	1511.12	404.027
SLE_qp_gr2+vento_191	8392.74	0.82018	140.769	1511.12	404.027
SLE_qp_gr3+vento_192	8392.74	0.82018	140.769	1511.12	404.027
SLE_qp_gr4+vento_193	8392.74	0.82018	140.769	1511.12	404.027
SLE_qp_vento_gr1_194	8392.74	0.82018	140.769	1511.12	404.027
SLE_qp_vento_gr2_195	8392.74	0.82018	140.769	1511.12	404.027
SLE_qp_vento_gr3_196	8392.74	0.82018	140.769	1511.12	404.027
SLE_qp_vento_gr4_197	8392.74	0.82018	140.769	1511.12	404.027
SLE_qp_gr1_temp198	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr2_temp199	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_temp200	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_temp201	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
E_103x_SLV_q=1.5_202	8875.43	3180.72	1204.51	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	8875.43	954.79	3686.58	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	10001.7	954.79	1204.51	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	8875.43	3498.71	1310.89	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	8875.43	1050.19	4041.16	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	10001.7	1050.19	1310.89	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	8875.43	4775.57	1737.84	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	8875.43	1433.25	5464.34	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	10001.7	1433.25	1737.84	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	8509.2	2821.77	886.979	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	8509.2	847.105	2628.14	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	8780.96	847.105	886.979	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	22599	837.375	981.443	8313.94	10218.7
A1_SLU_gr2_Scarico_144	16545.9	0	763.533	2315.38	8207.33
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	22599	1674.75	650.494	13547.5	6432.6
A1_SLU_gr4_centrif_146	21300.2	1339.8	802.308	11274.7	8282.13
A1_SLU_gr1+vento_147	22599	841.066	1400.49	8335.34	14370.7
A1_SLU_gr2+vento_148	16545.9	3.69081	1182.58	2336.79	12359.4
A1_SLU_gr3+vento_149	22599	1678.44	1069.54	13568.9	10584.7
A1_SLU_gr4+vento_150	21300.2	1343.49	1221.35	11296.1	12434.2
A1_SLU_vento_gr1_151	21300.2	676.051	1446.15	7123.45	14861.3
A1_SLU_vento_gr2_152	16457.8	6.15134	1306.69	2324.61	13470.1
A1_SLU_vento_gr3_153	21300.2	1345.95	1181.39	11310.3	11832.4
A1_SLU_vento_gr4_154	21300.2	1345.95	1500.71	11310.3	15202.3
SLE_rar_gr1_Treno_156	15977.3	577.5	621.143	5739.25	6699.14
SLE_rar_gr2_Scarico_157	11802.7	0	520.955	1602.32	5625.1
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	15977.3	1155	392.903	9348.63	4088.06
SLE_rar_gr4_centrif_159	15081.6	924	508.35	7781.13	5430.78
SLE_rar_gr1+vento_160	15977.3	579.961	900.505	5753.53	9467.19
SLE_rar_gr2+vento_161	11802.7	2.46054	800.316	1616.59	8393.16
SLE_rar_gr3+vento_162	15977.3	1157.46	672.264	9362.9	6856.12
SLE_rar_gr4+vento_163	15081.6	926.461	787.712	7795.4	8198.83
SLE_rar_vento_gr1_164	15081.6	466.101	945.32	4917.41	9865.24
SLE_rar_vento_gr2_165	11741.9	4.1009	881.199	1607.86	9106.21
SLE_rar_vento_gr3_166	15081.6	928.101	762.727	7804.91	7776.39
SLE_rar_vento_gr4_167	15081.6	928.101	973.953	7804.91	10044.2
SLE_fre_gr1_Treno_169	15081.6	462	460.628	4893.63	5132.52
SLE_fre_gr2_Scarico_170	11741.9	0	407.195	1584.08	4440.28
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	15081.6	924	278.036	7781.13	3043.66
SLE_fre_gr4_centrif_172	15081.6	924	484.489	7781.13	5281.65
SLE_fre_gr1+vento_173	15081.6	462.82	553.749	4898.38	6055.2
SLE_fre_gr2+vento_174	11741.9	0.82018	500.315	1588.84	5362.96
SLE_fre_gr3+vento_175	15081.6	924.82	371.157	7785.88	3966.35
SLE_fre_gr4+vento_176	15081.6	924.82	577.61	7785.88	6204.33
SLE_fre_vento_gr1_177	11498.7	2.05045	280.449	1523.01	2604.51

SLE_fre_vento_gr2_178	11498.7	2.05045	280.449	1523.01	2604.51
SLE_fre_vento_gr3_179	11498.7	2.05045	280.449	1523.01	2604.51
SLE_fre_vento_gr4_180	11498.7	2.05045	280.449	1523.01	2604.51
SLE_fre_gr1_temp181	11498.7	0.82018	150.298	1515.88	1280.04
SLE_fre_gr2_temp182	11498.7	0.82018	150.298	1515.88	1280.04
SLE_fre_gr3_temp183	11498.7	0.82018	150.298	1515.88	1280.04
SLE_fre_gr3_temp184	11498.7	0.82018	150.298	1515.88	1280.04
SLE_qp_gr1_Treno_186	11498.7	0	47.6481	1511.12	297.8
SLE_qp_gr2_Scarico_187	11498.7	0	47.6481	1511.12	297.8
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	11498.7	0	47.6481	1511.12	297.8
SLE_qp_gr4_centrif_189	11498.7	0	47.6481	1511.12	297.8
SLE_qp_gr1+vento_190	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48
SLE_qp_gr2+vento_191	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48
SLE_qp_gr3+vento_192	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48
SLE_qp_gr4+vento_193	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48
SLE_qp_vento_gr1_194	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48
SLE_qp_vento_gr2_195	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48
SLE_qp_vento_gr3_196	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48
SLE_qp_vento_gr4_197	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48
SLE_qp_gr1_temp198	11498.7	0	47.6481	1511.12	297.8
SLE_qp_gr2_temp199	11498.7	0	47.6481	1511.12	297.8
SLE_qp_gr3_temp200	11498.7	0	47.6481	1511.12	297.8
SLE_qp_gr3_temp201	11498.7	0	47.6481	1511.12	297.8
E_103x_SLV_q=1.5_202	11981.4	3180.72	1204.51	19561.5	9301.52
E_103y_SLV_q=1.5_203	11981.4	954.79	3686.58	6926.24	30062.3
E_103z_SLV_q=1.5_204	13107.7	954.79	1204.51	6926.24	9301.52
E_103x_SLV_q=1.36_205	11981.4	3498.71	1310.89	21366.6	10191.3
E_103y_SLV_q=1.36_206	11981.4	1050.19	4041.16	7467.75	33028.2
E_103z_SLV_q=1.36_207	13107.7	1050.19	1310.89	7467.75	10191.3
E_103x_SLV_q=1_208	11981.4	4775.57	1737.84	28616.8	13765.1
E_103y_SLV_q=1_209	11981.4	1433.25	5464.34	9642.83	44940.8
E_103z_SLV_q=1_210	13107.7	1433.25	1737.84	9642.83	13765.1
E_103x_SLD_q=1_211	11615.2	2821.77	886.979	19281.4	7149.56
E_103y_SLD_q=1_212	11615.2	847.105	2628.14	6842.2	22889.1
E_103z_SLD_q=1_213	11887	847.105	886.979	6842.2	7149.56

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	35105.9	837.375	981.443	10826.1	13163
A1_SLU_gr2_Scarico_144	29052.8	0	763.533	2315.38	10497.9
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	35105.9	1674.75	650.494	18571.8	8384.08
A1_SLU_gr4_centrif_146	33807.1	1339.8	802.308	15294.1	10689.1
A1_SLU_gr1+vento_147	35105.9	841.066	1400.49	10858.5	18572.2
A1_SLU_gr2+vento_148	29052.8	3.69081	1182.58	2347.86	15907.1
A1_SLU_gr3+vento_149	35105.9	1678.44	1069.54	18604.3	13793.3
A1_SLU_gr4+vento_150	33807.1	1343.49	1221.35	15326.5	16098.3
A1_SLU_vento_gr1_151	33807.1	676.051	1446.15	9151.61	19199.7
A1_SLU_vento_gr2_152	28964.7	6.15134	1306.69	2343.06	17390.2
A1_SLU_vento_gr3_153	33807.1	1345.95	1181.39	15348.2	15376.6
A1_SLU_vento_gr4_154	33807.1	1345.95	1500.71	15348.2	19704.4
SLE_rar_gr1_Treno_156	25241.6	577.5	621.143	7471.75	8562.57
SLE_rar_gr2_Scarico_157	21067.1	0	520.955	1602.32	7187.97
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	25241.6	1155	392.903	12813.6	5266.77
SLE_rar_gr4_centrif_159	24345.9	924	508.35	10553.1	6955.83
SLE_rar_gr1+vento_160	25241.6	579.961	900.505	7493.41	12168.7
SLE_rar_gr2+vento_161	21067.1	2.46054	800.316	1623.97	10794.1
SLE_rar_gr3+vento_162	25241.6	1157.46	672.264	12835.3	8872.91
SLE_rar_gr4+vento_163	24345.9	926.461	787.712	10574.8	10562
SLE_rar_vento_gr1_164	24345.9	466.101	945.32	6315.71	12701.2
SLE_rar_vento_gr2_165	21006.3	4.1009	881.199	1620.17	11749.8
SLE_rar_vento_gr3_166	24345.9	928.101	762.727	10589.2	10064.6
SLE_rar_vento_gr4_167	24345.9	928.101	973.953	10589.2	12966.1
SLE_fre_gr1_Treno_169	24345.9	462	460.628	6279.63	6514.41
SLE_fre_gr2_Scarico_170	21006.3	0	407.195	1584.08	5661.86
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	24345.9	924	278.036	10553.1	3877.77
SLE_fre_gr4_centrif_172	24345.9	924	484.489	10553.1	6735.12
SLE_fre_gr1+vento_173	24345.9	462.82	553.749	6286.84	7716.45
SLE_fre_gr2+vento_174	21006.3	0.82018	500.315	1591.3	6863.9
SLE_fre_gr3+vento_175	24345.9	924.82	371.157	10560.3	5079.82
SLE_fre_gr4+vento_176	24345.9	924.82	577.61	10560.3	7937.16
SLE_fre_vento_gr1_177	20763.1	2.05045	280.449	1529.16	3445.86

SLE_fre_vento_gr2_178	20763.1	2.05045	280.449	1529.16	3445.86
SLE_fre_vento_gr3_179	20763.1	2.05045	280.449	1529.16	3445.86
SLE_fre_vento_gr4_180	20763.1	2.05045	280.449	1529.16	3445.86
SLE_fre_gr1_temp181	20763.1	0.82018	150.298	1518.34	1730.94
SLE_fre_gr2_temp182	20763.1	0.82018	150.298	1518.34	1730.94
SLE_fre_gr3_temp183	20763.1	0.82018	150.298	1518.34	1730.94
SLE_fre_gr3_temp184	20763.1	0.82018	150.298	1518.34	1730.94
SLE_qp_gr1_Treno_186	20763.1	0	47.6481	1511.12	440.745
SLE_qp_gr2_Scarico_187	20763.1	0	47.6481	1511.12	440.745
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	20763.1	0	47.6481	1511.12	440.745
SLE_qp_gr4_centrif_189	20763.1	0	47.6481	1511.12	440.745
SLE_qp_gr1+vento_190	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79
SLE_qp_gr2+vento_191	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79
SLE_qp_gr3+vento_192	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79
SLE_qp_gr4+vento_193	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79
SLE_qp_vento_gr1_194	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79
SLE_qp_vento_gr2_195	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79
SLE_qp_vento_gr3_196	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79
SLE_qp_vento_gr4_197	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79
SLE_qp_gr1_temp198	20763.1	0	47.6481	1511.12	440.745
SLE_qp_gr2_temp199	20763.1	0	47.6481	1511.12	440.745
SLE_qp_gr3_temp200	20763.1	0	47.6481	1511.12	440.745
SLE_qp_gr3_temp201	20763.1	0	47.6481	1511.12	440.745
E_103x_SLV_q=1.5_202	21376.5	4177.76	1503.62	32094.8	13812.4
E_103y_SLV_q=1.5_203	21376.5	1951.83	3985.69	12781.7	42019.4
E_103z_SLV_q=1.5_204	22807.8	1951.83	1503.62	12781.7	13812.4
E_103x_SLV_q=1.36_205	21376.5	4495.75	1610	34853.8	15021.3
E_103y_SLV_q=1.36_206	21376.5	2047.23	4340.27	13609.4	46049
E_103z_SLV_q=1.36_207	22807.8	2047.23	1610	13609.4	15021.3
E_103x_SLV_q=1_208	21376.5	5772.61	2036.95	45934.7	19875.9
E_103y_SLV_q=1_209	21376.5	2430.29	5763.45	16933.7	62231.2
E_103z_SLV_q=1_210	22807.8	2430.29	2036.95	16933.7	19875.9
E_103x_SLD_q=1_211	20925.5	3318.42	1035.97	29236.7	10257.5
E_103y_SLD_q=1_212	20925.5	1343.75	2777.13	10873.5	31220.5
E_103z_SLD_q=1_213	21304.5	1343.75	1035.97	10873.5	10257.5

