

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 3)

VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario - sviluppo complessivo 650m

Relazione di calcolo Pile - P4

SCALA:

-

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

RS3T 30 D 09 CL VI1505 005 B

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

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

File: RS3T30D09CLVI1505005B

n. Elab.: 09_371_4

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	REV. B

INDICE

1.	PREMESSA	3
1.1	Descrizione dell'opera.....	3
2.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	8
3.	MATERIALI	8
3.1	Verifiche SLE.....	9
3.1.1	<i>Verifiche tensionali</i>	9
3.1.2	<i>Verifiche a fessurazione</i>	10
4.	DATI DI BASE	11
4.1	Geometrie di base.....	11
4.2	Modelli di analisi e verifica	13
4.3	Condizioni elementari e combinazioni di carico.....	13
4.4	Sistemi di riferimento ed unità di misura	18
5.	ANALISI DEI CARICHI	19
5.1	Peso proprio elementi strutturali.....	19
5.2	Carichi strutturali trasmessi dall'impalcato.....	20
5.3	Carichi da traffico verticali	20
5.4	Effetti dinamici	22
5.5	Disposizione treni di carico.....	22
5.6	Carichi da traffico orizzontali	26
5.6.1	<i>Forza centrifuga</i>	26
5.6.2	<i>Serpeggio</i>	28
5.6.3	<i>Frenatura ed avviamento</i>	29
5.6.4	<i>Forza d'attrito</i>	30
5.6.5	<i>Azione del Vento</i>	30
5.7	Azione Sismica	33
5.7.1	<i>Inquadramento Sismico</i>	34
5.7.2	<i>Definizione della domanda sismica</i>	35
5.7.3	<i>Calcolo dell'azione Sismica</i>	40
5.7.4	<i>Check analisi statica</i>	41
5.7.5	<i>Analisi statica equivalente</i>	42
5.7.6	<i>Analisi dinamica modale</i>	43
5.8	Azione Idrostatica.....	44
6.	SOLLECITAZIONI	47
6.1	Combinazioni di carico	47
6.1.1	<i>Configurazione 1</i>	47

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	REV. B

6.1.2	Configurazione 2	53
6.1.3	Configurazione 3	59
6.2	Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni	65
6.2.1	Stati limiti di esercizio	65
6.2.2	Stati limiti ultimi	71
7.	VERIFICHE STRUTTURALI.....	74
8.	FUSTO PILA	74
8.1	Modellazione	76
8.2	Verifica a presso flessione	76
8.3	Verifica a taglio	85
8.4	Verifica minimi di armatura	86
8.5	Verifica spostamenti.....	88
9.	PLINTO DI FONDAZIONE.....	91
9.1	Dimensionamento armature	93
9.2	Verifica a presso-flessione.....	95
9.2.1	Direzione trasversale.....	95
9.2.2	Direzione longitudinale.....	100
9.3	Verifica a punzonamento	105
10.	PALI DI FONDAZIONE.....	106
10.1	Ridistribuzione sollecitazioni testa palo	106
10.2	Verifica strutturale	106
10.3	Verifica a taglio	114
11.	INCIDENZE	115

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	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 VI15 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 4 che rappresenta la tipologica per tutte le pile di altezza minore o uguale a 22.30m, e variazione di luce 40-60m.

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

1.1 Descrizione dell'opera

Il viadotto VI15 attraversa un corso d'acqua maggiore e corre parallelamente alla linea torica. Il viadotto è a doppio binario, ha uno sviluppo complessivo di 650m, ed è costituito da 16 campate isostatiche di luce 25m, 40m, 50m e 60m (asse pila-asse pila/ asse pila-asse giunto spalla). Le campate da 25 m sono realizzate con un impalcato in cap a due travi mentre, gli impalcati di luce maggiore con una sezione mista a due travi.

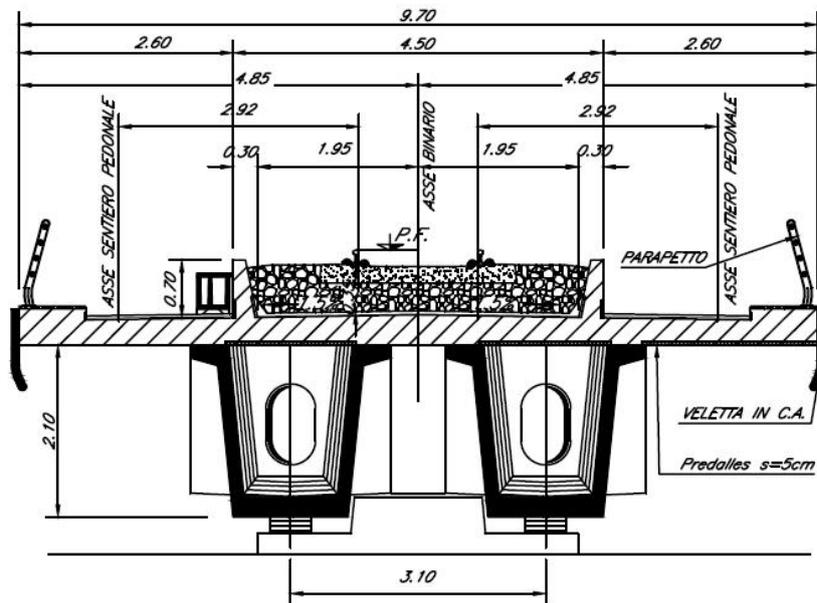
Le pile sono realizzate in c.a. gettato in opera, sono di forma circolare di dimensioni pari a 4.5m. Il pulvino ha una altezza pari a 3.30m. Su esso disposti gli apparecchi di appoggio dell'impalcato secondo lo schema sotto riportato

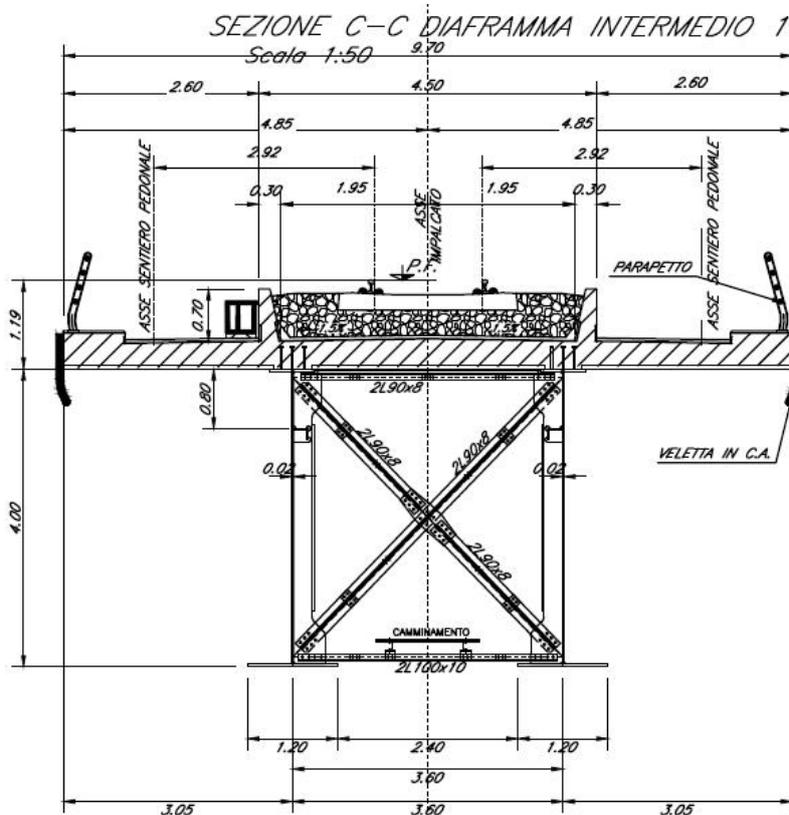
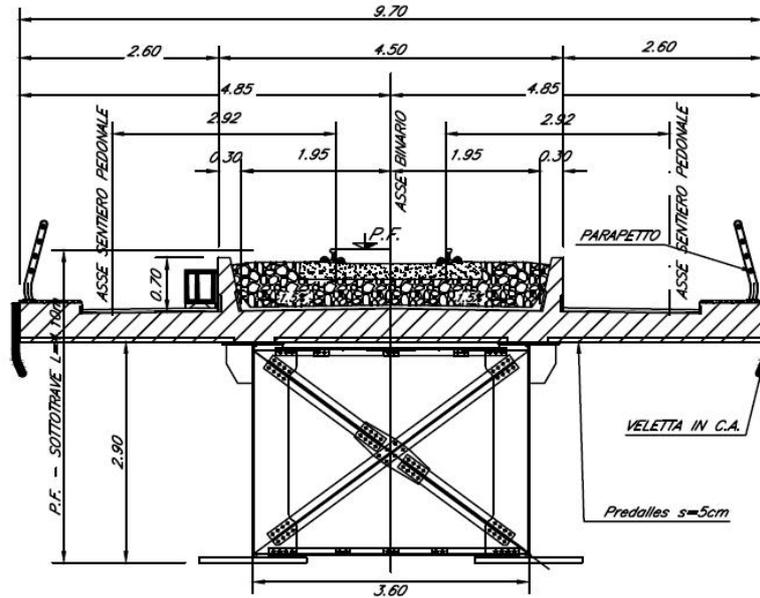
Il plinto presenta uno spessore di 3metri e una pianta rettangolare di 16.5x12, mentre le fondazioni previste sono su pali in c.a. di grande diametro F1500 sia per le pile che per le spalle. Il numero di pali pari a 12 e disposti ad interessa minimi di 4.5m. Si è assunta una distanza dal bordo degli stessi di 1.5 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 impalcata sx e dx





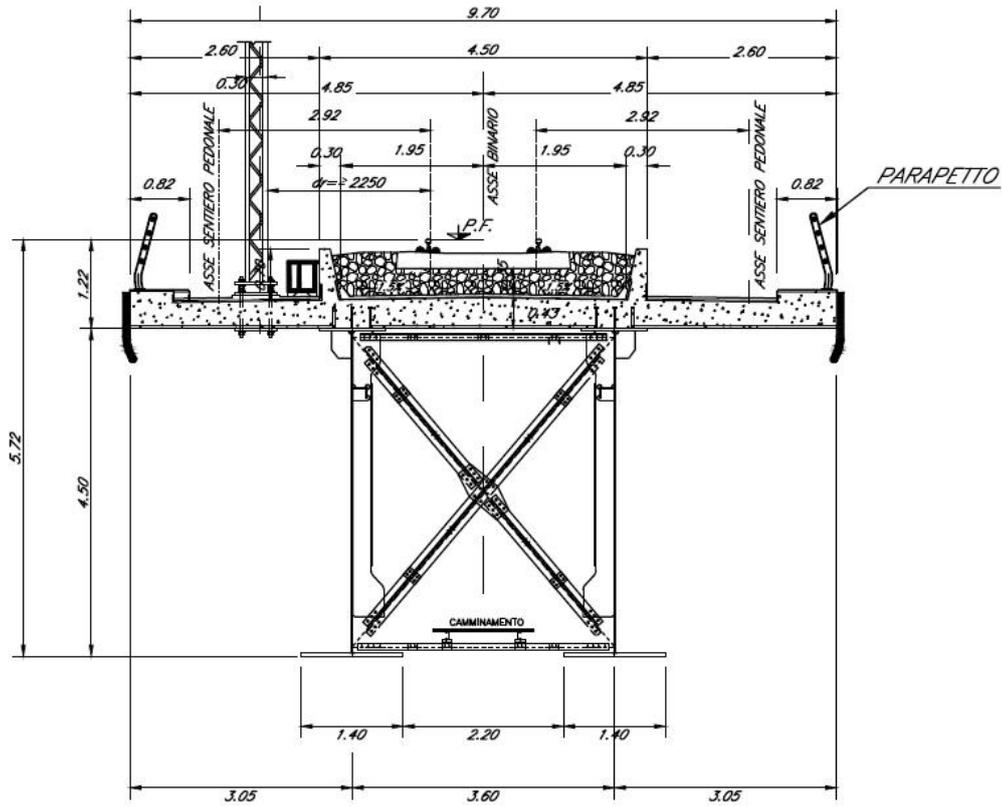


Figura 2: sezione trasversale impalcato

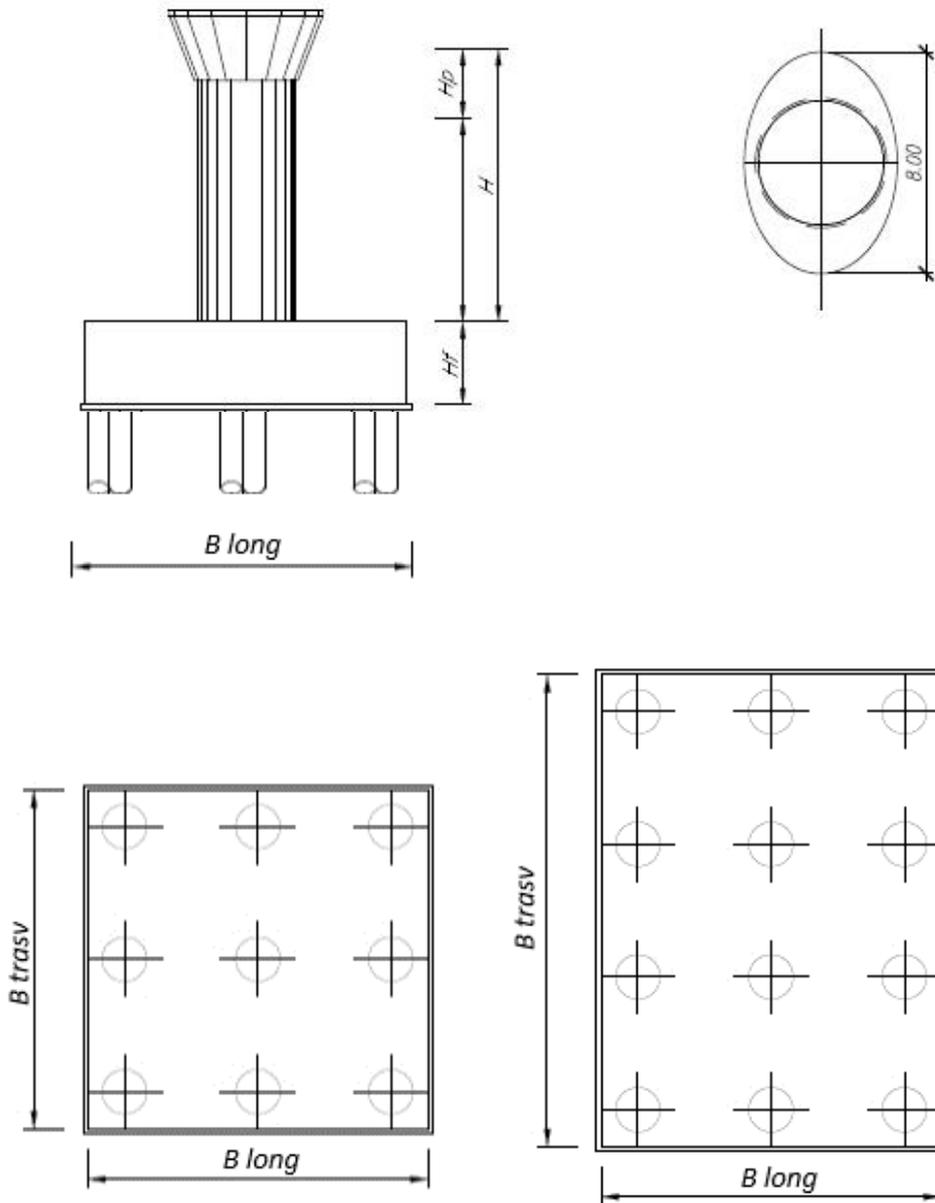


Figura 3: pianta, sezione e prospetti pila

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	REV. B

2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

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

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

3. MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali previsti le sottostrutture sono le seguenti:

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

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

- Calcestruzzo fondazioni armate

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	REV. B

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

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

- Acciaio ordinario per calcestruzzo armato

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

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

3.1 Verifiche SLE

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

3.1.1 Verifiche tensionali

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

tensione massima di compressione del calcestruzzo

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	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:

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

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

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

3.1.2 Verifiche a fessurazione

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

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

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

Tabella 2 - Descrizione delle condizioni ambientali

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

Risultando:

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	REV. B

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

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

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

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

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

4. DATI DI BASE

4.1 Geometrie di base

La pila presenta una sezione circolare piena di dimensioni 4.5m, una altezza complessiva di 22.30m. Il pulvino è costituito da una sezione piena ellissoidale ed altezza variabile in funzione del tipo d’impalcato. Nei calcoli si è incrementato del 10% la massa del pulvino per tener conto di velette, baggioli e ritegni. Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 1500mm collegate in testa da una platea di spessore 3m.

PILA						
altezza pila- estradosso fond/estradosso pulvino			Hp	22.3	m	
tipologia di sezione				circolare		
larghezza trasversale pila			b	0.000	m	
larghezza longitudinale pila			d	0.000	m	
raggio della sezione			R	2.25	m	
area della sezione			A	15.904	m ²	
inerzia sezione direzione trasversale			I11	20.129	m ⁴	
inerzia sezione direzione longitudinale			I22	20.129	m ⁴	
calcestruzzo			fck	32	MPa	
massa pulvino			mp	8071	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	2173	kN	
FONDAZIONE						
asse minore ellisse			a	16.5	m	
asse maggiore ellisse			b	12	m	
altezza della fondazione			h	3	m	
altezza terreno di ricoprimento			ht	1.5	m	
area netta per calcolo ricoprimento			A	182.1	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 VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	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 VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	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:

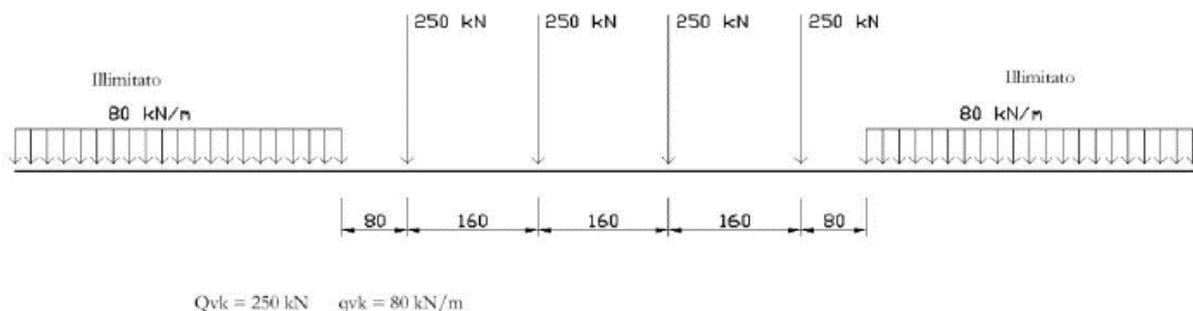
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	5932	1144
scarichi estradosso Pila - G2	6276	1922
scarichi estradosso Fondazione - G1	16195	1144
scarichi estradotto Fondazione - G2	6276	1922
scarichi sui Pali - G1	36235	1144
scarichi sui Pali - G2	6276	1922

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;

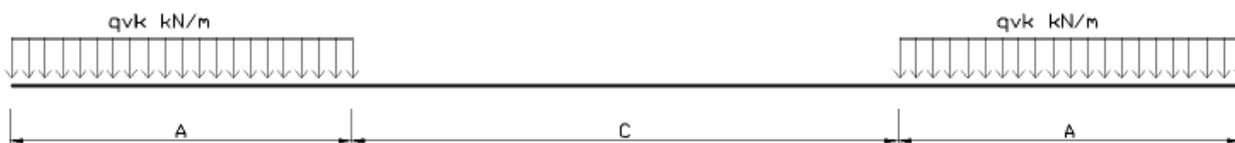
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	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 VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	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	5520	271	552
COMBO ML	3979	4775	398
COMBO MT	5520	271	552