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P16</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1105001	REV. B

6.2 Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni

6.2.1 Stati limiti di esercizio

Configurazione1

TESTA PILA						
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
SLE_rar_gr1_Treno_14		12871.3	577.5	621.143	2389.75	3096.5
SLE_rar_gr3+vento_20		12871.3	1157.46	672.264	2649.63	2956.98
SLE_rar_vento_gr4_25		11975.6	928.101	973.953	2421.93	4395.27
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		12871.3	1155	392.903	2649.63	1809.23
SLE_rar_vento_gr4_25		11975.6	928.101	973.953	2421.93	4395.27
SLE_rar_gr4_centrif_17		11975.6	924	508.35	2421.93	2482.35
SLE_rar_vento_gr4_25		11975.6	928.101	508.35	2421.93	4395.27
SLE_rar_vento_gr4_25		11975.6	928.101	973.953	2421.93	4395.27
SLE_rar_gr4_centrif_17		11975.6	924	508.35	2421.93	2482.35
SLE_rar_vento_gr4_25		11975.6	928.101	973.953	2421.93	4395.27
SLE_qp_gr1_Treno_44		8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr1+vento_48		8392.74	0.82018	140.769	1511.12	404.027
SLE_qp_gr1+vento_48		8392.74	0.82018	140.769	1511.12	404.027
SLE_qp_gr1_Treno_44		8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr1+vento_48		8392.74	0.82018	140.769	1511.12	404.027
E_103x_SLD_q=1_69		8516.19	2244.66	891.309	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		8516.19	673.972	2642.57	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		8804.27	673.972	891.309	0	0

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	15977.3	577.5	621.143	5739.25	6699.14	
SLE_rar_gr3+vento_20	15977.3	1157.46	672.264	9362.9	6856.12	
SLE_rar_vento_gr4_25	15081.6	928.101	973.953	7804.91	10044.2	
SLE_rar_gr3+vento_20	15977.3	1157.46	672.264	9362.9	6856.12	
SLE_rar_vento_gr4_25	15081.6	928.101	973.953	7804.91	10044.2	
SLE_rar_gr4_centrif_17	15081.6	924	508.35	7781.13	5430.78	
SLE_rar_vento_gr4_25	15081.6	928.101	973.953	7804.91	10044.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	15081.6	928.101	973.953	7804.91	10044.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	15081.6	928.101	973.953	7804.91	10044.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	15081.6	928.101	973.953	7804.91	10044.2	
SLE_qp_gr1_Treno_44	11498.7	0	47.6481	1511.12	297.8	
SLE_qp_gr1+vento_48	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48	
SLE_qp_gr1+vento_48	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48	
SLE_qp_gr1+vento_48	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48	
SLE_qp_gr1+vento_48	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48	
E_103x_SLD_q=1_69	11622.2	2244.66	891.309	14249	6682.83	
E_103y_SLD_q=1_70	11622.2	673.972	2642.57	5332.48	21333.4	
E_103z_SLD_q=1_71	11910.3	673.972	891.309	5332.48	6682.83	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	25241.6	577.5	621.143	7471.75	8562.57	
SLE_rar_gr3+vento_20	25241.6	1157.46	672.264	12835.3	8872.91	
SLE_rar_vento_gr4_25	24345.9	928.101	973.953	10589.2	12966.1	
SLE_rar_gr3+vento_20	25241.6	1157.46	672.264	12835.3	8872.91	
SLE_rar_vento_gr4_25	24345.9	928.101	973.953	10589.2	12966.1	
SLE_rar_gr4_centrif_17	24345.9	924	508.35	10553.1	6955.83	
SLE_rar_vento_gr4_25	24345.9	928.101	973.953	10589.2	12966.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	24345.9	928.101	973.953	10589.2	12966.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	24345.9	928.101	973.953	10589.2	12966.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	24345.9	928.101	973.953	10589.2	12966.1	
SLE_qp_gr1_Treno_44	20763.1	0	47.6481	1511.12	440.745	
SLE_qp_gr1+vento_48	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79	
SLE_qp_gr1+vento_48	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79	
SLE_qp_gr1+vento_48	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79	
SLE_qp_gr1+vento_48	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79	
E_103x_SLD_q=1_69	20932.5	2741.31	1040.3	22472.9	9803.74	
E_103y_SLD_q=1_70	20932.5	1170.62	2791.56	8844.35	29708	
E_103z_SLD_q=1_71	21327.8	1170.62	1040.3	8844.35	9803.74	

Configurazione2

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85		11435.1	577.5	586.676	5421.84	2937.38	
SLE_rar_gr3+vento_91		11435.1	1157.46	637.797	5681.71	2797.86	
SLE_rar_vento_gr4_96		10826.6	928.101	946.379	4847.59	4267.97	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87		11435.1	1155	358.435	5681.71	1650.1	
SLE_rar_vento_gr4_96		10826.6	928.101	946.379	4847.59	4267.97	
SLE_rar_gr4_centrif_88		10826.6	924	480.776	4847.59	2355.05	
SLE_rar_vento_gr4_96		10826.6	928.101	946.379	4847.59	4267.97	
SLE_rar_vento_gr4_96		10826.6	928.101	946.379	4847.59	4267.97	
SLE_rar_gr4_centrif_88		10826.6	924	480.776	4847.59	2355.05	
SLE_rar_vento_gr4_96		10826.6	928.101	946.379	4847.59	4267.97	
SLE_qp_gr1_Treno_115		8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416	
SLE_qp_gr1+vento_119		8392.74	0.82018	140.769	1511.12	404.027	
SLE_qp_gr1+vento_119		8392.74	0.82018	140.769	1511.12	404.027	
SLE_qp_gr1_Treno_115		8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416	
SLE_qp_gr1+vento_119		8392.74	0.82018	140.769	1511.12	404.027	
E_103x_SLD_q=1_140		8509.2	2821.77	886.979	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141		8509.2	847.105	2628.14	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142		8780.96	847.105	886.979	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	14541.1	577.5	621.143	5739.25	6699.14	
SLE_rar_gr3+vento_91	14541.1	1157.46	637.797	12395	6497.08	
SLE_rar_vento_gr4_96	13932.6	928.101	946.379	10230.6	9756.97	
SLE_rar_gr3+vento_91	14541.1	1157.46	637.797	12395	6497.08	
SLE_rar_vento_gr4_96	13932.6	928.101	946.379	10230.6	9756.97	
SLE_rar_gr4_centrif_88	13932.6	924	480.776	10206.8	5143.55	
SLE_rar_vento_gr4_96	13932.6	928.101	946.379	10230.6	9756.97	
SLE_rar_vento_gr4_96	13932.6	928.101	946.379	10230.6	9756.97	
SLE_rar_vento_gr4_96	13932.6	928.101	946.379	10230.6	9756.97	
SLE_rar_vento_gr4_96	13932.6	928.101	946.379	10230.6	9756.97	
SLE_qp_gr1_Treno_115	11498.7	0	47.6481	1511.12	297.8	
SLE_qp_gr1+vento_119	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48	
SLE_qp_gr1+vento_119	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48	
SLE_qp_gr1+vento_119	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48	
SLE_qp_gr1+vento_119	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48	
E_103x_SLD_q=1_140	11615.2	2821.77	886.979	19281.4	7149.56	
E_103y_SLD_q=1_141	11615.2	847.105	2628.14	6842.2	22889.1	
E_103z_SLD_q=1_142	11887	847.105	886.979	6842.2	7149.56	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	23805.5	577.5	621.143	7471.75	8562.57	
SLE_rar_gr3+vento_91	23805.5	1157.46	637.797	15867.4	8410.47	
SLE_rar_vento_gr4_96	23197	928.101	946.379	13014.9	12596.1	
SLE_rar_gr3+vento_91	23805.5	1157.46	637.797	15867.4	8410.47	
SLE_rar_vento_gr4_96	23197	928.101	946.379	13014.9	12596.1	
SLE_rar_gr4_centrif_88	23197	924	480.776	12978.8	6585.88	
SLE_rar_vento_gr4_96	23197	928.101	946.379	13014.9	12596.1	
SLE_rar_vento_gr4_96	23197	928.101	946.379	13014.9	12596.1	
SLE_rar_vento_gr4_96	23197	928.101	946.379	13014.9	12596.1	
SLE_rar_vento_gr4_96	23197	928.101	946.379	13014.9	12596.1	
SLE_qp_gr1_Treno_115	20763.1	0	47.6481	1511.12	440.745	
SLE_qp_gr1+vento_119	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79	
SLE_qp_gr1+vento_119	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79	
SLE_qp_gr1+vento_119	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79	
SLE_qp_gr1+vento_119	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79	
E_103x_SLD_q=1_140	20925.5	3318.42	1035.97	29236.7	10257.5	
E_103y_SLD_q=1_141	20925.5	1343.75	2777.13	10873.5	31220.5	
E_103z_SLD_q=1_142	21304.5	1343.75	1035.97	10873.5	10257.5	

Configurazione3

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156		12871.3	577.5	621.143	2389.75	3096.5	
SLE_rar_gr3+vento_162		12871.3	1157.46	672.264	2649.63	2956.98	
SLE_rar_vento_gr4_167		11975.6	928.101	973.953	2421.93	4395.27	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158		12871.3	1155	392.903	2649.63	1809.23	
SLE_rar_vento_gr4_167		11975.6	928.101	973.953	2421.93	4395.27	
SLE_rar_gr4_centrif_159		11975.6	924	508.35	2421.93	2482.35	
SLE_rar_vento_gr4_167		11975.6	928.101	973.953	2421.93	4395.27	
SLE_rar_vento_gr4_167		11975.6	928.101	973.953	2421.93	4395.27	
SLE_rar_gr4_centrif_159		11975.6	924	508.35	2421.93	2482.35	
SLE_rar_vento_gr4_167		11975.6	928.101	973.953	2421.93	4395.27	
SLE_qp_gr1_Treno_186		8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416	
SLE_qp_gr1+vento_190		8392.74	0.82018	140.769	1511.12	404.027	
SLE_qp_gr1+vento_190		8392.74	0.82018	140.769	1511.12	404.027	
SLE_qp_gr1_Treno_186		8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416	
SLE_qp_gr1+vento_190		8392.74	0.82018	140.769	140.769	404.027	
E_103x_SLD_q=1_211		8509.2	2821.77	886.979	0	0	
E_103y_SLD_q=1_212		8509.2	847.105	2628.14	0	0	
E_103z_SLD_q=1_213		8780.96	847.105	886.979	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	15977.3	577.5	621.143	5739.25	6699.14	
SLE_rar_gr3+vento_162	15977.3	1157.46	672.264	9362.9	6856.12	
SLE_rar_vento_gr4_167	15081.6	928.101	973.953	7804.91	10044.2	
SLE_rar_gr3+vento_162	15977.3	1157.46	672.264	9362.9	6856.12	
SLE_rar_vento_gr4_167	15081.6	928.101	973.953	7804.91	10044.2	
SLE_rar_gr4_centrif_159	15081.6	924	508.35	7781.13	5430.78	
SLE_rar_vento_gr4_167	15081.6	928.101	973.953	7804.91	10044.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	15081.6	928.101	973.953	7804.91	10044.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	15081.6	928.101	973.953	7804.91	10044.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	15081.6	928.101	973.953	7804.91	10044.2	
SLE_qp_gr1_Treno_186	11498.7	0	47.6481	1511.12	297.8	
SLE_qp_gr1+vento_190	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48	
SLE_qp_gr1+vento_190	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48	
SLE_qp_gr1+vento_190	11498.7	0.82018	140.769	1515.88	1220.48	
SLE_qp_gr1+vento_190	11498.7	0.82018	140.769	140.769	1220.48	
E_103x_SLD_q=1_211	11615.2	2821.77	886.979	19281.4	7149.56	
E_103y_SLD_q=1_212	11615.2	847.105	2628.14	6842.2	22889.1	
E_103z_SLD_q=1_213	11887	847.105	886.979	6842.2	7149.56	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	25241.6	577.5	621.143	7471.75	8562.57	
SLE_rar_gr3+vento_162	25241.6	1157.46	672.264	12835.3	8872.91	
SLE_rar_vento_gr4_167	24345.9	928.101	973.953	10589.2	12966.1	
SLE_rar_gr3+vento_162	25241.6	1157.46	672.264	12835.3	8872.91	
SLE_rar_vento_gr4_167	24345.9	928.101	973.953	10589.2	12966.1	
SLE_rar_gr4_centrif_159	24345.9	924	508.35	10553.1	6955.83	
SLE_rar_vento_gr4_167	24345.9	928.101	973.953	10589.2	12966.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	24345.9	928.101	973.953	10589.2	12966.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	24345.9	928.101	973.953	10589.2	12966.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	24345.9	928.101	973.953	10589.2	12966.1	
SLE_qp_gr1_Treno_186	20763.1	0	47.6481	1511.12	440.745	
SLE_qp_gr1+vento_190	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79	
SLE_qp_gr1+vento_190	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79	
SLE_qp_gr1+vento_190	20763.1	0.82018	140.769	1518.34	1642.79	
SLE_qp_gr1+vento_190	20763.1	0.82018	140.769	140.769	1642.79	
E_103x_SLD_q=1_211	20925.5	3318.42	1035.97	29236.7	10257.5	
E_103y_SLD_q=1_212	20925.5	1343.75	2777.13	10873.5	31220.5	
E_103z_SLD_q=1_213	21304.5	1343.75	1035.97	10873.5	10257.5	

6.2.2 Stati limiti ultimi

Configurazione1

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_1	18405.9	837.375	981.443	3457.16	4526.28	
A1_SLU_gr3+vento_7	18405.9	1678.44	1069.54	3833.98	4381.37	
A1_SLU_vento_gr4_12	17107.1	1345.95	1500.71	3503.81	6498.13	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	18405.9	1674.75	650.494	3833.98	2659.73	
A1_SLU_vento_gr4_12	17107.1	1345.95	1500.71	3503.81	6498.13	
E_103x_SLV_q=1.5_60	8875.43	3180.72	1204.51	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_61	8875.43	954.79	3686.58	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_62	10001.7	954.79	1204.51	0	0	
E_103x_SLV_q=1_66	8875.43	4775.57	1737.84	0	0	
E_103y_SLV_q=1_67	8875.43	1433.25	5464.34	0	0	
E_103z_SLV_q=1_68	10001.7	1433.25	1737.84	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_1	22599	837.375	981.443	8313.94	10218.7	
A1_SLU_gr3+vento_7	22599	1678.44	1069.54	13568.9	10584.7	
A1_SLU_vento_gr4_12	21300.2	1345.95	1500.71	11310.3	15202.3	
A1_SLU_gr3+vento_7	22599	1678.44	1069.54	13568.9	10584.7	
A1_SLU_vento_gr4_12	21300.2	1345.95	1500.71	11310.3	15202.3	
E_103x_SLV_q=1.5_60	11981.4	3180.72	1204.51	19561.5	9301.52	
E_103y_SLV_q=1.5_61	11981.4	954.79	3686.58	6926.24	30062.3	
E_103z_SLV_q=1.5_62	13107.7	954.79	1204.51	6926.24	9301.52	
E_103x_SLV_q=1_66	11981.4	4775.57	1737.84	28616.8	13765.1	
E_103y_SLV_q=1_67	11981.4	1433.25	5464.34	9642.83	44940.8	
E_103z_SLV_q=1_68	13107.7	1433.25	1737.84	9642.83	13765.1	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_1	35105.9	837.375	981.443	10826.1	13163	
A1_SLU_gr3+vento_7	35105.9	1678.44	1069.54	18604.3	13793.3	
A1_SLU_vento_gr4_12	33807.1	1345.95	1500.71	15348.2	19704.4	
A1_SLU_gr3+vento_7	35105.9	1678.44	1069.54	18604.3	13793.3	
A1_SLU_vento_gr4_12	33807.1	1345.95	1500.71	15348.2	19704.4	
E_103x_SLV_q=1.36_63	21376.5	4495.75	1610	34853.8	15021.3	
E_103y_SLV_q=1.36_64	21376.5	2047.23	4340.27	13609.4	46049	
E_103z_SLV_q=1.36_65	22807.8	2047.23	1610	13609.4	15021.3	
E_103x_SLV_q=1_66	21376.5	5772.61	2036.95	45934.7	19875.9	
E_103y_SLV_q=1_67	21376.5	2430.29	5763.45	16933.7	62231.2	
E_103z_SLV_q=1_68	22807.8	2430.29	2036.95	16933.7	19875.9	

Configurazione2

TESTA PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		16323.5	837.375	906.476	7853.68	4284.31
A1_SLU_gr3+vento_78		16323.5	1678.44	994.569	8230.5	4139.39
A1_SLU_vento_gr4_83		15441.2	1345.95	1440.74	7021.03	6304.55
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74		16323.5	1674.75	575.527	8230.5	2417.76
A1_SLU_vento_gr4_83		15441.2	1345.95	1440.74	7021.03	6304.55
E_103x_SLV_q=1.5_131		8875.43	3180.72	1204.51	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132		8875.43	954.79	3686.58	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133		10001.7	954.79	1204.51	0	0
E_103x_SLV_q=1_137		8875.43	4775.57	1737.84	0	0
E_103y_SLV_q=1_138		8875.43	1433.25	5464.34	0	0
E_103z_SLV_q=1_139		10001.7	1433.25	1737.84	0	0
BASE PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		20516.6	837.375	906.476	12710.5	9541.87
A1_SLU_gr3+vento_78		20516.6	1678.44	994.569	17965.5	9907.89
A1_SLU_vento_gr4_83		19634.3	1345.95	1440.74	14827.5	14660.8
A1_SLU_gr3+vento_78		20516.6	1678.44	994.569	17965.5	9907.89
A1_SLU_vento_gr4_83		19634.3	1345.95	1440.74	14827.5	14660.8
E_103x_SLV_q=1.5_131		11981.4	3180.72	1204.51	19561.5	9301.52
E_103y_SLV_q=1.5_132		11981.4	954.79	3686.58	6926.24	30062.3
E_103z_SLV_q=1.5_133		13107.7	954.79	1204.51	6926.24	9301.52
E_103x_SLV_q=1_137		11981.4	4775.57	1737.84	28616.8	13765.1
E_103y_SLV_q=1_138		11981.4	1433.25	5464.34	9642.83	44940.8
E_103z_SLV_q=1_139		13107.7	1433.25	1737.84	9642.83	13765.1
BASE FONDAZIONE						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		33023.4	837.375	906.476	15222.6	12261.3
A1_SLU_gr3+vento_78		33023.4	1678.44	994.569	23000.8	12891.6
A1_SLU_vento_gr4_83		32141.2	1345.95	1440.74	18865.4	18983
A1_SLU_gr3+vento_78		33023.4	1678.44	994.569	23000.8	12891.6
A1_SLU_vento_gr4_83		32141.2	1345.95	1440.74	18865.4	18983
E_103x_SLV_q=1.36_134		21376.5	4495.75	1610	34853.8	15021.3
E_103y_SLV_q=1.36_135		21376.5	2047.23	4340.27	13609.4	46049
E_103z_SLV_q=1.36_136		22807.8	2047.23	1610	13609.4	15021.3
E_103x_SLV_q=1_137		21376.5	5772.61	2036.95	45934.7	19875.9
E_103y_SLV_q=1_138		21376.5	2430.29	5763.45	16933.7	62231.2
E_103z_SLV_q=1_139		22807.8	2430.29	2036.95	16933.7	19875.9

Configurazione3

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	18405.9	837.375	981.443	3457.16	4526.28	
A1_SLU_gr3+vento_149	18405.9	1678.44	1069.54	3833.98	4381.37	
A1_SLU_vento_gr4_154	17107.1	1345.95	1500.71	3503.81	6498.13	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	18405.9	1674.75	650.494	3833.98	2659.73	
A1_SLU_vento_gr4_154	17107.1	1345.95	1500.71	3503.81	6498.13	
E_103x_SLV_q=1.5_202	8875.43	3180.72	1204.51	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_203	8875.43	954.79	3686.58	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_204	10001.7	954.79	1204.51	0	0	
E_103x_SLV_q=1_208	8875.43	4775.57	1737.84	0	0	
E_103y_SLV_q=1_209	8875.43	1433.25	5464.34	0	0	
E_103z_SLV_q=1_210	10001.7	1433.25	1737.84	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	22599	837.375	981.443	8313.94	10218.7	
A1_SLU_gr3+vento_149	22599	1678.44	1069.54	13568.9	10584.7	
A1_SLU_vento_gr4_154	21300.2	1345.95	1500.71	11310.3	15202.3	
A1_SLU_gr3+vento_149	22599	1678.44	1069.54	13568.9	10584.7	
A1_SLU_vento_gr4_154	21300.2	1345.95	1500.71	11310.3	15202.3	
E_103x_SLV_q=1.5_202	11981.4	3180.72	1204.51	19561.5	9301.52	
E_103y_SLV_q=1.5_203	11981.4	954.79	3686.58	6926.24	30062.3	
E_103z_SLV_q=1.5_204	13107.7	954.79	1204.51	6926.24	9301.52	
E_103x_SLV_q=1_208	11981.4	4775.57	1737.84	28616.8	13765.1	
E_103y_SLV_q=1_209	11981.4	1433.25	5464.34	9642.83	44940.8	
E_103z_SLV_q=1_210	13107.7	1433.25	1737.84	9642.83	13765.1	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	35105.9	837.375	981.443	10826.1	13163	
A1_SLU_gr3+vento_149	35105.9	1678.44	1069.54	18604.3	13793.3	
A1_SLU_vento_gr4_154	33807.1	1345.95	1500.71	15348.2	19704.4	
A1_SLU_gr3+vento_149	35105.9	1678.44	1069.54	18604.3	13793.3	
A1_SLU_vento_gr4_154	33807.1	1345.95	1500.71	15348.2	19704.4	
E_103x_SLV_q=1.36_205	21376.5	4495.75	1610	34853.8	15021.3	
E_103y_SLV_q=1.36_206	21376.5	2047.23	4340.27	13609.4	46049	
E_103z_SLV_q=1.36_207	22807.8	2047.23	1610	13609.4	15021.3	
E_103x_SLV_q=1_208	21376.5	5772.61	2036.95	45934.7	19875.9	
E_103y_SLV_q=1_209	21376.5	2430.29	5763.45	16933.7	62231.2	
E_103z_SLV_q=1_210	22807.8	2430.29	2036.95	16933.7	19875.9	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P16</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1105001	REV. B

7. VERIFICHE STRUTTURALI

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

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

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

Le spille adottate sono disposte nel rispetto della norma vigente.