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

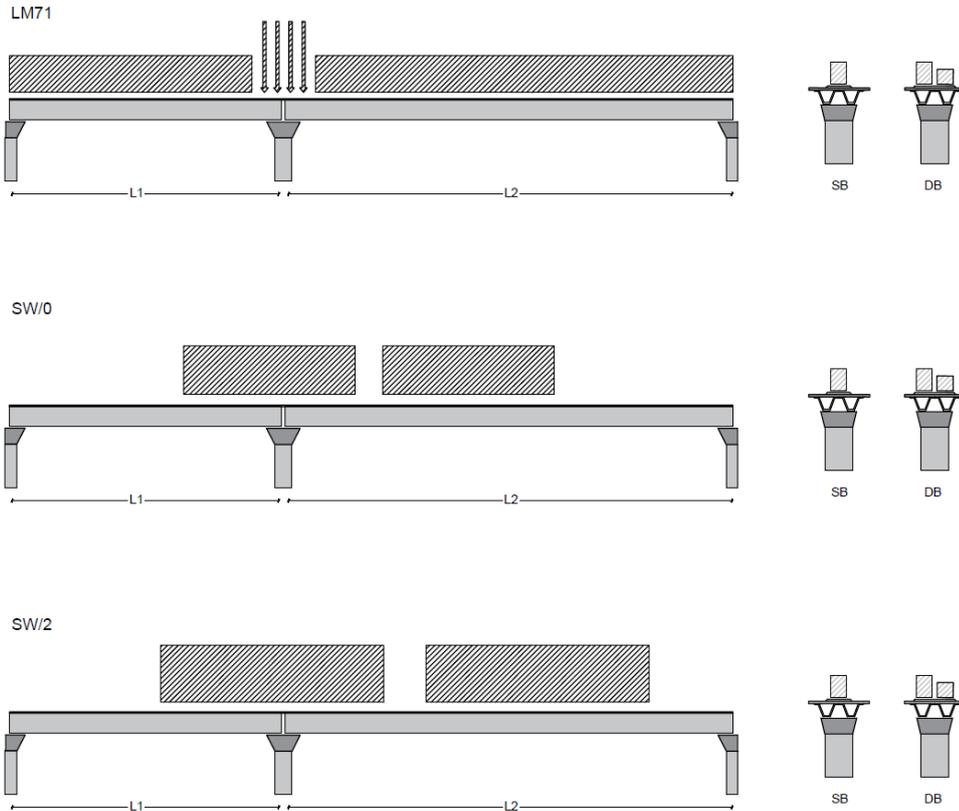


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

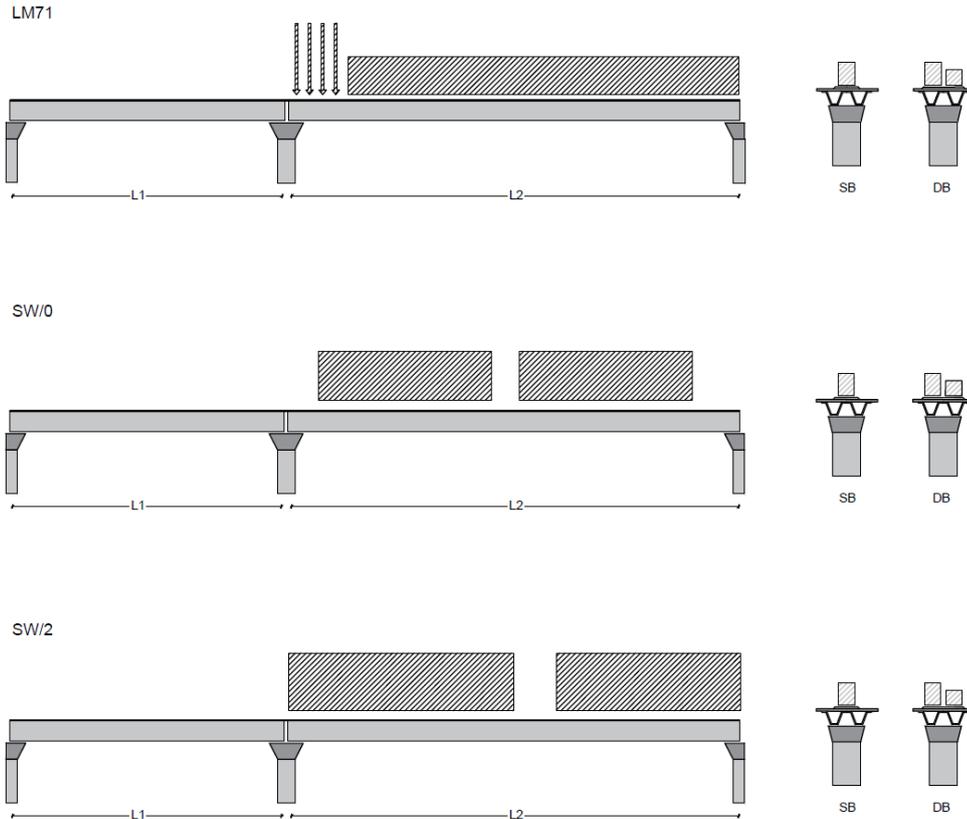


Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

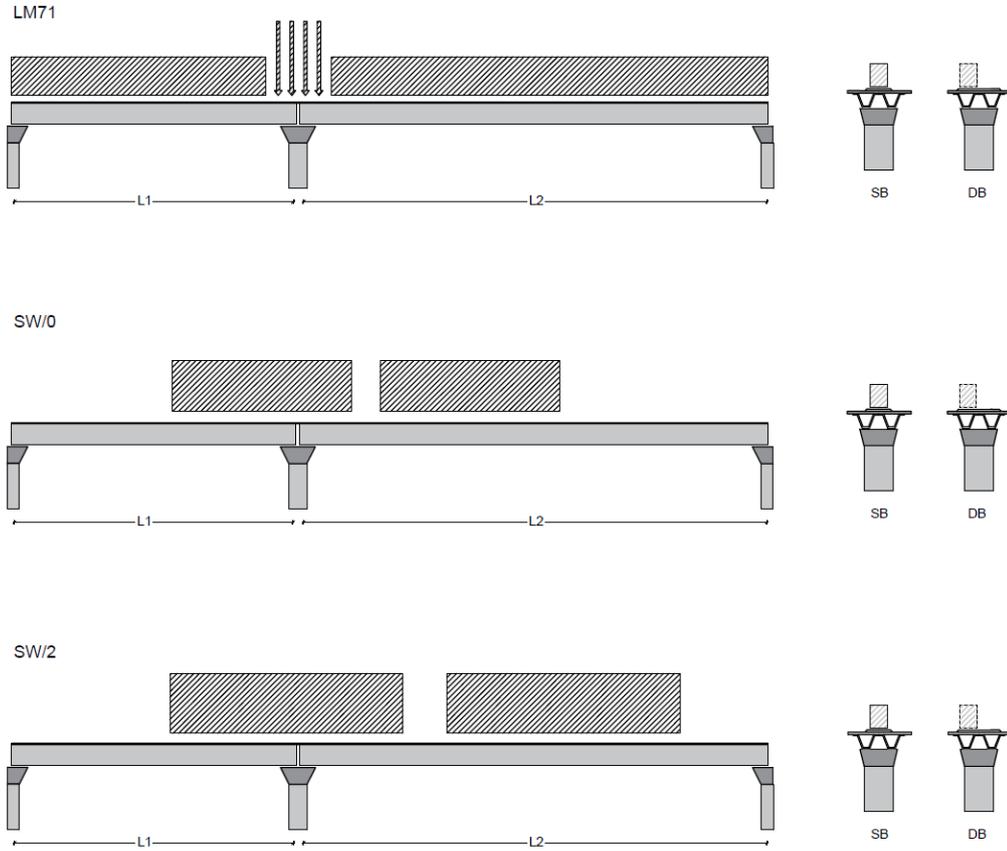


Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	REV. B

5.6 Carichi da traffico orizzontali

5.6.1 Forza centrifuga

raggio di curvatura					R	10000000	m
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	km/h
						SX	
lunghezza di influenza della parte curva del binario					Lf	38	m
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.801794	

LM71 e SW/0

Per i modelli di carico LM71 e SW l'azione centrifuga si dovrà determinare partendo dall'espressione generale ai valori di V, α , e f in base al contenuto della tabella 1.4.3.1-1 seguente.

						SX	
LM71 caso a							
velocità massima					Vmax	120	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	1.00	
coefficiente di adattamento					a	1.10	
valore caratteristico dei carichi verticali					Qvk	300.3	kN x asse
valore caratteristico dei carichi verticali					qvk	96.1	kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga					Qtk	0.0	kN x asse
valore caratteristico della forza centrifuga					qtk	0.0	kN/m
LM71 caso b							
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.80	
coefficiente di adattamento					a	1.0	

	valore caratteristico dei carichi verticali			Qvk	273.0	kN x asse
	valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	87.4	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			Qtk	0.0	kN x asse
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	0.0	kN/m
SW/2						
Per quanto riguarda il modello di carico SW/2 si deve assumere: una velocità V non superiore a 100 km/h, un valore di f pari ad 1 ed il valore di α pari a 1,						
	velocità massima compatibile con il tracciato della linea			Vmax	100	
	fattore di riduzione funzione della Lf e della V			f	1.00	
	coefficiente di adattamento			a	1.00	
	valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	163.82	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	0.00	kN/m

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

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

Riassumendo:

	Qtk sx	qtk sx	Qtk dx	qtk dx	F testa Pila	Mom Tras
	KN	KN/m	KN	KN/m	KN	KN/m
Fcen_SW/2_1	0	0.0012899	0	0.00129	0.064497	0.40999

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	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				3.226804	m
armamento				0.88	m
incremento altezza rotaia + alta				0.1	m
valore caratteristico della Forza			Fsk	100	kN
valore caratteristico Momento Tra			Msk	465.6804	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 VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	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	60	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	60	m	
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	1320	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	50		
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	1750		

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 VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	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	60	m
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti				Vg1	5932	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti				Vg2	6276	kN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili				Vq	8191	kN
coefficiente d'attrito (da assum. In relazione alle cart. App.)				f	0.04	
forza d'attrito trasmessa alla pila				Fa	425.3	kN
momento longitudinale in testa pila				M	191.4	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	282	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	22.3	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	22.75	m
	altezza di riferimento	z	27.23	m
	coefficiente di topografia	ct	1	
	coefficiente di esposizione	ce	3.02	
	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	1620.51	n/m ²
	larghezza impalcato	d	9.7	m
	altezza impalcato+soletta	z3	3.96	m
	armamento	z4	0.88	m
	altezza treno	z5a	4	m
	altezza barriere	z5b	5	m
	altezza di impatto treno o barriere	htot	8.96	m
		d/h	1.08259	
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.10229	
	forza trasversale	fx	30.5	
	forza equivalente in testa pila	Fx	1526.2	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	7524.4	kn/m

ponte scarico						
	altezza di impatto treno o barriere	htot	8.84	m		
	rapporto geometrico	d/h	1.09729			
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.09825			
	forza trasversale	fx	30.1			
	forza equivalente in testa pila	Fx	1202.3	kN		
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	5855.3	kn/m		
VENTO SULLA PILA						
direzione trasversale						
	altezza di riferimento	z	22.3	m		
	coefficiente di topografia	ct	1			
	coefficiente di esposizione	ce	2.88497			
	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	1620.51	n/m ²		
			1.62051	Kpa		
	tipologia di sezione		circolare			
	larghezza trasversale pila	b	0	m		
	larghezza longitudinale pila	d	0	m		
	raggio della sezione	R	2.25	m		
	rapporto geometrico	b/d	0.1			
	rapporto geometrico	r/b	0.1			
	coefficiente di forza trasversale sez. ret.	cf,0	2			
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.75			
	viscosità cinematica dell'aria	ν	1.5E-05	m/s		
	numero di Reynolds	Re	1.3E+07			
	materiale pila		cls ruvido			
	rugosità equivalente	k	1	mm		
	rapporto	k/b	0.00044			

	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.90787	
	rapporto geometrico	l/b	4.95556	
	snellezza effettiva	λ	4.95556	
	rapporto di solidità	ϕ	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.6661	
	forza trasversale	f tras	1.0	
	forza equivalente in testa pila	F tras	21.9	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	13.4	m
direzione longitudinale				
	tipolgoia di sezione		circolare	
	larghezza trasversale pila	b	0	m
	larghezza longitudinale pila	d	0	m
	raggio della sezione	R	2.25	m
	rapporto geometrico	b/d	0.1	
	rapporto geometrico	r/b	0.1	
	coefficiente di forza longitu sez.ret	cf,0	2	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.75	
	coefficiente di forza trasversale sez.circ.	cf,0	0.90787	
	rapporto geometrico	l/b	4.95556	
	snellezza effettiva	λ	4.95556	
	rapporto di solidità	ϕ	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.6661	
	forza longitudinale	f lon	0.97998	
	forza equivalente in testa pila	F lon	21.8535	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	13.38	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 VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	REV. B

5.7.1 Inquadramento Sismico

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

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

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

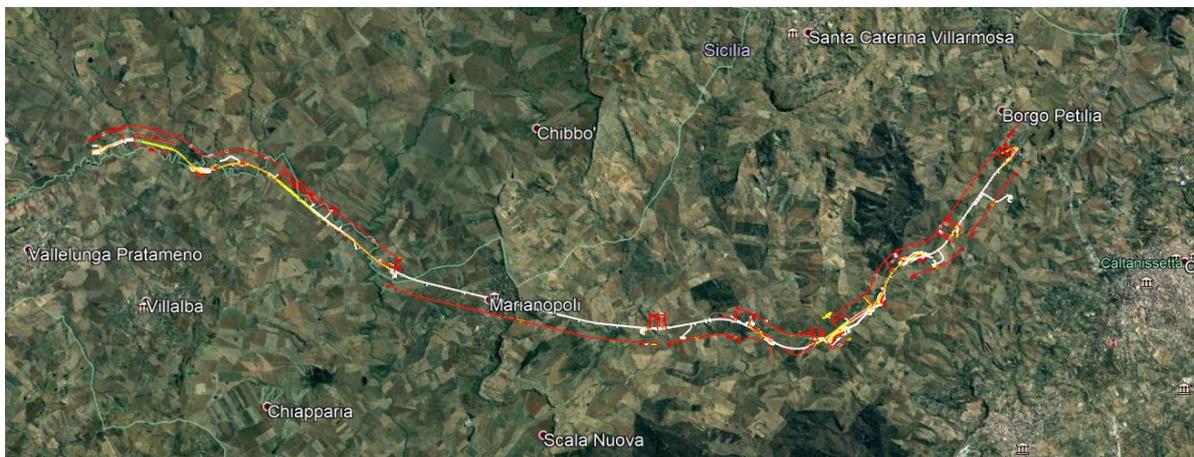


Figura 4 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	REV. B

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

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

5.7.2 Definizione della domanda sismica

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

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE LATITUDINE

13.96265 37.54598

Ricerca per comune

REGIONE PROVINCIA COMUNE

Sicilia Catania Mineo

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

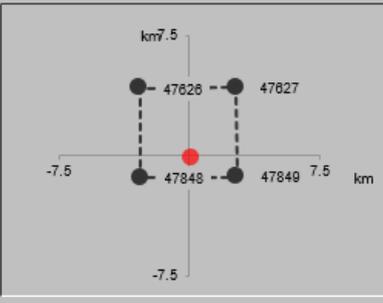
Interpolazione

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".

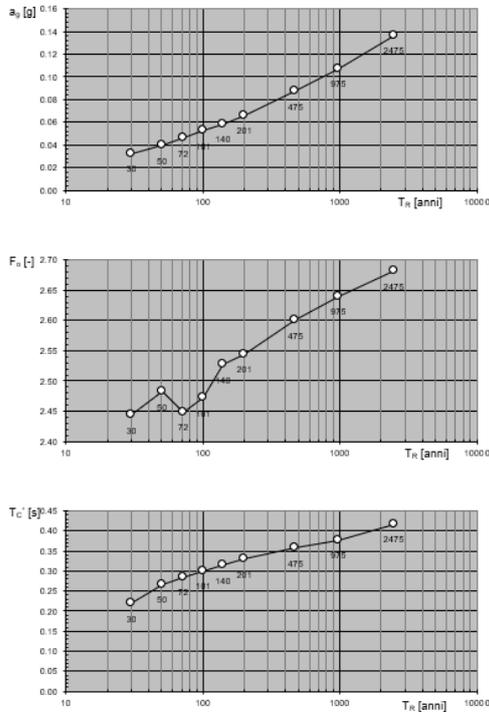
Nodi del reticolo intorno al sito



INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

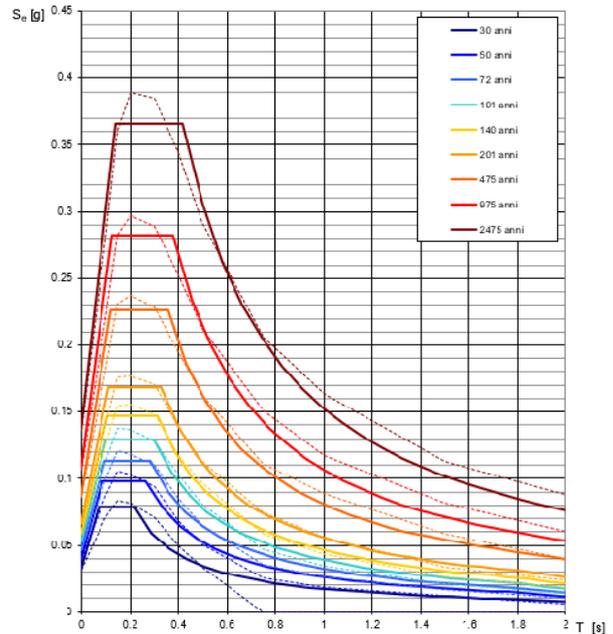
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri_NTC"

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

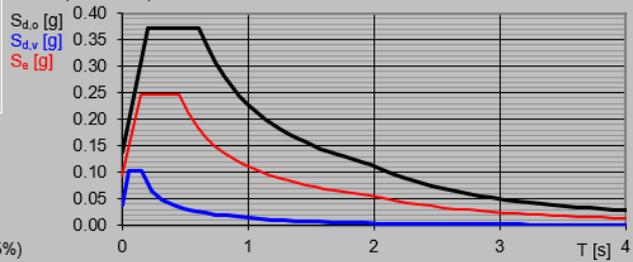
Risposta sismica locale
 Categoria di sottosuolo **C** info $S_s = 1.500$ $C_c = 1.368$ info
 Categoria topografica **T1** info $h/H = 0.000$ $S_r = 1.000$ info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

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 **sì** info

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

Elaborazioni
 Grafici spettri di risposta
 Parametri e punti spettri di risposta

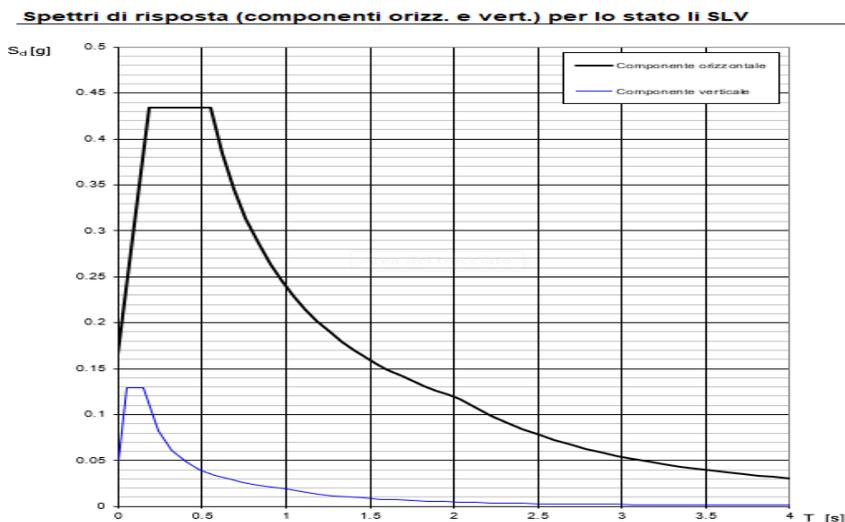
Spettri di risposta



— 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 SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.093 g
F_o	2.674
T_c	0.448 s
S_s	1.500
C_c	1.368
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.204 s
T_C	0.613 s
T_D	1.970 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.139
$T_B \leftarrow$	0.204	0.371
$T_C \leftarrow$	0.613	0.371
	0.678	0.336
	0.742	0.307
	0.807	0.282
	0.872	0.261
	0.936	0.243
	1.001	0.227
	1.066	0.214
	1.130	0.201
	1.195	0.191
	1.259	0.181
	1.324	0.172
	1.389	0.164
	1.453	0.157
	1.518	0.150
	1.583	0.144
	1.647	0.138
	1.712	0.133
	1.776	0.128
	1.841	0.124
	1.906	0.119
$T_D \leftarrow$	1.970	0.116
	2.067	0.105
	2.164	0.096
	2.260	0.088
	2.357	0.081
	2.454	0.075
	2.550	0.069
	2.647	0.064
	2.744	0.060
	2.840	0.056
	2.937	0.052
	3.033	0.049
	3.130	0.046
	3.227	0.043
	3.323	0.041
	3.420	0.038
	3.517	0.036
	3.613	0.034
	3.710	0.033
	3.807	0.031
	3.903	0.029
	4.000	0.028

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 VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	REV. B