8. FUSTO PILA

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

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

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

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

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P16	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1105001	REV. B

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

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

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

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

8.1 Modellazione

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

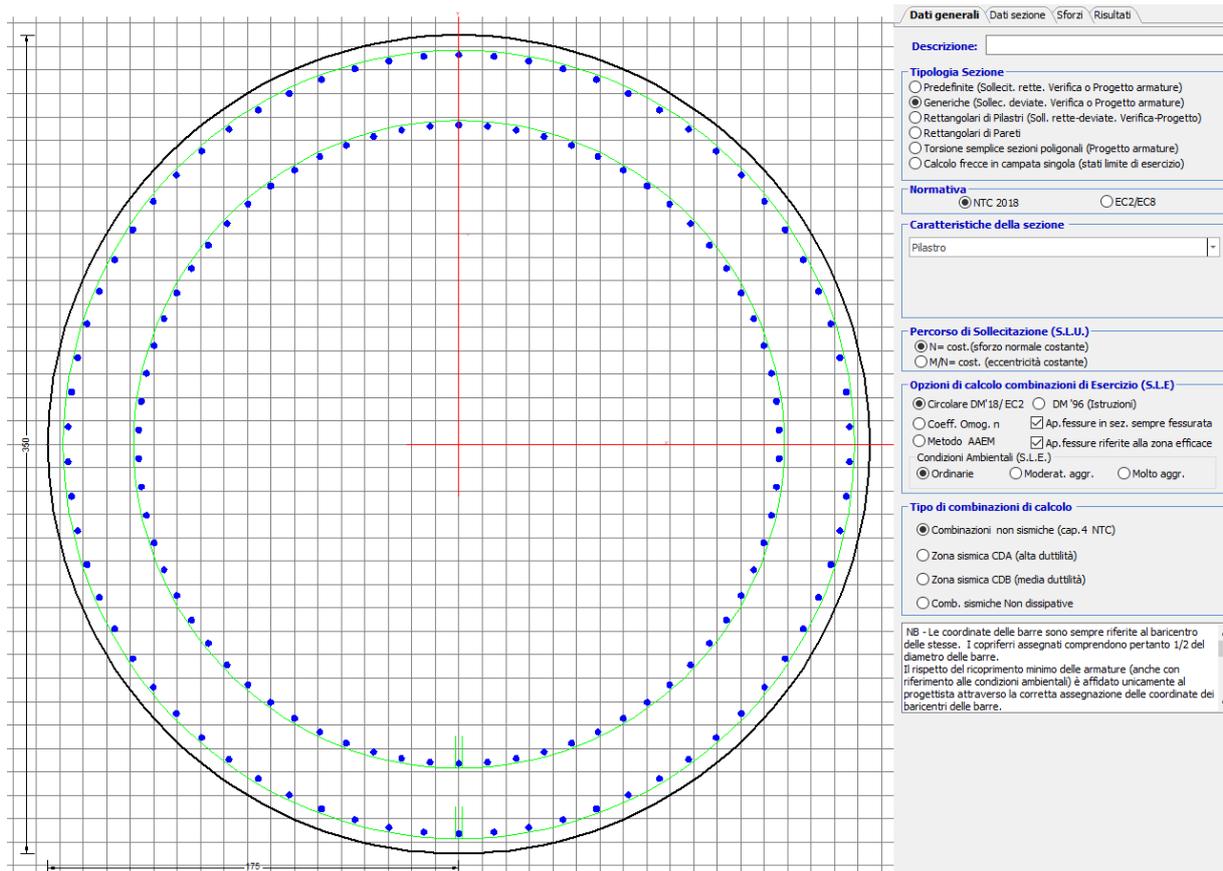


Figura 12 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 140 di diametro $\Phi 26$ che corrispondono ad un passo di 15cm lungo il bordo esterno e speculari all'interno della sezione.

8.2 Verifica a presso flessione

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A. NOME SEZIONE: Circolare 3.5m

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

Riferimento alla sismicità:

Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	3334.6	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.000	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	176.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00	MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.30	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef		2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:		1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:		0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Conglomerato: C32/40

Raggio circ.: 175.0 cm
X centro circ.: 0.0 cm
Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

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

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

Vx

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

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

N°Comb.	N	MX	MY	VY	VX
1	22598.99	8313.94	10218.66	0.00	0.00
2	22598.99	13568.94	10584.68	0.00	0.00
3	21300.22	11310.33	15202.26	0.00	0.00
4	22598.99	13568.94	10584.68	0.00	0.00
5	21300.22	11310.33	15202.26	0.00	0.00
6	11981.44	19561.52	9301.52	0.00	0.00
7	11981.44	6926.24	30062.33	0.00	0.00
8	13107.72	6926.24	9301.52	0.00	0.00
9	20516.56	12710.46	9541.87	0.00	0.00
10	20516.56	17965.46	9907.89	0.00	0.00
11	19634.28	14827.55	14660.83	0.00	0.00
12	20516.56	17965.46	9907.89	0.00	0.00
13	19634.28	14827.55	14660.83	0.00	0.00
14	11981.44	19561.52	9301.52	0.00	0.00
15	11981.44	6926.24	30062.33	0.00	0.00
16	13107.72	6926.24	9301.52	0.00	0.00
17	22598.99	8313.94	10218.66	0.00	0.00
18	22598.99	13568.94	10584.68	0.00	0.00
19	21300.22	11310.33	15202.26	0.00	0.00
20	22598.99	13568.94	10584.68	0.00	0.00
21	21300.22	11310.33	15202.26	0.00	0.00
22	11981.44	19561.52	9301.52	0.00	0.00
23	11981.44	6926.24	30062.33	0.00	0.00
24	13107.72	6926.24	9301.52	0.00	0.00

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

N

Mx

My

Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)

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

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	15977.27	5739.25	6699.14
2	15977.27	9362.90	6856.12
3	15081.56	7804.91	10044.20
4	15977.27	9362.90	6856.12
5	15081.56	7804.91	10044.20
6	14541.11	5739.25	6699.14
7	14541.11	12394.98	6497.08
8	13932.64	10230.58	9756.97
9	14541.11	12394.98	6497.08
10	13932.64	10230.58	9756.97
11	15977.27	5739.25	6699.14
12	15977.27	9362.90	6856.12
13	15081.56	7804.91	10044.20
14	15977.27	9362.90	6856.12
15	15081.56	7804.91	10044.20
16	11622.20	14248.99	6682.83
17	11622.20	5332.48	21333.36
18	11910.27	5332.48	6682.83
19	11615.21	19281.40	7149.56
20	11615.21	6842.20	22889.14
21	11886.97	6842.20	7149.56

22	11615.21	19281.40	7149.56
23	11615.21	6842.20	22889.14
24	11886.97	6842.20	7149.56

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	15081.56	7781.13 (45491.56)	5430.78 (31750.49)
2	15081.56	7804.91 (20077.18)	10044.20 (25837.48)
3	15081.56	7804.91 (20077.18)	10044.20 (25837.48)
4	15081.56	7804.91 (20077.18)	10044.20 (25837.48)
5	15081.56	7804.91 (20077.18)	10044.20 (25837.48)
6	13932.64	10206.79 (30245.52)	5143.55 (15241.75)
7	13932.64	10230.58 (19678.21)	9756.97 (18767.23)
8	13932.64	10230.58 (19678.21)	9756.97 (18767.23)
9	13932.64	10230.58 (19678.21)	9756.97 (18767.23)
10	13932.64	10230.58 (19678.21)	9756.97 (18767.23)
11	15081.56	7781.13 (45491.56)	5430.78 (31750.49)
12	15081.56	7804.91 (20077.18)	10044.20 (25837.48)
13	15081.56	7804.91 (20077.18)	10044.20 (25837.48)
14	15081.56	7804.91 (20077.18)	10044.20 (25837.48)
15	15081.56	7804.91 (20077.18)	10044.20 (25837.48)

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	11498.74	1511.12 (0.00)	297.80 (0.00)
2	11498.74	1515.88 (0.00)	1220.48 (0.00)
3	11498.74	1515.88 (0.00)	1220.48 (0.00)
4	11498.74	1515.88 (0.00)	1220.48 (0.00)
5	11498.74	1515.88 (0.00)	1220.48 (0.00)
6	11498.74	1511.12 (0.00)	297.80 (0.00)
7	11498.74	1515.88 (0.00)	1220.48 (0.00)
8	11498.74	1515.88 (0.00)	1220.48 (0.00)
9	11498.74	1515.88 (0.00)	1220.48 (0.00)
10	11498.74	1515.88 (0.00)	1220.48 (0.00)
11	11498.74	1511.12 (0.00)	297.80 (0.00)
12	11498.74	1515.88 (0.00)	1220.48 (0.00)
13	11498.74	1515.88 (0.00)	1220.48 (0.00)
14	11498.74	1515.88 (0.00)	1220.48 (0.00)
15	11498.74	140.77 (0.00)	1220.48 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:

7.2 cm

Interferro netto minimo barre longitudinali:

9.6 cm

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

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

N°Comb	Ver	N	MX	MY	N Res	MX Res	MY Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	22598.99	8313.94	10218.66	22598.73	40031.57(40031.57)	49200.96(49200.96)	4.81743.3(288.6)	
2	S	22598.99	13568.94	10584.68	22599.06	50019.95(50019.95)	39022.82(39022.82)	3.69743.3(288.6)	
3	S	21300.22	11310.33	15202.26	21300.46	37209.51(37209.51)	50027.18(50027.18)	3.29743.3(288.6)	
4	S	22598.99	13568.94	10584.68	22599.06	50019.95(50019.95)	39022.82(39022.82)	3.69743.3(288.6)	
5	S	21300.22	11310.33	15202.26	21300.46	37209.51(37209.51)	50027.18(50027.18)	3.29743.3(288.6)	
6	S	11981.44	19561.52	9301.52	11981.38	48564.10(48564.10)	23093.80(23093.80)	2.48743.3(288.6)	
7	S	11981.44	6926.24	30062.33	11981.47	12072.64(12072.64)	52403.61(52403.61)	1.74743.3(288.6)	
8	S	13107.72	6926.24	9301.52	13107.68	32776.02(32776.02)	44019.92(44019.92)	4.73743.3(288.6)	
9	S	20516.56	12710.46	9541.87	20516.79	49323.66(49323.66)	37033.58(37033.58)	3.88743.3(288.6)	
10	S	20516.56	17965.46	9907.89	20516.56	54006.83(54006.83)	29784.01(29784.01)	3.01743.3(288.6)	
11	S	19634.28	14827.55	14660.83	19634.35	43308.25(43308.25)	42833.25(42833.25)	2.92743.3(288.6)	
12	S	20516.56	17965.46	9907.89	20516.56	54006.83(54006.83)	29784.01(29784.01)	3.01743.3(288.6)	
13	S	19634.28	14827.55	14660.83	19634.35	43308.25(43308.25)	42833.25(42833.25)	2.92743.3(288.6)	
14	S	11981.44	19561.52	9301.52	11981.38	48564.10(48564.10)	23093.80(23093.80)	2.48743.3(288.6)	
15	S	11981.44	6926.24	30062.33	11981.47	12072.64(12072.64)	52403.61(52403.61)	1.74743.3(288.6)	
16	S	13107.72	6926.24	9301.52	13107.68	32776.02(32776.02)	44019.92(44019.92)	4.73743.3(288.6)	
17	S	22598.99	8313.94	10218.66	22598.73	40031.57(40031.57)	49200.96(49200.96)	4.81743.3(288.6)	
18	S	22598.99	13568.94	10584.68	22599.06	50019.95(50019.95)	39022.82(39022.82)	3.69743.3(288.6)	
19	S	21300.22	11310.33	15202.26	21300.46	37209.51(37209.51)	50027.18(50027.18)	3.29743.3(288.6)	
20	S	22598.99	13568.94	10584.68	22599.06	50019.95(50019.95)	39022.82(39022.82)	3.69743.3(288.6)	
21	S	21300.22	11310.33	15202.26	21300.46	37209.51(37209.51)	50027.18(50027.18)	3.29743.3(288.6)	
22	S	11981.44	19561.52	9301.52	11981.38	48564.10(48564.10)	23093.80(23093.80)	2.48743.3(288.6)	
23	S	11981.44	6926.24	30062.33	11981.47	12072.64(12072.64)	52403.61(52403.61)	1.74743.3(288.6)	
24	S	13107.72	6926.24	9301.52	13107.68	32776.02(32776.02)	44019.92(44019.92)	4.73743.3(288.6)	

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	135.7	171.7	0.00321	130.2	103.8	-0.00806	-130.2	-103.8
2	0.00350	107.6	136.3	0.00321	97.9	134.7	-0.00806	-97.9	-134.7
3	0.00350	140.4	136.3	0.00320	130.2	103.8	-0.00831	-130.2	-103.8
4	0.00350	107.6	136.3	0.00321	97.9	134.7	-0.00806	-97.9	-134.7
5	0.00350	140.4	136.3	0.00320	130.2	103.8	-0.00831	-130.2	-103.8
6	0.00350	75.1	171.7	0.00315	72.2	150.0	-0.01054	-72.2	-150.0

7	0.00350	170.5	136.3	0.00315	162.3	37.0	-0.01054	-162.3	-37.0
8	0.00350	140.4	136.3	0.00315	130.2	103.8	-0.01023	-130.2	-103.8
9	0.00350	105.1	136.3	0.00320	97.9	134.7	-0.00847	-97.9	-134.7
10	0.00350	84.5	136.3	0.00320	85.4	142.9	-0.00847	-85.4	-142.9
11	0.00350	123.0	171.7	0.00320	120.3	115.1	-0.00866	-120.3	-115.1
12	0.00350	84.5	136.3	0.00320	85.4	142.9	-0.00847	-85.4	-142.9
13	0.00350	123.0	136.3	0.00320	120.3	115.1	-0.00866	-120.3	-115.1
14	0.00350	75.1	136.3	0.00315	72.2	150.0	-0.01054	-72.2	-150.0
15	0.00350	170.5	20.1	0.00315	162.3	37.0	-0.01054	-162.3	-37.0
16	0.00350	140.4	158.4	0.00315	130.2	103.8	-0.01023	-130.2	-103.8
17	0.00350	135.7	42.4	0.00321	130.2	103.8	-0.00806	-130.2	-103.8
18	0.00350	107.6	109.1	0.00321	97.9	134.7	-0.00806	-97.9	-134.7
19	0.00350	140.4	164.1	0.00320	130.2	103.8	-0.00831	-130.2	-103.8
20	0.00350	107.6	50.1	0.00321	97.9	134.7	-0.00806	-97.9	-134.7
21	0.00350	140.4	121.0	0.00320	130.2	103.8	-0.00831	-130.2	-103.8
22	0.00350	75.1	164.1	0.00315	72.2	150.0	-0.01054	-72.2	-150.0
23	0.00350	170.5	50.1	0.00315	162.3	37.0	-0.01054	-162.3	-37.0
24	0.00350	140.4	121.0	0.00315	130.2	103.8	-0.01023	-130.2	-103.8

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000026262	0.000021367	-0.002424858	----	----
2	0.000020822	0.000026692	-0.002424219	----	----
3	0.000027759	0.000020652	-0.002554811	----	----
4	0.000020822	0.000026692	-0.002424219	----	----
5	0.000027759	0.000020652	-0.002554811	----	----
6	0.000017657	0.000037133	-0.003695422	----	----
7	0.000040066	0.000009231	-0.003695196	----	----
8	0.000032247	0.000024012	-0.003535957	----	----
9	0.000021049	0.000028038	-0.002635492	----	----
10	0.000016935	0.000030707	-0.002636659	----	----
11	0.000025033	0.000025318	-0.002730653	----	----
12	0.000016935	0.000030707	-0.002636659	----	----
13	0.000025033	0.000025318	-0.002730653	----	----
14	0.000017657	0.000037133	-0.003695422	----	----
15	0.000040066	0.000009231	-0.003695196	----	----
16	0.000032247	0.000024012	-0.003535957	----	----
17	0.000026262	0.000021367	-0.002424858	----	----
18	0.000020822	0.000026692	-0.002424219	----	----
19	0.000027759	0.000020652	-0.002554811	----	----
20	0.000020822	0.000026692	-0.002424219	----	----
21	0.000027759	0.000020652	-0.002554811	----	----
22	0.000017657	0.000037133	-0.003695422	----	----
23	0.000040066	0.000009231	-0.003695196	----	----
24	0.000032247	0.000024012	-0.003535957	----	----

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.28	132.9	0.0	-3.4	-130.2	-103.8	702	21.2
2	S	3.98	103.4	0.0	-15.2	-97.9	-134.7	3230	58.4
3	S	4.28	138.2	0.0	-24.8	-130.2	-103.8	4362	69.0
4	S	3.98	103.4	0.0	-15.2	-97.9	-134.7	3230	58.4
5	S	4.28	138.2	0.0	-24.8	-130.2	-103.8	4362	69.0
6	S	3.17	132.9	0.0	-6.0	-130.2	-103.8	1398	31.9
7	S	4.71	81.2	0.0	-36.7	-72.2	-150.0	6220	100.9
8	S	4.77	120.8	0.0	-41.4	-109.5	-125.4	6820	106.2
9	S	4.71	81.2	0.0	-36.7	-72.2	-150.0	6220	100.9
10	S	4.77	120.8	0.0	-41.4	-109.5	-125.4	6820	106.2
11	S	3.28	132.9	0.0	-3.4	-130.2	-103.8	702	21.2
12	S	3.98	103.4	0.0	-15.2	-97.9	-134.7	3230	58.4
13	S	4.28	138.2	0.0	-24.8	-130.2	-103.8	4362	69.0
14	S	3.98	103.4	0.0	-15.2	-97.9	-134.7	3230	58.4
15	S	4.28	138.2	0.0	-24.8	-130.2	-103.8	4362	69.0
16	S	5.51	74.3	0.0	-75.9	-72.2	-150.0	10184	154.0
17	S	8.08	169.8	0.0	-156.9	-162.3	-37.0	12146	180.5
18	S	2.94	136.8	0.0	-10.8	-130.2	-103.8	3108	58.4
19	S	7.49	60.8	0.0	-137.7	-58.5	-155.9	11894	180.5
20	S	8.86	167.7	0.0	-183.3	-158.4	-51.5	12441	185.8
21	S	3.33	126.4	0.0	-18.7	-120.3	-115.1	4284	69.0
22	S	7.49	60.8	0.0	-137.7	-58.5	-155.9	11894	180.5
23	S	8.86	167.7	0.0	-183.3	-158.4	-51.5	12441	185.8
24	S	3.33	126.4	0.0	-18.7	-120.3	-115.1	4284	69.0

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	-0.00002	0	0.833	26.0	72	0.00001 (0.00001)	488	0.005 (990.00)	58405.85	68174.24
2	S	-0.00009	0	0.833	26.0	72	0.00005 (0.00005)	652	0.030 (990.00)	32761.85	23990.34
3	S	-0.00014	0	0.833	26.0	72	0.00007 (0.00007)	710	0.053 (990.00)	20077.18	25837.48
4	S	-0.00009	0	0.833	26.0	72	0.00005 (0.00005)	652	0.030 (990.00)	32761.85	23990.34
5	S	-0.00014	0	0.833	26.0	72	0.00007 (0.00007)	710	0.053 (990.00)	20077.18	25837.48
6	S	-0.00004	0	0.833	26.0	72	0.00002 (0.00002)	568	0.010 (990.00)	40175.40	46894.74
7	S	-0.00020	0	0.833	26.0	72	0.00011 (0.00011)	699	0.077 (990.00)	25224.58	13221.97
8	S	-0.00022	0	0.833	26.0	72	0.00012 (0.00012)	718	0.089 (990.00)	19678.21	18767.23
9	S	-0.00020	0	0.833	26.0	72	0.00011 (0.00011)	699	0.077 (990.00)	25224.58	13221.97
10	S	-0.00022	0	0.833	26.0	72	0.00012 (0.00012)	718	0.089 (990.00)	19678.21	18767.23
11	S	-0.00002	0	0.833	26.0	72	0.00001 (0.00001)	488	0.005 (990.00)	58405.85	68174.24
12	S	-0.00009	0	0.833	26.0	72	0.00005 (0.00005)	652	0.030 (990.00)	32761.85	23990.34
13	S	-0.00014	0	0.833	26.0	72	0.00007 (0.00007)	710	0.053 (990.00)	20077.18	25837.48

14	S	-0.00009	0	0.833	26.0	72	0.00005 (0.00005)	652	0.030 (990.00)	32761.85	23990.34
15	S	-0.00014	0	0.833	26.0	72	0.00007 (0.00007)	710	0.053 (990.00)	20077.18	25837.48
16	S	-0.00040	0	0.833	26.0	72	0.00023 (0.00023)	732	0.167 (990.00)	20370.47	9553.83
17	S	-0.00082	0	0.833	26.0	72	0.00047 (0.00047)	740	0.349 (990.00)	4758.30	19036.25
18	S	-0.00006	0	0.833	26.0	72	0.00003 (0.00003)	637	0.021 (990.00)	25857.81	32405.81
19	S	-0.00072	0	0.833	26.0	72	0.00041 (0.00041)	730	0.302 (990.00)	18813.89	6976.21
20	S	-0.00096	0	0.833	26.0	72	0.00055 (0.00055)	738	0.406 (990.00)	5478.54	18327.29
21	S	-0.00010	0	0.833	26.0	72	0.00006 (0.00006)	702	0.039 (990.00)	22986.48	24019.06
22	S	-0.00072	0	0.833	26.0	72	0.00041 (0.00041)	730	0.302 (990.00)	18813.89	6976.21
23	S	-0.00096	0	0.833	26.0	72	0.00055 (0.00055)	738	0.406 (990.00)	5478.54	18327.29
24	S	-0.00010	0	0.833	26.0	72	0.00006 (0.00006)	702	0.039 (990.00)	22986.48	24019.06

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	3.37	100.2	0.0	-7.6	-97.9	-134.7	1736	37.2
2	S	4.28	138.2	0.0	-24.8	-130.2	-103.8	4362	69.0
3	S	4.28	138.2	0.0	-24.8	-130.2	-103.8	4362	69.0
4	S	4.28	138.2	0.0	-24.8	-130.2	-103.8	4362	69.0
5	S	4.28	138.2	0.0	-24.8	-130.2	-103.8	4362	69.0
6	S	3.85	78.8	0.0	-20.8	-72.2	-150.0	4159	63.7
7	S	4.77	120.8	0.0	-41.4	-109.5	-125.4	6820	106.2
8	S	4.77	120.8	0.0	-41.4	-109.5	-125.4	6820	106.2
9	S	4.77	120.8	0.0	-41.4	-109.5	-125.4	6820	106.2
10	S	4.77	120.8	0.0	-41.4	-109.5	-125.4	6820	106.2
11	S	3.37	100.2	0.0	-7.6	-97.9	-134.7	1736	37.2
12	S	4.28	138.2	0.0	-24.8	-130.2	-103.8	4362	69.0
13	S	4.28	138.2	0.0	-24.8	-130.2	-103.8	4362	69.0
14	S	4.28	138.2	0.0	-24.8	-130.2	-103.8	4362	69.0
15	S	4.28	138.2	0.0	-24.8	-130.2	-103.8	4362	69.0

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	∅	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	-0.00005	0	0.833	26.0	72	0.00002 (0.00002)	589	0.013 (0.20)	45491.56	31750.49
2	S	-0.00014	0	0.833	26.0	72	0.00007 (0.00007)	710	0.053 (0.20)	20077.18	25837.48
3	S	-0.00014	0	0.833	26.0	72	0.00007 (0.00007)	710	0.053 (0.20)	20077.18	25837.48
4	S	-0.00014	0	0.833	26.0	72	0.00007 (0.00007)	710	0.053 (0.20)	20077.18	25837.48
5	S	-0.00014	0	0.833	26.0	72	0.00007 (0.00007)	710	0.053 (0.20)	20077.18	25837.48
6	S	-0.00011	0	0.833	26.0	72	0.00006 (0.00006)	726	0.045 (0.20)	30245.52	15241.75
7	S	-0.00022	0	0.833	26.0	72	0.00012 (0.00012)	718	0.089 (0.20)	19678.21	18767.23
8	S	-0.00022	0	0.833	26.0	72	0.00012 (0.00012)	718	0.089 (0.20)	19678.21	18767.23
9	S	-0.00022	0	0.833	26.0	72	0.00012 (0.00012)	718	0.089 (0.20)	19678.21	18767.23
10	S	-0.00022	0	0.833	26.0	72	0.00012 (0.00012)	718	0.089 (0.20)	19678.21	18767.23
11	S	-0.00005	0	0.833	26.0	72	0.00002 (0.00002)	589	0.013 (0.20)	45491.56	31750.49
12	S	-0.00014	0	0.833	26.0	72	0.00007 (0.00007)	710	0.053 (0.20)	20077.18	25837.48
13	S	-0.00014	0	0.833	26.0	72	0.00007 (0.00007)	710	0.053 (0.20)	20077.18	25837.48
14	S	-0.00014	0	0.833	26.0	72	0.00007 (0.00007)	710	0.053 (0.20)	20077.18	25837.48
15	S	-0.00014	0	0.833	26.0	72	0.00007 (0.00007)	710	0.053 (0.20)	20077.18	25837.48

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	1.38	33.8	0.0	11.6	-29.7	-163.8	----	----
2	S	1.46	109.7	0.0	10.5	-109.5	-125.4	----	----
3	S	1.46	109.7	0.0	10.5	-109.5	-125.4	----	----
4	S	1.46	109.7	0.0	10.5	-109.5	-125.4	----	----
5	S	1.46	109.7	0.0	10.5	-109.5	-125.4	----	----

6	S	1.38	33.8	0.0	11.6	-29.7	-163.8	---	---
7	S	1.46	109.7	0.0	10.5	-109.5	-125.4	---	---
8	S	1.46	109.7	0.0	10.5	-109.5	-125.4	---	---
9	S	1.46	109.7	0.0	10.5	-109.5	-125.4	---	---
10	S	1.46	109.7	0.0	10.5	-109.5	-125.4	---	---
11	S	1.38	33.8	0.0	11.6	-29.7	-163.8	---	---
12	S	1.46	109.7	0.0	10.5	-109.5	-125.4	---	---
13	S	1.46	109.7	0.0	10.5	-109.5	-125.4	---	---
14	S	1.46	109.7	0.0	10.5	-109.5	-125.4	---	---
15	S	1.32	173.8	0.0	12.5	-165.0	-22.3	---	---