5.7.3 *Calcolo dell'azione Sismica*

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

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

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

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	REV. B

5.7.4 Check analisi statica

Direzione Longitudinale						
massa treno per direzione long			Com Nmax	7958	kN	
massa sismica treno per direzione long			treno	1592	kN	
				0		
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	14763	kN	
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	16355	kN	
1/5 della massa sismica sopra la pila			1/5 Mimp t	3271	kN	
massa pulvino			Mpul	2192	kN	
massa pila			Mpila	8071	kN	
massa efficace pila			Mpe	4882	kN	
massa sismica totale da utilizzare dir. Long			Mtot long	21237	kN	
verifica di requisito di norma		$M_{ep} < 1/5 M_{imp}$		NO per -1611.6 KN		
Direzione Trasversale						
massa treno per direzione long			Com Mmax	5520	kN	
massa sismica treno per direzione long			treno	1104	kN	
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	12208	kN	
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	13311	kN	
massa pulvino			Mpul	2192	kN	
massa pila			Mpila	8071	kN	
massa efficace pila			Mpe	4882	kN	
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv			Mtot tras	18194	kN	
verifica di requisito di norma		$M_{ep} < 1/5 M_{imp}$		NO per -2220.2 KN		
Direzione Verticale						
massa treno per direzione long			Com Mmax	5520	kN	
massa sismica treno per direzione long			treno	1104	kN	
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	12208	kN	
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	13311	kN	
massa pulvino			Mpul	2192	kN	
massa pila			Mpila	8071	kN	
massa efficace pila			Mpe	4882	kN	
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert			Mtot vert	18194	kN	
verifica di requisito di norma		$M_{ep} < 1/5 M_{imp}$		NO per -2220.2 KN		

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	REV. B

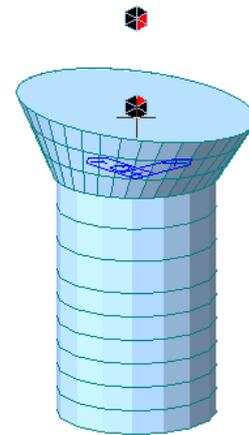
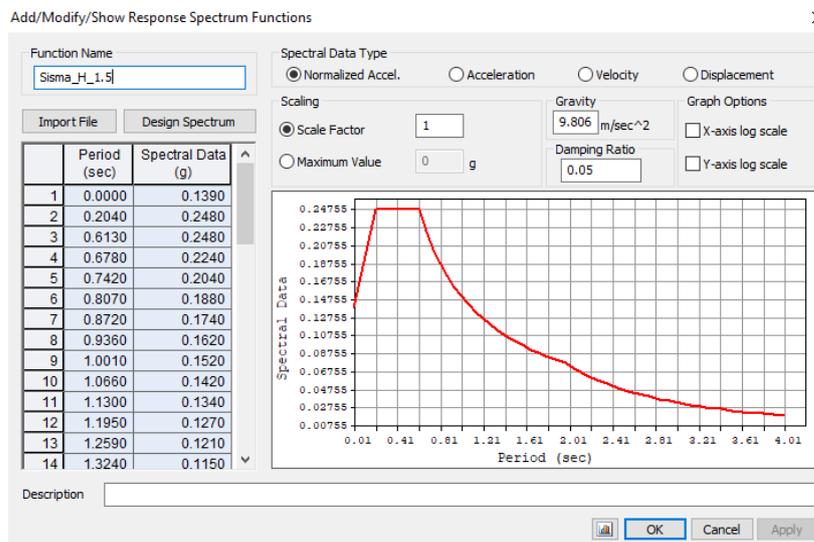
5.7.5 *Analisi statica equivalente*

area della sezione		A	15.90	m ²
inerzia sezione direzione trasversale		I11	20.13	m ⁴
inerzia sezione direzione longitudinale		I22	20.13	m ⁴
modulo elastico cls pila		E _c	33346	MPa
eventuale abbattimento del modulo		%	45.00	
modulo di calcolo		E	18340	MPa
calcestruzzo		f _{ck}	32.0	MPa
altezza pila est. fondazione - estr. pulvino		H	22.30	m
altezza plinto di fondazione		h _f	0.00	m
altezza baggioli ed app. appoggio		h _{ap}	0.45	m
altezza equivalente sdof		H _e	22.75	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv		K _{tra}	6.0E+07	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long		K _{long}	9.4E+07	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert		K _{vert}	2.0E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale		T _{tra}	1.30	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale		T _{long}	0.97	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale		T _{vert}	0.07	sec

	SLV			SLD	
Tabella Riassuntiva	q=1.5	q=1.36	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.12	0.12	0.18	0.07	g
accelerazione componente longitudinale	0.16	0.16	0.24	0.09	g
accelerazione componente verticale	0.10	0.10	0.10	0.10	g
Sforzo assiale	2248	2248	2248	2308	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	2665	2932	3998	1449	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinale	4078	4486	6117	2314	kN
Momento flessionale trasversale	70544	77599	105817	38340	kN m
Momento flessionale longitudinale	93203	102481	139593	53080	kN m

5.7.6 Analisi dinamica modale

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



I risultati ottenuti sono i seguenti:

Load	N (kN)	Vtras (kN)	Vlong (kN)	Mtras (kN*m)	Mlong (kN*m)
SISMA q=1.5	1953.46	3344.89	4610.13	70487.44	83598.06
SISMA q=1	1953.46	5014.93	6915.54	105814.78	125470.58
SISMA sld	651.16	1875.24	2573.23	39197.06	46532.86

si procede con tali sollecitazioni.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	REV. B

5.8 Azione Idrostatica

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

6.3.14 Escavazioni localizzate viadotto VI15

Pila	Tirante idraulico [m]	Velocità [m/s]	Incidenza pila-corrente [°]	Forma pila	Base pila [m]	Lunghezza pila [m]	Forma pilino	Base pilino [m]	Lunghezza pilino [m]	d50 [mm]	Scavo [m]	Tipo di scavo
P01	0.00	0.00	13	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P02	1.04	1.01	13	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	2.53	plinto non scoperto
P03	1.44	1.29	19	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	3.23	plinto non scoperto
P04	3.02	1.61	10	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.24	plinto scoperto
P05	2.00	1.94	53	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	8.18	plinto scoperto
P06	1.73	1.51	53	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.89	plinto scoperto
P07	0.98	1.52	53	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.40	plinto scoperto
P08	0.00	0.00	24	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P09	0.44	0.49	18	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	2.46	plinto scoperto
P10	0.00	0.00	12	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P11	0.00	0.00	12	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P12	0.00	0.00	12	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P13	0.00	0.00	12	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P14	0.00	0.00	12	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P15	0.00	0.00	12	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo

Tabella 19: Viadotto VI15, massima profondità di escavazione

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:

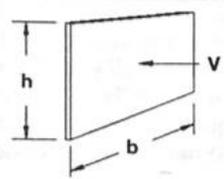
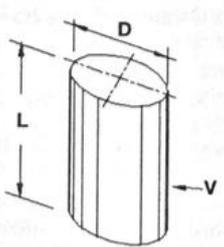
Forme	N.r Reynolds	Dimensioni	Coefficiente C_n
	$> 10^3$	$\frac{b}{h} =$ 1 5 10 ∞	1.16 1.20 1.50 1.90
	10^5	$\frac{L}{D} =$ 1 2 5 10 20 40 ∞	0.63 0.68 0.74 0.82 0.90 0.98 1.20
	$> 5 \times 10^5$	$\frac{L}{D} =$ 5 ∞	0.35 0.34

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	1.61	m/sec
densità dell'acqua	ro	1	kN sec ² /m ⁴
altezza di riinterro pila	hri	2.5	m
altezza della pila	hp	22.3	m
altezza idrica Tr 300	h300	3.02	m
scalzamento massimo Tr300	dl	6.24	m
tipolgoia di sezione		circolare	m
larghezza trasversale pila	b	0	m
larghezza longitudinale pila	d	0	m
raggio della sezione	r	2.25	m
rapporto geometrico	L/D	0.002444	m
viscosità cinamatica	mi	0.000894	N s/m ²
numero di Reynodls	Re	8104027	
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 VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	REV. B

pressione dell'acqua		p	0.453618	kN/m2	
forza risultante		Fidro	64.75714	kN	
momento alla base pila		Mpila	-70.8593	kN	

tabella riassuntiva - Tr300			
	Fusto pila	Fondazioni	Pali
h	5.52	3	0.74
D	2.25	9.6	1.2
L/D	2.453	3.2	0.61666667
Re	4.05E+06	1.73E+07	2.16E+06
forma	smussara	rettangolare	circolare
Cd	0.35	1.18	0.35
p	0.4536175	1.529339	0.4536175
B	2.25	9.6	6
F	5.63	57.11	2.01
M	15.55	-85.66	-0.75

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 VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	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	25425.2	1268.75	413.662	5392.7	987.072	
A1_SLU_gr2_Scarico_2	18117.5	0	150.585	4602.27	68.3154	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	25425.2	2537.5	413.615	5963.64	986.775	
A1_SLU_gr4_centrif_4	23824.5	2030	356.017	5656.57	800.947	
A1_SLU_gr1+vento_5	25425.2	1288.42	1515.42	5392.7	6256.85	
A1_SLU_gr2+vento_6	18117.5	19.6681	1252.34	4602.27	5338.09	
A1_SLU_gr3+vento_7	25425.2	2557.17	1515.37	5963.64	6256.55	
A1_SLU_gr4+vento_8	23824.5	2049.67	1457.77	5656.57	6070.73	
A1_SLU_vento_gr1_9	23824.5	1047.78	2121.09	5199.82	9551.88	
A1_SLU_vento_gr2_10	17978.3	32.7802	1952.72	4567.47	8835.81	
A1_SLU_vento_gr3_11	23824.5	2062.78	2121.05	5656.57	9551.64	
A1_SLU_vento_gr4_12	23824.5	2062.78	2192.28	5656.57	9583.91	
SLE_rar_gr1_Treno_14	17727.3	875	216.163	3731.73	649.635	
SLE_rar_gr2_Scarico_15	12687.5	0	95.2078	3186.6	43.2245	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	17727.3	1750	216.131	4125.48	649.43	
SLE_rar_gr4_centrif_17	16623.3	1400	189.655	3913.7	527.234	
SLE_rar_gr1+vento_18	17727.3	888.112	950.669	3731.73	4162.82	
SLE_rar_gr2+vento_19	12687.5	13.1121	829.713	3186.6	3556.41	
SLE_rar_gr3+vento_20	17727.3	1763.11	950.636	4125.48	4162.62	
SLE_rar_gr4+vento_21	16623.3	1413.11	924.161	3913.7	4040.42	
SLE_rar_vento_gr1_22	16623.3	721.853	1375.91	3598.7	6365.48	
SLE_rar_vento_gr2_23	12591.5	21.8535	1298.5	3162.6	5889.06	
SLE_rar_vento_gr3_24	16623.3	1421.85	1375.88	3913.7	6365.32	
SLE_rar_vento_gr4_25	16623.3	1421.85	1413.83	3913.7	6382.54	

SLE_fre_gr1_Treno_27	16623.3	700	126.454	3598.7	498.793
SLE_fre_gr2_Scarico_28	12591.5	0	61.9445	3162.6	28.1798
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	16623.3	1400	126.428	3913.7	498.629
SLE_fre_gr4_centrif_30	16623.3	1400	158.055	3913.7	513.014
SLE_fre_gr1+vento_31	16623.3	704.371	371.289	3598.7	1669.86
SLE_fre_gr2+vento_32	12591.5	4.3707	306.78	3162.6	1199.24
SLE_fre_gr3+vento_33	16623.3	1404.37	371.263	3913.7	1669.69
SLE_fre_gr4+vento_34	16623.3	1404.37	402.89	3913.7	1684.08
SLE_fre_vento_gr1_35	12207.5	10.9267	681.774	3066.6	2959.01
SLE_fre_vento_gr2_36	12207.5	10.9267	681.774	3066.6	2959.01
SLE_fre_vento_gr3_37	12207.5	10.9267	681.774	3066.6	2959.01
SLE_fre_vento_gr4_38	12207.5	10.9267	681.774	3066.6	2959.01
SLE_fre_gr1_temp39	12207.5	4.3707	328.458	3066.6	1208.69
SLE_fre_gr2_temp40	12207.5	4.3707	328.458	3066.6	1208.69
SLE_fre_gr3_temp41	12207.5	4.3707	328.458	3066.6	1208.69
SLE_fre_gr3_temp42	12207.5	4.3707	328.458	3066.6	1208.69
SLE_qp_gr1_Treno_44	12207.5	0	69.6861	3066.6	31.3587
SLE_qp_gr2_Scarico_45	12207.5	0	69.6861	3066.6	31.3587
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	12207.5	0	69.6861	3066.6	31.3587
SLE_qp_gr4_centrif_47	12207.5	0	69.6861	3066.6	31.3587
SLE_qp_gr1+vento_48	12207.5	4.3707	314.521	3066.6	1202.42
SLE_qp_gr2+vento_49	12207.5	4.3707	314.521	3066.6	1202.42
SLE_qp_gr3+vento_50	12207.5	4.3707	314.521	3066.6	1202.42
SLE_qp_gr4+vento_51	12207.5	4.3707	314.521	3066.6	1202.42
SLE_qp_vento_gr1_52	12207.5	4.3707	314.521	3066.6	1202.42
SLE_qp_vento_gr2_53	12207.5	4.3707	314.521	3066.6	1202.42
SLE_qp_vento_gr3_54	12207.5	4.3707	314.521	3066.6	1202.42
SLE_qp_vento_gr4_55	12207.5	4.3707	314.521	3066.6	1202.42
SLE_qp_gr1_temp56	12207.5	0	69.6861	3066.6	31.3587
SLE_qp_gr2_temp57	12207.5	0	69.6861	3066.6	31.3587
SLE_qp_gr3_temp58	12207.5	0	69.6861	3066.6	31.3587
SLE_qp_gr3_temp59	12207.5	0	69.6861	3066.6	31.3587
E_103x_SLV_q=1.5_60	12793.5	4614.5	1317.99	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	12793.5	1387.41	3659.41	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	14161	1387.41	1317.99	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	12793.5	5075.51	1418.33	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	12793.5	1525.71	3993.9	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	14161	1525.71	1418.33	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	12793.5	6919.91	1819	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	12793.5	2079.03	5329.45	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	14161	2079.03	1819	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	12402.8	2577.6	877.093	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	12402.8	776.34	2189.76	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	12858.7	776.34	877.093	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	39280.9	1268.75	413.662	33685.8	10211.7
A1_SLU_gr2_Scarico_2	31973.2	0	150.585	4602.27	3426.35
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	39280.9	2537.5	413.615	62549.9	10210.4
A1_SLU_gr4_centrif_4	37680.1	2030	356.017	50925.6	8740.12
A1_SLU_gr1+vento_5	39280.9	1288.42	1515.42	34124.4	40050.7
A1_SLU_gr2+vento_6	31973.2	19.6681	1252.34	5040.87	33265.3
A1_SLU_gr3+vento_7	39280.9	2557.17	1515.37	62988.5	40049.4
A1_SLU_gr4+vento_8	37680.1	2049.67	1457.77	51364.2	38579.1
A1_SLU_vento_gr1_9	37680.1	1047.78	2121.09	28565.3	56852.2
A1_SLU_vento_gr2_10	31834	32.7802	1952.72	5298.47	52381.5
A1_SLU_vento_gr3_11	37680.1	2062.78	2121.05	51656.6	56851.2
A1_SLU_vento_gr4_12	37680.1	2062.78	2192.28	51656.6	58471.8
SLE_rar_gr1_Treno_14	27990.7	875	216.163	23244.2	5470.07
SLE_rar_gr2_Scarico_15	22950.9	0	95.2078	3186.6	2166.36
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	27990.7	1750	216.131	43150.5	5469.15
SLE_rar_gr4_centrif_17	26886.8	1400	189.655	35133.7	4756.54
SLE_rar_gr1+vento_18	27990.7	888.112	950.669	23536.6	25362.7
SLE_rar_gr2+vento_19	22950.9	13.1121	829.713	3479	22059
SLE_rar_gr3+vento_20	27990.7	1763.11	950.636	43442.9	25361.8
SLE_rar_gr4+vento_21	26886.8	1413.11	924.161	35426.1	24649.2
SLE_rar_vento_gr1_22	26886.8	721.853	1375.91	19696	37048.3
SLE_rar_vento_gr2_23	22854.9	21.8535	1298.5	3649.93	34845.6
SLE_rar_vento_gr3_24	26886.8	1421.85	1375.88	35621	37047.5
SLE_rar_vento_gr4_25	26886.8	1421.85	1413.83	35621	37911
SLE_fre_gr1_Treno_27	26886.8	700	126.454	19208.7	3318.72
SLE_fre_gr2_Scarico_28	22854.9	0	61.9445	3162.6	1409.54
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	26886.8	1400	126.428	35133.7	3317.98
SLE_fre_gr4_centrif_30	26886.8	1400	158.055	35133.7	4037.63
SLE_fre_gr1+vento_31	26886.8	704.371	371.289	19306.2	9949.6
SLE_fre_gr2+vento_32	22854.9	4.3707	306.78	3260.07	8040.43
SLE_fre_gr3+vento_33	26886.8	1404.37	371.263	35231.2	9948.86
SLE_fre_gr4+vento_34	26886.8	1404.37	402.89	35231.2	10668.5
SLE_fre_vento_gr1_35	22470.9	10.9267	681.774	3310.27	18162.6

SLE_fre_vento_gr2_36	22470.9	10.9267	681.774	3310.27	18162.6
SLE_fre_vento_gr3_37	22470.9	10.9267	681.774	3310.27	18162.6
SLE_fre_vento_gr4_38	22470.9	10.9267	681.774	3310.27	18162.6
SLE_fre_gr1_temp39	22470.9	4.3707	328.458	3164.07	8533.32
SLE_fre_gr2_temp40	22470.9	4.3707	328.458	3164.07	8533.32
SLE_fre_gr3_temp41	22470.9	4.3707	328.458	3164.07	8533.32
SLE_fre_gr3_temp42	22470.9	4.3707	328.458	3164.07	8533.32
SLE_qp_gr1_Treno_44	22470.9	0	69.6861	3066.6	1585.36
SLE_qp_gr2_Scarico_45	22470.9	0	69.6861	3066.6	1585.36
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	22470.9	0	69.6861	3066.6	1585.36
SLE_qp_gr4_centrif_47	22470.9	0	69.6861	3066.6	1585.36
SLE_qp_gr1+vento_48	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24
SLE_qp_gr2+vento_49	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24
SLE_qp_gr3+vento_50	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24
SLE_qp_gr4+vento_51	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24
SLE_qp_vento_gr1_52	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24
SLE_qp_vento_gr2_53	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24
SLE_qp_vento_gr3_54	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24
SLE_qp_vento_gr4_55	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24
SLE_qp_gr1_temp56	22470.9	0	69.6861	3066.6	1585.36
SLE_qp_gr2_temp57	22470.9	0	69.6861	3066.6	1585.36
SLE_qp_gr3_temp58	22470.9	0	69.6861	3066.6	1585.36
SLE_qp_gr3_temp59	22470.9	0	69.6861	3066.6	1585.36
E_103x_SLV_q=1.5_60	23057	4614.5	1317.99	86664.7	22348.7
E_103y_SLV_q=1.5_61	23057	1387.41	3659.41	28146	71689.9
E_103z_SLV_q=1.5_62	24424.4	1387.41	1317.99	28146	22348.7
E_103x_SLV_q=1.36_63	23057	5075.51	1418.33	95024.5	24463.3
E_103y_SLV_q=1.36_64	23057	1525.71	3993.9	30654	78738.6
E_103z_SLV_q=1.36_65	24424.4	1525.71	1418.33	30654	24463.3
E_103x_SLV_q=1_66	23057	6919.91	1819	128537	32946.9
E_103y_SLV_q=1_67	23057	2079.03	5329.45	40707.8	107017
E_103z_SLV_q=1_68	24424.4	2079.03	1819	40707.8	32946.9
E_103x_SLD_q=1_69	22666.3	2577.6	877.093	49599.5	12961.5
E_103y_SLD_q=1_70	22666.3	776.34	2189.76	17026.5	40399.5
E_103z_SLD_q=1_71	23122.1	776.34	877.093	17026.5	12961.5