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

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

8.3 Verifica a taglio

diametro armature trasversale	φ	12	mm	
bracci staffe	bs	4		
area armature trasversale	A_{sw}	5	cm ²	
passo staffe	s	15	cm	
copriferro netto + staffa + $f_i/2$	c'	9	cm	
spessore anima sezione rettangolar	sb	0	cm	
sezione	tipo	circolare		
tipologia di verifica taglio	secondo	statica $q=1$		
Direzione Longitudinale				
resistenza ridotta	$f'c$	9	Mpa	
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	253	cm	
larghezza biella	bw	295	cm	
inclinazione staffe	α	90	gradi	
inclinazione biella	ϑ	22	gradi	
resistenza puntoni	V_c	23293	kN	
resistenza staffe	V_s	7457	kN	
taglio resisitente	V_r	7457	kN	
taglio massimo agente	V_{ed}	5082	kN	
	V_{ed}/V_{rd}	0.68		
Direzione Trasversale				
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	253	cm	
larghezza biella	bw	295	cm	
inclinazione biella	ϑ	22	gradi	
resistenza puntoni	V_c	23293	kN	
resistenza staffe	V_s	7457	kN	
taglio resisitente	V_r	7457	kN	
taglio massimo agente	V_{ed}	5649	kN	
	V_{ed}/V_{rd}	0.76		

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P16</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1105001	REV. B

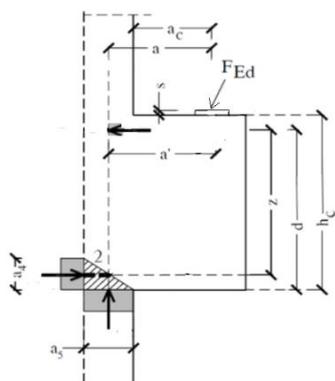
8.4 Verifica spostamenti

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

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

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

9. PULVINO

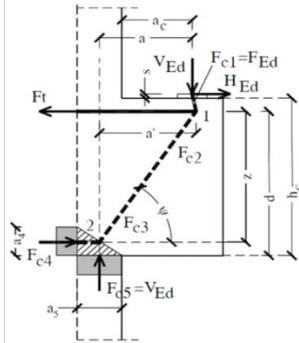
<u>Geometria mensola</u>					
	Altezza mensola	hc	2000	[mm]	
	larghezza mensola	atot	3549.10288	[mm]	
	profondità	b	2000	[mm]	
	copriferro	c	85	[mm]	
	applicazione carico	ac	50	[mm]	
	altezza utile	d	1915	[mm]	
	braccio delle forze interne	z	1532	[mm]	
	<i>tipologia di mensola:</i>	MENSOLA MOLTO TOZZA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

9.1 Progettazione armatura principale e secondaria

Calcolo armatura principale

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

modello 1



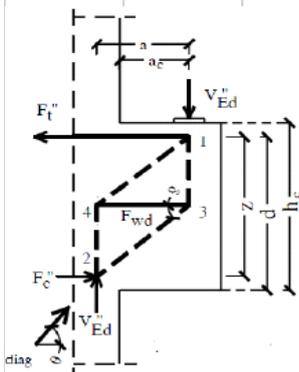
azione esterna applicata	$F_{ed} = F_{c5}$	5649.747989	[Kn]
forza orizzontale trasmessa	H_{ed}	245.3608156	
braccio della forza di trazione	z	1532	[mm]
larghezza risultante di riferimento	a_5	178.650794	[mm]
braccio della forza di compressione	a	139.325397	[mm]
trazione nelle barre che si verifica	$F_t = F_{c4}$	599.4917871	[Kn]
armatura superiore	A_s	1532.034567	[mm ²]
diametro del ferro longitudinale	Φ	16	[mm]
passo armature	p	20	[cm]
numero di strati di barre	n_{st}	1	
numeri ferri predisposti in b	n	10	
areare ferri resistenti	A_{res}	2009.6	[mm ²]
coef. di sicurezza	Trd/F_{c4}	1.31171975	

verifica nodo 1 CCC

lunghezza di applicazione delle s4	a_4	766	[mm]
tensione di compressione 4	s_4	0.391313177	[Mpa] Oke

Calcolo armatura secondaria orizzontale

modello 2



angolo di inclinazione	Ψ	83.93996716	[gradi]
coefficiente di ripartizione	c	13.64016956	[%]
braccio della forza di trazione	z	1532	[mm]
braccio della forza di compressione	a	139.325397	[mm]
trazione nelle barre secondarie	F_{wd}	1012.88712	[Kn]
armatura secondaria	A_s	2588.489307	[mm ²]
armatura minima 0.25As	A_{min}	502.4	
diametro ferri secondari	Φ	16	[mm]
passo armature direzione b	s	20	[cm]
numero di strati di barre	n_{st}	1	
numeri ferri predisposti in b	n	10	
areare ferri resistenti	A_{res}	2009.6	[mm ²]
coef. di sicurezza	Trd/F_{c4}	1.31171975	

verifica nodo 2 CCT

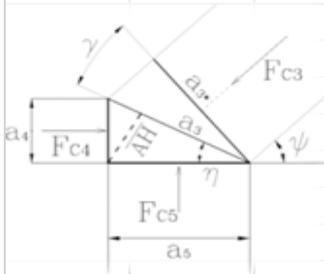
(sotto la piastra)

area piastra di contatto	A_{ap}	640000	[mm ²]
tensione di compr. sotto la piastra	sc_1	8.827731233	[Mpa] Oke

9.2 Verifica dei nodi

Nodo CCC

		biella di copressione verticale	Fc1	5649.747989	[Kn]		
		biella comprella orizzontale	Fc2	599.4917871	[Kn]		
		biella compresaa inclinata	Fc3	5681.523241	[Kn]		
		lunghezza di applicazione delle s5	a5	178.650794	[mm]		
		tensione di compressione 5	s5	15.81226667	[Mpa]	Ok	
		per completezza possiamo comunque determinare le altre tensioni					
		lunghezza di applicazione delle s4	a4	766	[mm]		
		lunghezza di applicazione puntone 3	a3	786.557122	[mm]		
		lunghezza di applicazione puntone 3	a3*	179.6546761	[mm]		
		difetto di ortogonalità	c	70.85079056	[gradi]		
		tensione di compressione 4	s4	0.391313177	[Mpa]	Ok	
		tensione di compressione 3	s3	3.61164058	[Mpa]	Ok	
		tensione di compressione 3*	s3*	15.81234445	[Mpa]	OK	



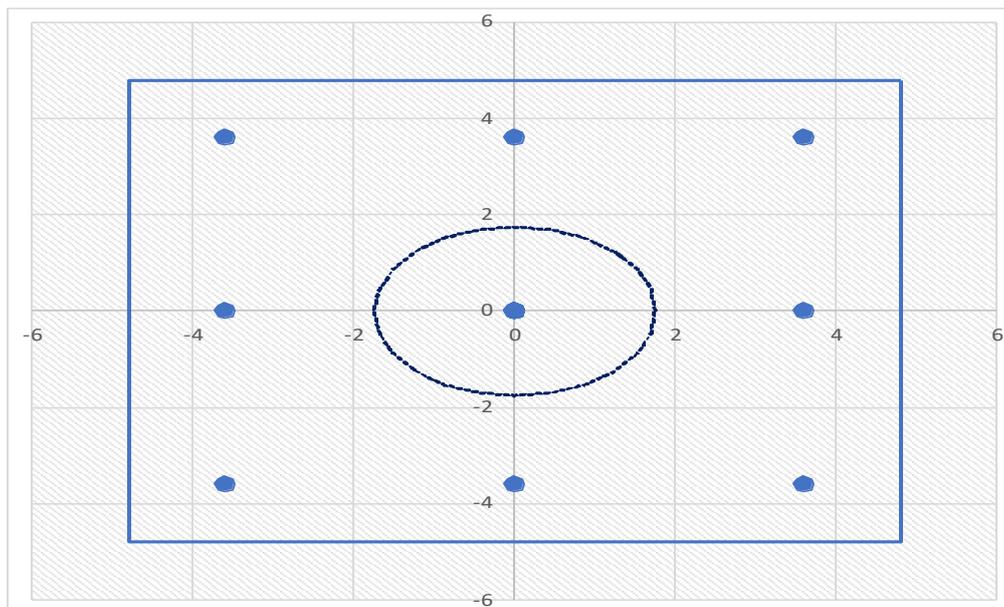
Nodo CCT

		forza di contatto	Fc1	5649.747989	[Kn]	
		biella di calcestruzzo inclinata	Fc3	5681.523241	[Kn]	
		trazione barra	T	599.4917871	[Kn]	
		lunghezza di applicazione contatto	a1	800	[mm]	
		lunghezza di applicazione contatto	b	800	[mm]	
		lunghezza di applicazione puntone	a2	814.3249979	[mm]	
		lunghezza tirante	u	178	[mm]	
		angolo di inclinazione	h	83.93996716	[gradi]	
		tesnione di contatto	$s_{c1} < s_{Rd2,t}$	8.83	\leq	13.44 Ok
		tensione biella di calcestruzzo incl.	$s_{c3} < s_{Rd2,t}$	8.72	\leq	13.44 Ok

10. PLINTO DI FONDAZIONE

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

numero di pali	n.	9		
diametro pali	D	1.2	m	
interasse pali	i	3.6	m	
altezza plinto di fondazione	h	3	m	
Check verifica				
sbalzo direzione trasversale	at	1.85	m	
sbalzo direzione longitudinale	al	1.85	m	
direzione trasversale	a/h	0.616667	<i>Plinto basso</i>	
direzione longitudinale	a/h	0.616667	<i>Plinto basso</i>	



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

Scarichi $q=1.5/1.1$ se plinto snello					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	0	3.6	4762.0	3192.1	4617.9
2	0	-3.6	3039.3	1522.6	96.8
3	3.6	3.6	5425.2	5849.5	5476.6
4	3.6	-3.6	3702.6	4180.0	955.5
5	-3.6	-3.6	2376.1	-1134.8	-761.9
6	-3.6	3.6	4098.7	534.7	3759.2
7	3.6	0	4563.9	5014.7	3216.1
8	-3.6	0	3237.4	-300.0	1498.7
9	0	0	3900.7	2357.4	2357.4
	0	0	3900.7	2357.4	2357.4
	0	0	3900.7	2357.4	2357.4
	0	0	3900.7	2357.4	2357.4
	taglio combinato in		167.3581	473.5116	510.619
Scarichi $q=1$ se plinto tozzo e verifica a taglio					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	0	3.6	3309.6	3192.1	4617.9
2	0	-3.6	1640.1	1522.6	96.8
3	3.6	3.6	4168.3	5849.5	5476.6
4	3.6	-3.6	2498.8	4180.0	955.5
5	-3.6	-3.6	781.4	-1134.8	-761.9
6	-3.6	3.6	2450.9	534.7	3759.2
7	3.6	0	3333.5	5014.7	3216.1
8	-3.6	0	1616.1	-300.0	1498.7
9	0	0	2474.8	2357.4	2357.4
	0	0	2474.8	2357.4	2357.4
	0	0	2474.8	2357.4	2357.4
	0	0	2474.8	2357.4	2357.4
	taglio combinato in		261.5486	473.5116	510.619

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

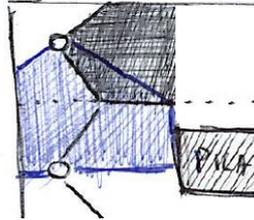


Figura 13 - mensola di riferimento

10.1 Dimensionamento armature

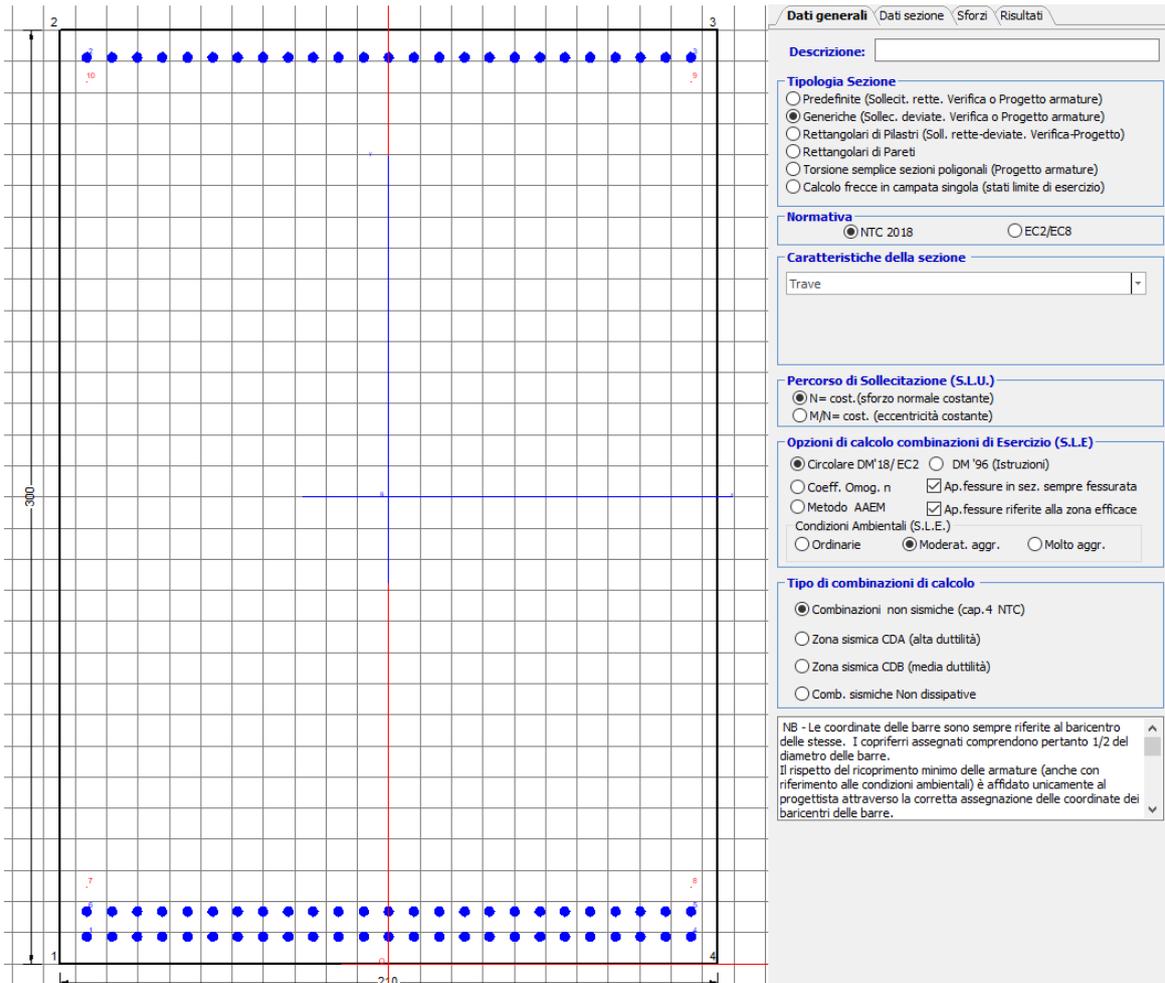
<i>posizione del palo più sollecitato</i>				
coordinata in direzione trasversale		X	3.6	m
coordinata in direzione longitudinale		Y	3.6	m
angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse		α	45	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone		L	5.09117	m
altezza della fondazione		h	3	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone		ϑ	30.509	gradi
reazione in testa palo più sollecitato		Rmax	5425.21	KN
forza di trazione risultante		T	9206.89	KN
proiezione forza di trazione in trasversale		Tt	6510.26	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale		Tl	6510.26	KN
lunghezza collaborante				media 45°

<i>dimensionamento armature</i>					
area dell'armatura inferiore richiesta in tras			At	16561.8	mm ²
diametro armatura			Φ	30	mm
passo armatura trasversale			p	10	cm
numero di strati			ns	2	
lunghezza di collaborazione			L	2.06288	m
numero di ferri per strato			n	21	
area complessiva sulla lunghezza collaborante			Ares	29688.1	mm ²
			coef. Sicu	0.55786	
area dell'armatura inferiore richiesta in long			Al	16561.8	mm ²
diametro armatura			Φ	30	
passo armatura longitudinale			p	10	cm
numero di strati			ns	2	
lunghezza di collaborazione			L	2.1	m
numero di ferri per strato			n	21	
area complessiva sulla lunghezza collaborante			Ares	29688.1	mm ²
			coef. Sicu	0.55786	
tasso di lavoro armatura allo SLU			σ _t	218.291	MPa
tasso di lavoro armatura allo SLU			σ _l	218.291	MPa

10.2 Verifica a prsso-flessione

10.2.1 Direzione trasversale

Armatura disposta lungo la direzione trasversale all'asse del ponte



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: fondazione X 210x300

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020

Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50	daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm

ACCIAIO -

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

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-105.0	0.0
2	-105.0	300.0
3	105.0	300.0
4	105.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

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

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

2	6	5	23	30
3	1	4	23	30

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	11241.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	10969.00	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	8930.00	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	7800.00 (11009.93)	0.00 (0.00)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	4629.00 (11009.93)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm

Interferro netto minimo barre longitudinali:

5.0 cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm ²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	11241.00	0.00	0.00	38306.40	0.00	3.41	353.4(90.5)
2	S	0.00	10969.00	0.00	0.00	38306.40	0.00	3.49	353.4(90.5)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.099	-105.0	300.0	0.00244	-96.3	291.3	-0.03199	-96.3	8.7
2	0.00350	0.099	-105.0	300.0	0.00244	-96.3	291.3	-0.03199	-96.3	8.7

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000121830	-0.033048913	0.099	0.700
2	0.000000000	0.000121830	-0.033048913	0.099	0.700

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.90	105.0	300.0	-98.4	-24.1	8.7	6720	353.4

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm} Esito della verifica
e1	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00051	0	0.925	30.0	72	0.00030 (0.00030)	424	0.126 (990.00)	11009.93	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.53	105.0	300.0	-86.0	-8.0	8.7	6720	353.4

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00045	0	0.925	30.0	72	0.00026 (0.00026)	424	0.109 (0.20)	11009.93	0.00

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

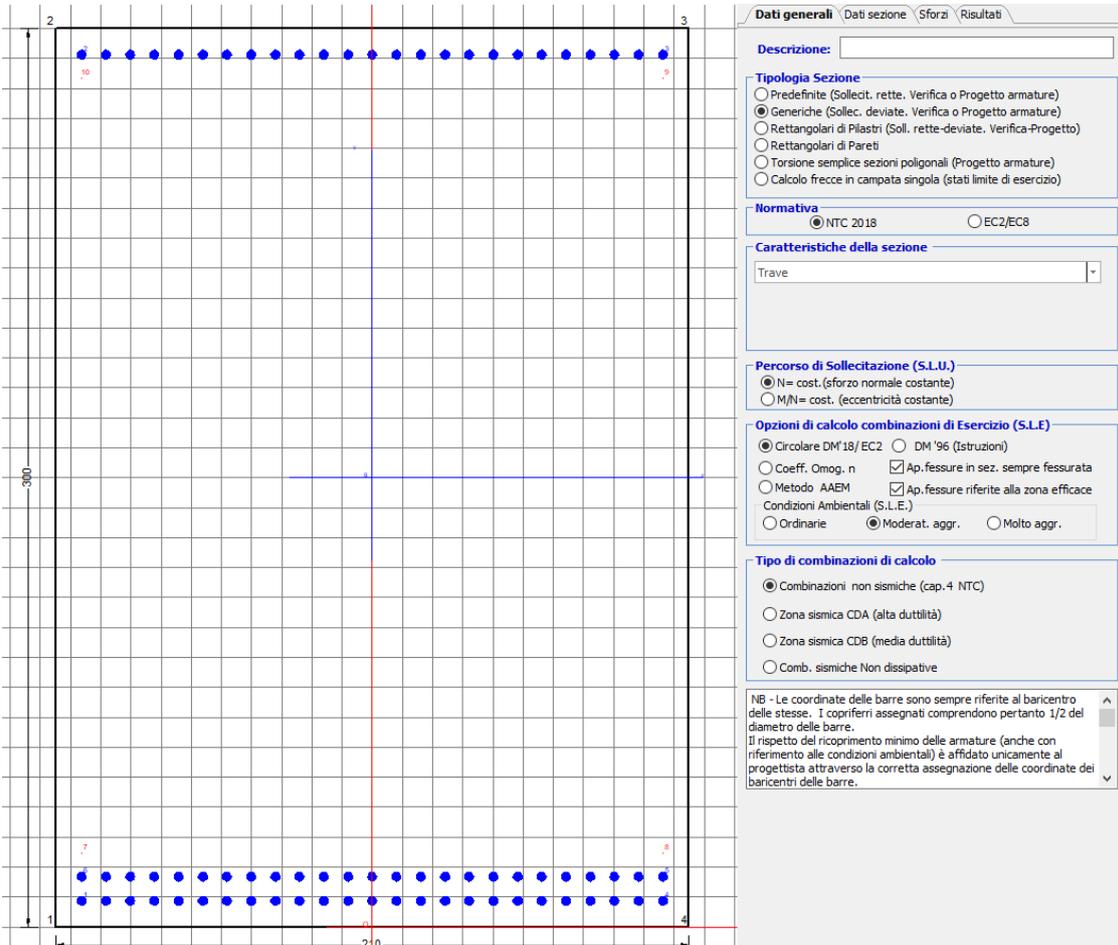
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.50	105.0	300.0	-51.0	-56.2	8.7	6720	353.4

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00027	0	0.925	30.0	72	0.00015 (0.00015)	424	0.065 (0.20)	11009.93	0.00

10.2.2 Direzione longitudinale

Armatura disposta lungo la direzione longitudinale all'asse del ponte



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: fondazione Y 210x300

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	

Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50	daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm

ACCIAIO -

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

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-105.0	0.0
2	-105.0	300.0
3	105.0	300.0
4	105.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

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

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	11241.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	10969.00	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	8930.00	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	7800.00 (11009.93)	0.00 (0.00)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	4629.00 (11009.93)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm

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

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

N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm ²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	11241.00	0.00	0.00	38306.40	0.00	3.41	353.4(90.5)
2	S	0.00	10969.00	0.00	0.00	38306.40	0.00	3.49	353.4(90.5)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.099	-105.0	300.0	0.00244	-96.3	291.3	-0.03199	-96.3	8.7
2	0.00350	0.099	-105.0	300.0	0.00244	-96.3	291.3	-0.03199	-96.3	8.7

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000121830	-0.033048913	0.099	0.700
2	0.000000000	0.000121830	-0.033048913	0.099	0.700

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.90	105.0	300.0	-98.4	-24.1	8.7	6720	353.4

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a 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	-0.00051	0	0.925	30.0	72	0.00030 (0.00030)	424	0.126 (990.00)	11009.93	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.53	105.0	300.0	-86.0	-8.0	8.7	6720	353.4

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00045	0	0.925	30.0	72	0.00026 (0.00026)	424	0.109 (0.20)	11009.93	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.50	105.0	300.0	-51.0	-56.2	8.7	6720	353.4

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00027	0	0.925	30.0	72	0.00015 (0.00015)	424	0.065 (0.20)	11009.93	0.00

10.3 Verifica a punzonamento

perimetro del palo		uo	3.76991	m
diffusione dello sforzo		secondo	NS 3483E	
angolo d'inclinazione superficie		ϑ	45	gradi
perimetro zona critica		u1	20.169	m
altezza della sezione utile		d	2.61	m
raggio interno		r	0.6	m
raggio esterno		R	3.21	m
ipotenusa triangolo interno del cono		a	3.6911	m
angolo massimo di sviluppo		$\alpha 1$	25	gradi
angolo minimo di sviluppo		$\alpha 2$	-115	gradi
sviluppo della superficie resistente		α	1.22173	rad
superficie totale del tronco cono		S1	17.1813	m ²
coefficiente carico		β	1.4	
resistenza caratteristica del calcestruzzo		fck	25	MPa
resistenza di calcolo del calcestruzzo		fcd	14.1667	MPa
valore di progetto del taglio		Ved	5400.54	kN
valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo				
tensione di progetto di verifica su perimetro uo		ved	0.76841	MPa
resistenza associata		vRd,max	5	MPa
			0.15368	
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	0.00551	
percentuale geometrica armatura fless. long		qlz	0.00542	
percentuale meccanica complessiva		ql	0.00773	
coefficiente		k1	0.1	
tensione di progetto di verifica su perimetro u1		ved	0.44006	MPa
		vRd,c	0.59964	MPa
			0.73387	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P16</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1105001	REV. B