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	66334.5	1268.75	413.662	37492.1	11452.7
A1_SLU_gr2_Scarico_2	59026.8	0	150.585	4602.27	3878.1
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	66334.5	2537.5	413.615	70162.4	11451.2
A1_SLU_gr4_centrif_4	64733.8	2030	356.017	57015.6	9808.17
A1_SLU_gr1+vento_5	66334.5	1288.42	1515.42	37989.7	44597
A1_SLU_gr2+vento_6	59026.8	19.6681	1252.34	5099.87	37022.4
A1_SLU_gr3+vento_7	66334.5	2557.17	1515.37	70660	44595.5
A1_SLU_gr4+vento_8	64733.8	2049.67	1457.77	57513.2	42952.4
A1_SLU_vento_gr1_9	64733.8	1047.78	2121.09	31708.7	63215.5
A1_SLU_vento_gr2_10	58887.6	32.7802	1952.72	5396.81	58239.7
A1_SLU_vento_gr3_11	64733.8	2062.78	2121.05	57844.9	63214.3
A1_SLU_vento_gr4_12	64733.8	2062.78	2192.28	57844.9	65048.6
SLE_rar_gr1_Treno_14	48030.5	875	216.163	25869.2	6118.56
SLE_rar_gr2_Scarico_15	42990.7	0	95.2078	3186.6	2451.98
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	48030.5	1750	216.131	48400.5	6117.54
SLE_rar_gr4_centrif_17	46926.5	1400	189.655	39333.7	5325.51
SLE_rar_gr1+vento_18	48030.5	888.112	950.669	26201	28214.7
SLE_rar_gr2+vento_19	42990.7	13.1121	829.713	3518.34	24548.2
SLE_rar_gr3+vento_20	48030.5	1763.11	950.636	48732.2	28213.7
SLE_rar_gr4+vento_21	46926.5	1413.11	924.161	39665.4	27421.7
SLE_rar_vento_gr1_22	46926.5	721.853	1375.91	21861.6	41176
SLE_rar_vento_gr2_23	42894.7	21.8535	1298.5	3715.49	38741.1
SLE_rar_vento_gr3_24	46926.5	1421.85	1375.88	39886.6	41175.2
SLE_rar_vento_gr4_25	46926.5	1421.85	1413.83	39886.6	42152.5
SLE_fre_gr1_Treno_27	46926.5	700	126.454	21308.7	3698.08
SLE_fre_gr2_Scarico_28	42894.7	0	61.9445	3162.6	1595.38
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	46926.5	1400	126.428	39333.7	3697.26
SLE_fre_gr4_centrif_30	46926.5	1400	158.055	39333.7	4511.79
SLE_fre_gr1+vento_31	46926.5	704.371	371.289	21419.3	11063.5
SLE_fre_gr2+vento_32	42894.7	4.3707	306.78	3273.18	8960.77
SLE_fre_gr3+vento_33	46926.5	1404.37	371.263	39444.3	11062.7
SLE_fre_gr4+vento_34	46926.5	1404.37	402.89	39444.3	11877.2
SLE_fre_vento_gr1_35	42510.7	10.9267	681.774	3343.05	20207.9
SLE_fre_vento_gr2_36	42510.7	10.9267	681.774	3343.05	20207.9

SLE_fre_vento_gr3_37	42510.7	10.9267	681.774	3343.05	20207.9
SLE_fre_vento_gr4_38	42510.7	10.9267	681.774	3343.05	20207.9
SLE_fre_gr1_temp39	42510.7	4.3707	328.458	3177.18	9518.69
SLE_fre_gr2_temp40	42510.7	4.3707	328.458	3177.18	9518.69
SLE_fre_gr3_temp41	42510.7	4.3707	328.458	3177.18	9518.69
SLE_fre_gr3_temp42	42510.7	4.3707	328.458	3177.18	9518.69
SLE_qp_gr1_Treno_44	42510.7	0	69.6861	3066.6	1794.42
SLE_qp_gr2_Scarico_45	42510.7	0	69.6861	3066.6	1794.42
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	42510.7	0	69.6861	3066.6	1794.42
SLE_qp_gr4_centrif_47	42510.7	0	69.6861	3066.6	1794.42
SLE_qp_gr1+vento_48	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81
SLE_qp_gr2+vento_49	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81
SLE_qp_gr3+vento_50	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81
SLE_qp_gr4+vento_51	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81
SLE_qp_vento_gr1_52	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81
SLE_qp_vento_gr2_53	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81
SLE_qp_vento_gr3_54	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81
SLE_qp_vento_gr4_55	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81
SLE_qp_gr1_temp56	42510.7	0	69.6861	3066.6	1794.42
SLE_qp_gr2_temp57	42510.7	0	69.6861	3066.6	1794.42
SLE_qp_gr3_temp58	42510.7	0	69.6861	3066.6	1794.42
SLE_qp_gr3_temp59	42510.7	0	69.6861	3066.6	1794.42
E_103x_SLV_q=1.5_60	43325.3	6676.7	1936.65	106695	28158.6
E_103y_SLV_q=1.5_61	43325.3	3449.61	4278.07	38494.8	84524.1
E_103z_SLV_q=1.5_62	45226.2	3449.61	1936.65	38494.8	28158.6
E_103x_SLV_q=1.36_63	43325.3	7137.71	2036.99	116438	30574.3
E_103y_SLV_q=1.36_64	43325.3	3587.91	4612.56	41417.7	92576.3
E_103z_SLV_q=1.36_65	45226.2	3587.91	2036.99	41417.7	30574.3
E_103x_SLV_q=1_66	43325.3	8982.11	2437.66	155484	40259.8
E_103y_SLV_q=1_67	43325.3	4141.23	5948.11	53131.5	124862
E_103z_SLV_q=1_68	45226.2	4141.23	2437.66	53131.5	40259.8
E_103x_SLD_q=1_69	43123.8	3609.65	1186.71	60428.4	16521.7
E_103y_SLD_q=1_70	43123.8	1808.38	2499.37	22451.6	47897.6
E_103z_SLD_q=1_71	44554.5	1808.38	1186.71	22451.6	16521.7

6.1.2 Configurazione 2

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	23191	1268.75	333.23	11922.6	727.455
A1_SLU_gr2_Scarico_73	18117.5	0	150.585	4602.27	68.3154
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	23191	2537.5	333.183	12493.5	727.158
A1_SLU_gr4_centrif_75	22037.1	2030	291.671	10880.5	593.253
A1_SLU_gr1+vento_76	23191	1288.42	1434.99	11922.6	5997.23
A1_SLU_gr2+vento_77	18117.5	19.6681	1252.34	4602.27	5338.09
A1_SLU_gr3+vento_78	23191	2557.17	1434.94	12493.5	5996.94
A1_SLU_gr4+vento_79	22037.1	2049.67	1393.43	10880.5	5863.03
A1_SLU_vento_gr1_80	22037.1	1047.78	2069.62	10423.7	9349.97
A1_SLU_vento_gr2_81	17978.3	32.7802	1952.72	4567.47	8835.81
A1_SLU_vento_gr3_82	22037.1	2062.78	2069.58	10880.5	9349.74
A1_SLU_vento_gr4_83	22037.1	2062.78	2127.93	10880.5	9376.22
SLE_rar_gr1_Treno_85	16186.5	875	179.183	8235.1	478.909
SLE_rar_gr2_Scarico_86	12687.5	0	95.2078	3186.6	43.2245
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	16186.5	1750	179.151	8628.85	478.704
SLE_rar_gr4_centrif_88	15390.7	1400	160.071	7516.4	390.653
SLE_rar_gr1+vento_89	16186.5	888.112	913.688	8235.1	3992.09
SLE_rar_gr2+vento_90	12687.5	13.1121	829.713	3186.6	3556.41
SLE_rar_gr3+vento_91	16186.5	1763.11	913.656	8628.85	3991.89
SLE_rar_gr4+vento_92	15390.7	1413.11	894.576	7516.4	3903.84
SLE_rar_vento_gr1_93	15390.7	721.853	1352.24	7201.4	6231.56
SLE_rar_vento_gr2_94	12591.5	21.8535	1298.5	3162.6	5889.06
SLE_rar_vento_gr3_95	15390.7	1421.85	1352.22	7516.4	6231.4
SLE_rar_vento_gr4_96	15390.7	1421.85	1384.25	7516.4	6245.96
SLE_fre_gr1_Treno_98	15390.7	700	106.731	7201.4	366.65
SLE_fre_gr2_Scarico_99	12591.5	0	61.9445	3162.6	28.1798
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	15390.7	1400	106.705	7516.4	366.486
SLE_fre_gr4_centrif_101	15390.7	1400	133.401	7516.4	378.652
SLE_fre_gr1+vento_102	15390.7	704.371	351.566	7201.4	1537.71
SLE_fre_gr2+vento_103	12591.5	4.3707	306.78	3162.6	1199.24
SLE_fre_gr3+vento_104	15390.7	1404.37	351.541	7516.4	1537.55
SLE_fre_gr4+vento_105	15390.7	1404.37	378.236	7516.4	1549.71