11. PALI DI FONDAZIONE

11.1 Ridistribuzione sollecitazioni testa palo

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

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

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

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

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

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

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

11.2 Verifica strutturale

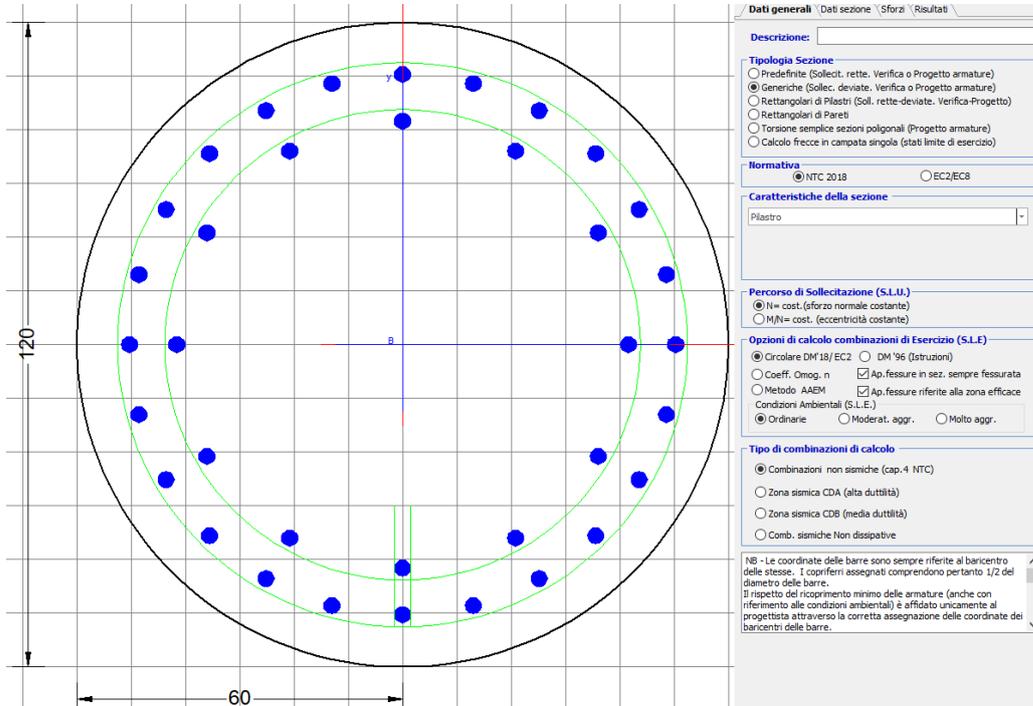
A seconda della verifica di riferimento le sollecitazioni identificate sono riferite ad un fattore di comportamento differente, ottenendo per cui le seguenti ridistribuzioni in testa palo:

Sollecitazioni nel baricentro della fondazione per analisi di presso-flessione

TABELLA PER FLESSIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	35106	1678	1070	18604	13793	
E_103x_SLV_q=1.36_63	21377	4496	1610	34854	15021	
E_103y_SLV_q=1.36_64	21377	2047	4340	13609	46049	
E_103x_SLV_q=1.36_63	21377	4496	1610	34854	15021	
E_103y_SLV_q=1.36_64	21377	2047	4340	13609	46049	

Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	0	3.6	4761.96	3988.77	3005.23
2	0	-3.6	3039.34	761.565	1745.1
3	3.6	3.6	5400.54	4684.2	5137.13
4	3.6	-3.6	3677.92	1456.99	3877
5	-3.6	-3.6	2400.77	66.136	-386.8
6	-3.6	3.6	4123.38	3293.34	873.337
7	3.6	0	4539.23	3070.6	4507.06
8	-3.6	0	3262.07	1679.74	243.27
9	0	0	3900.65	2375.17	2375.17
taglio equivalente			221.138	530.593	533.207
alfa derivante dall'analisi geotecnica				α	2.77
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	5401	186	119	559	357
combo2	4684	500	179	1499	537
combo3	5137	227	482	682	1447
combo4	-387	227	482	682	1447



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 $\beta_1^*\beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1^*\beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: 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
Ø	Diametro [mm] della singola barra generata

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

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	5400.54	516.59	329.18	0.00	0.00
2	1819.00	257.73	302.07	0.00	0.00
3	5400.54	516.59	329.18	0.00	0.00
4	5379.15	414.25	461.89	0.00	0.00
5	5400.54	516.59	329.18	0.00	0.00
6	5379.15	414.25	461.89	0.00	0.00
7	5137.13	630.09	1335.84	0.00	0.00
8	-386.80	630.09	1335.84	0.00	0.00
9	4684.20	1383.69	495.52	0.00	0.00
10	5137.13	630.09	1335.84	0.00	0.00
11	4684.20	1383.69	495.52	0.00	0.00
12	5137.13	630.09	1335.84	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	3809.63	356.24	206.91
2	1391.75	285.65	291.27
3	3809.63	356.24	206.91
4	3795.62	285.65	299.76
5	3809.63	356.24	206.91
6	3795.62	285.65	299.76
7	4273.85	360.29	859.18
8	376.26	360.29	859.18
9	3820.12	843.71	320.18
10	4110.67	360.29	859.18
11	3820.12	1021.34	320.18
12	4110.67	360.29	859.18

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	3795.62	285.65 (0.00)	299.76 (0.00)
2	1391.75	285.65 (951.92)	291.27 (970.65)
3	3795.62	285.65 (0.00)	299.76 (0.00)
4	3795.62	285.65 (0.00)	299.76 (0.00)
5	3795.62	285.65 (0.00)	299.76 (0.00)
6	3795.62	285.65 (0.00)	299.76 (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	2453.36	0.25 (0.00)	43.33 (0.00)
2	2160.66	0.25 (0.00)	43.33 (0.00)
3	2453.36	0.25 (0.00)	43.33 (0.00)
4	2453.36	0.25 (0.00)	43.33 (0.00)
5	2453.36	0.25 (0.00)	43.33 (0.00)
6	2453.36	0.25 (0.00)	43.33 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.7 cm

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	5400.54	516.59	329.18	5400.24	3869.25	2462.99	7.49	254.5(33.9)
2	S	1819.00	257.73	302.07	1818.86	2743.61	3196.49	10.61	254.5(33.9)
3	S	5400.54	516.59	329.18	5400.24	3869.25	2462.99	7.49	254.5(33.9)
4	S	5379.15	414.25	461.89	5379.36	3063.23	3416.03	7.40	254.5(33.9)
5	S	5400.54	516.59	329.18	5400.24	3869.25	2462.99	7.49	254.5(33.9)
6	S	5379.15	414.25	461.89	5379.36	3063.23	3416.03	7.40	254.5(33.9)
7	S	5137.13	630.09	1335.84	5137.04	1949.34	4139.36	3.10	254.5(33.9)
8	S	-386.80	630.09	1335.84	-387.06	1610.76	3376.81	2.53	254.5(33.9)
9	S	4684.20	1383.69	495.52	4684.31	4282.51	1530.39	3.09	254.5(33.9)
10	S	5137.13	630.09	1335.84	5137.04	1949.34	4139.36	3.10	254.5(33.9)
11	S	4684.20	1383.69	495.52	4684.31	4282.51	1530.39	3.09	254.5(33.9)
12	S	5137.13	630.09	1335.84	5137.04	1949.34	4139.36	3.10	254.5(33.9)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	32.2	0.3	0.00291	25.2	43.6	-0.00322	-25.2	-43.6
2	0.00350	45.6	0.3	0.00273	35.6	35.6	-0.00513	-35.6	-35.6
3	0.00350	32.2	0.3	0.00291	25.2	43.6	-0.00322	-25.2	-43.6
4	0.00350	44.7	0.3	0.00291	35.6	35.6	-0.00321	-35.6	-35.6
5	0.00350	32.2	0.3	0.00291	25.2	43.6	-0.00322	-25.2	-43.6
6	0.00350	44.7	0.3	0.00291	35.6	35.6	-0.00321	-35.6	-35.6
7	0.00350	54.3	23.2	0.00289	43.6	25.2	-0.00331	-43.6	-25.2
8	0.00350	54.3	23.2	0.00256	43.6	25.2	-0.00696	-43.6	-25.2
9	0.00350	20.2	56.1	0.00287	13.0	48.6	-0.00351	-13.0	-48.6
10	0.00350	54.3	23.2	0.00289	43.6	25.2	-0.00331	-43.6	-25.2
11	0.00350	20.2	57.3	0.00287	13.0	48.6	-0.00351	-13.0	-48.6
12	0.00350	54.3	23.2	0.00289	43.6	25.2	-0.00331	-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	0.000032738	0.000051376	-0.000155202	----	----

2	0.000059605	0.000050856	-0.001201129	----	----
3	0.000032738	0.000051376	-0.000155202	----	----
4	0.000045313	0.000040639	-0.000152015	----	----
5	0.000032738	0.000051376	-0.000155202	----	----
6	0.000045313	0.000040639	-0.000152015	----	----
7	0.000055946	0.000026389	-0.000211417	----	----
8	0.000085894	0.000040515	-0.002198194	----	----
9	0.000021452	0.000059903	-0.000317723	----	----
10	0.000055946	0.000026389	-0.000211417	----	----
11	0.000021452	0.000059903	-0.000317723	----	----
12	0.000055946	0.000026389	-0.000211417	----	----

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	4.22	30.1	0.0	16.3	-25.2	-43.6	----	----
2	S	2.75	42.8	0.0	-11.2	-35.6	-35.6	409	7.1
3	S	4.22	30.1	0.0	16.3	-25.2	-43.6	----	----
4	S	4.22	43.4	0.0	16.1	-35.6	-35.6	----	----
5	S	4.22	30.1	0.0	16.3	-25.2	-43.6	----	----
6	S	4.22	43.4	0.0	16.1	-35.6	-35.6	----	----
7	S	6.76	55.3	0.0	-7.5	-43.6	-25.2	477	14.1
8	S	5.77	55.3	0.0	-116.1	-43.6	-25.2	1645	56.5
9	S	6.38	21.3	0.0	-11.9	-13.0	-48.6	506	14.1
10	S	6.67	55.3	0.0	-9.7	-43.6	-25.2	444	14.1
11	S	7.26	17.9	0.0	-26.0	-13.0	-48.6	376	7.1
12	S	6.67	55.3	0.0	-9.7	-43.6	-25.2	444	14.1

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
2	S	-0.00008	0	0.834	30.0	82	0.00003 (0.00003)	771	0.026 (990.00)	951.92	970.65
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	-0.00009	0	0.694	30.0	82	0.00002 (0.00002)	517	0.012 (990.00)	895.38	2135.20
8	S	-0.00067	0	0.833	30.0	82	0.00035 (0.00035)	526	0.183 (990.00)	255.73	609.83
9	S	-0.00011	0	0.742	30.0	82	0.00004 (0.00004)	550	0.020 (990.00)	1786.45	677.94
10	S	-0.00010	0	0.742	30.0	82	0.00003 (0.00003)	516	0.015 (990.00)	810.50	1932.79
11	S	-0.00019	0	0.834	30.0	82	0.00008 (0.00008)	732	0.057 (990.00)	1373.24	430.50
12	S	-0.00010	0	0.742	30.0	82	0.00003 (0.00003)	516	0.015 (990.00)	810.50	1932.79

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	4.22	43.4	0.0	16.1	-35.6	-35.6	---	---
2	S	2.75	42.8	0.0	-11.2	-35.6	-35.6	409	7.1
3	S	4.22	43.4	0.0	16.1	-35.6	-35.6	---	---
4	S	4.22	43.4	0.0	16.1	-35.6	-35.6	---	---
5	S	4.22	43.4	0.0	16.1	-35.6	-35.6	---	---
6	S	4.22	43.4	0.0	16.1	-35.6	-35.6	---	---

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	-0.00008	0	0.834	30.0	82	0.00003 (0.00003)	771	0.026 (0.20)	951.92	970.65
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.80	60.0	0.0	22.1	-50.3	0.0	---	---
2	S	1.61	60.0	0.0	19.2	-50.3	0.0	---	---
3	S	1.80	60.0	0.0	22.1	-50.3	0.0	---	---
4	S	1.80	60.0	0.0	22.1	-50.3	0.0	---	---
5	S	1.80	60.0	0.0	22.1	-50.3	0.0	---	---
6	S	1.80	60.0	0.0	22.1	-50.3	0.0	---	---

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

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

11.3 Verifica a taglio

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

TABELLA PER TAGLIO						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	35106	1678	1070	18604	13793	
E_103x_SLV_q=1_66	21377	5773	2037	45935	19876	
E_103y_SLV_q=1_67	21377	2430	5763	16934	62231	
E_103x_SLV_q=1_66	21377	5773	2037	45935	19876	
E_103y_SLV_q=1_67	21377	2430	5763	16934	62231	

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	T _x	5773	2430
sollecitazione massima direzione y	T _y	2037	5763
vettore complessivo, singolo palo	T	680	695

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}	695	kN
	V _{ed} /V _{rd}	0.71	

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI11 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 885 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P16</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1105001	REV. B

12. INCIDENZE

Baggioli/Ritegni	350 kg/mc
Pulvino	180 kg/mc
Fusto Pila	90 kg/mc
Plinto di fondazione	170 kg/mc
Pali di fondazione	primo tratto 195 kg/mc