SLE_fre_vento_gr1_106	12207.5	10.9267	681.774	3066.6	2959.01
SLE_fre_vento_gr2_107	12207.5	10.9267	681.774	3066.6	2959.01
SLE_fre_vento_gr3_108	12207.5	10.9267	681.774	3066.6	2959.01
SLE_fre_vento_gr4_109	12207.5	10.9267	681.774	3066.6	2959.01
SLE_fre_gr1_temp110	12207.5	4.3707	328.458	3066.6	1208.69
SLE_fre_gr2_temp111	12207.5	4.3707	328.458	3066.6	1208.69
SLE_fre_gr3_temp112	12207.5	4.3707	328.458	3066.6	1208.69
SLE_fre_gr3_temp113	12207.5	4.3707	328.458	3066.6	1208.69
SLE_qp_gr1_Treno_115	12207.5	0	69.6861	3066.6	31.3587
SLE_qp_gr2_Scarico_116	12207.5	0	69.6861	3066.6	31.3587
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	12207.5	0	69.6861	3066.6	31.3587
SLE_qp_gr4_centrif_118	12207.5	0	69.6861	3066.6	31.3587
SLE_qp_gr1+vento_119	12207.5	4.3707	314.521	3066.6	1202.42
SLE_qp_gr2+vento_120	12207.5	4.3707	314.521	3066.6	1202.42
SLE_qp_gr3+vento_121	12207.5	4.3707	314.521	3066.6	1202.42
SLE_qp_gr4+vento_122	12207.5	4.3707	314.521	3066.6	1202.42
SLE_qp_vento_gr1_123	12207.5	4.3707	314.521	3066.6	1202.42
SLE_qp_vento_gr2_124	12207.5	4.3707	314.521	3066.6	1202.42
SLE_qp_vento_gr3_125	12207.5	4.3707	314.521	3066.6	1202.42
SLE_qp_vento_gr4_126	12207.5	4.3707	314.521	3066.6	1202.42
SLE_qp_gr1_temp127	12207.5	0	69.6861	3066.6	31.3587
SLE_qp_gr2_temp128	12207.5	0	69.6861	3066.6	31.3587
SLE_qp_gr3_temp129	12207.5	0	69.6861	3066.6	31.3587
SLE_qp_gr3_temp130	12207.5	0	69.6861	3066.6	31.3587
E_103x_SLV_q=1.5_131	12793.5	4614.5	1317.99	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	12793.5	1387.41	3659.41	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	14161	1387.41	1317.99	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	12793.5	5075.51	1418.33	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	12793.5	1525.71	3993.9	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	14161	1525.71	1418.33	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	12793.5	6919.91	1819	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	12793.5	2079.03	5329.45	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	14161	2079.03	1819	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	12900	2318.64	749.072	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	12900	698.651	1763.03	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	14515.9	698.651	749.072	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	37046.7	1268.75	333.23	40215.7	8158.49
A1_SLU_gr2_Scarico_73	31973.2	0	150.585	4602.27	3426.35
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	37046.7	2537.5	333.183	69079.8	8157.15
A1_SLU_gr4_centrif_75	35892.8	2030	291.671	56149.5	7097.52
A1_SLU_gr1+vento_76	37046.7	1288.42	1434.99	40654.3	37997.5
A1_SLU_gr2+vento_77	31973.2	19.6681	1252.34	5040.87	33265.3
A1_SLU_gr3+vento_78	37046.7	2557.17	1434.94	69518.4	37996.1
A1_SLU_gr4+vento_79	35892.8	2049.67	1393.43	56588.1	36936.5
A1_SLU_vento_gr1_80	35892.8	1047.78	2069.62	33789.2	55502.4
A1_SLU_vento_gr2_81	31834	32.7802	1952.72	5298.47	52381.5
A1_SLU_vento_gr3_82	35892.8	2062.78	2069.58	56880.5	55501.3
A1_SLU_vento_gr4_83	35892.8	2062.78	2127.93	56880.5	56829.2
SLE_rar_gr1_Treno_85	26449.9	875	179.183	27747.6	4474.69
SLE_rar_gr2_Scarico_86	22950.9	0	95.2078	3186.6	2166.36
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	26449.9	1750	179.151	47653.8	4473.76
SLE_rar_gr4_centrif_88	25654.1	1400	160.071	38736.4	3960.23
SLE_rar_gr1+vento_89	26449.9	888.112	913.688	28040	24367.3
SLE_rar_gr2+vento_90	22950.9	13.1121	829.713	3479	22059
SLE_rar_gr3+vento_91	26449.9	1763.11	913.656	47946.2	24366.4
SLE_rar_gr4+vento_92	25654.1	1413.11	894.576	39028.8	23852.9
SLE_rar_vento_gr1_93	25654.1	721.853	1352.24	23298.7	36386.6
SLE_rar_vento_gr2_94	22854.9	21.8535	1298.5	3649.93	34845.6
SLE_rar_vento_gr3_95	25654.1	1421.85	1352.22	39223.7	36385.8
SLE_rar_vento_gr4_96	25654.1	1421.85	1384.25	39223.7	37114.7
SLE_fre_gr1_Treno_98	25654.1	700	106.731	22811.4	2746.75
SLE_fre_gr2_Scarico_99	22854.9	0	61.9445	3162.6	1409.54
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	25654.1	1400	106.705	38736.4	2746.02
SLE_fre_gr4_centrif_101	25654.1	1400	133.401	38736.4	3353.49
SLE_fre_gr1+vento_102	25654.1	704.371	351.566	22908.9	9377.64
SLE_fre_gr2+vento_103	22854.9	4.3707	306.78	3260.07	8040.43
SLE_fre_gr3+vento_104	25654.1	1404.37	351.541	38833.9	9376.9
SLE_fre_gr4+vento_105	25654.1	1404.37	378.236	38833.9	9984.38
SLE_fre_vento_gr1_106	22470.9	10.9267	681.774	3310.27	18162.6

SLE_fre_vento_gr2_107	22470.9	10.9267	681.774	3310.27	18162.6
SLE_fre_vento_gr3_108	22470.9	10.9267	681.774	3310.27	18162.6
SLE_fre_vento_gr4_109	22470.9	10.9267	681.774	3310.27	18162.6
SLE_fre_gr1_temp110	22470.9	4.3707	328.458	3164.07	8533.32
SLE_fre_gr2_temp111	22470.9	4.3707	328.458	3164.07	8533.32
SLE_fre_gr3_temp112	22470.9	4.3707	328.458	3164.07	8533.32
SLE_fre_gr3_temp113	22470.9	4.3707	328.458	3164.07	8533.32
SLE_qp_gr1_Treno_115	22470.9	0	69.6861	3066.6	1585.36
SLE_qp_gr2_Scarico_116	22470.9	0	69.6861	3066.6	1585.36
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	22470.9	0	69.6861	3066.6	1585.36
SLE_qp_gr4_centrif_118	22470.9	0	69.6861	3066.6	1585.36
SLE_qp_gr1+vento_119	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24
SLE_qp_gr2+vento_120	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24
SLE_qp_gr3+vento_121	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24
SLE_qp_gr4+vento_122	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24
SLE_qp_vento_gr1_123	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24
SLE_qp_vento_gr2_124	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24
SLE_qp_vento_gr3_125	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24
SLE_qp_vento_gr4_126	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24
SLE_qp_gr1_temp127	22470.9	0	69.6861	3066.6	1585.36
SLE_qp_gr2_temp128	22470.9	0	69.6861	3066.6	1585.36
SLE_qp_gr3_temp129	22470.9	0	69.6861	3066.6	1585.36
SLE_qp_gr3_temp130	22470.9	0	69.6861	3066.6	1585.36
E_103x_SLV_q=1.5_131	23057	4614.5	1317.99	86664.7	22348.7
E_103y_SLV_q=1.5_132	23057	1387.41	3659.41	28146	71689.9
E_103z_SLV_q=1.5_133	24424.4	1387.41	1317.99	28146	22348.7
E_103x_SLV_q=1.36_134	23057	5075.51	1418.33	95024.5	24463.3
E_103y_SLV_q=1.36_135	23057	1525.71	3993.9	30654	78738.6
E_103z_SLV_q=1.36_136	24424.4	1525.71	1418.33	30654	24463.3
E_103x_SLV_q=1_137	23057	6919.91	1819	128537	32946.9
E_103y_SLV_q=1_138	23057	2079.03	5329.45	40707.8	107017
E_103z_SLV_q=1_139	24424.4	2079.03	1819	40707.8	32946.9
E_103x_SLD_q=1_140	23163.5	2318.64	749.072	56146.7	12704.4
E_103y_SLD_q=1_141	23163.5	698.651	1763.03	18990.6	39542.5
E_103z_SLD_q=1_142	24779.4	698.651	749.072	18990.6	12704.4

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	64100.3	1268.75	333.23	44022	9158.18
A1_SLU_gr2_Scarico_73	59026.8	0	150.585	4602.27	3878.1
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	64100.3	2537.5	333.183	76692.3	9156.7
A1_SLU_gr4_centrif_75	62946.4	2030	291.671	62239.5	7972.53
A1_SLU_gr1+vento_76	64100.3	1288.42	1434.99	44519.6	42302.4
A1_SLU_gr2+vento_77	59026.8	19.6681	1252.34	5099.87	37022.4
A1_SLU_gr3+vento_78	64100.3	2557.17	1434.94	77189.9	42301
A1_SLU_gr4+vento_79	62946.4	2049.67	1393.43	62737.1	41116.8
A1_SLU_vento_gr1_80	62946.4	1047.78	2069.62	36932.6	61711.2
A1_SLU_vento_gr2_81	58887.6	32.7802	1952.72	5396.81	58239.7
A1_SLU_vento_gr3_82	62946.4	2062.78	2069.58	63068.8	61710.1
A1_SLU_vento_gr4_83	62946.4	2062.78	2127.93	63068.8	63213
SLE_rar_gr1_Treno_85	46489.6	875	179.183	30372.6	5012.23
SLE_rar_gr2_Scarico_86	42990.7	0	95.2078	3186.6	2451.98
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	46489.6	1750	179.151	52903.8	5011.21
SLE_rar_gr4_centrif_88	45693.8	1400	160.071	42936.4	4440.45
SLE_rar_gr1+vento_89	46489.6	888.112	913.688	30704.3	27108.4
SLE_rar_gr2+vento_90	42990.7	13.1121	829.713	3518.34	24548.2
SLE_rar_gr3+vento_91	46489.6	1763.11	913.656	53235.6	27107.4
SLE_rar_gr4+vento_92	45693.8	1413.11	894.576	43268.1	26536.6
SLE_rar_vento_gr1_93	45693.8	721.853	1352.24	25464.3	40443.3
SLE_rar_vento_gr2_94	42894.7	21.8535	1298.5	3715.49	38741.1
SLE_rar_vento_gr3_95	45693.8	1421.85	1352.22	43489.3	40442.5
SLE_rar_vento_gr4_96	45693.8	1421.85	1384.25	43489.3	41267.4
SLE_fre_gr1_Treno_98	45693.8	700	106.731	24911.4	3066.95
SLE_fre_gr2_Scarico_99	42894.7	0	61.9445	3162.6	1595.38
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	45693.8	1400	106.705	42936.4	3066.13
SLE_fre_gr4_centrif_101	45693.8	1400	133.401	42936.4	3753.7
SLE_fre_gr1+vento_102	45693.8	704.371	351.566	25022	10432.3
SLE_fre_gr2+vento_103	42894.7	4.3707	306.78	3273.18	8960.77
SLE_fre_gr3+vento_104	45693.8	1404.37	351.541	43047	10431.5
SLE_fre_gr4+vento_105	45693.8	1404.37	378.236	43047	11119.1
SLE_fre_vento_gr1_106	42510.7	10.9267	681.774	3343.05	20207.9

SLE_fre_vento_gr2_107	42510.7	10.9267	681.774	3343.05	20207.9
SLE_fre_vento_gr3_108	42510.7	10.9267	681.774	3343.05	20207.9
SLE_fre_vento_gr4_109	42510.7	10.9267	681.774	3343.05	20207.9
SLE_fre_gr1_temp110	42510.7	4.3707	328.458	3177.18	9518.69
SLE_fre_gr2_temp111	42510.7	4.3707	328.458	3177.18	9518.69
SLE_fre_gr3_temp112	42510.7	4.3707	328.458	3177.18	9518.69
SLE_fre_gr3_temp113	42510.7	4.3707	328.458	3177.18	9518.69
SLE_qp_gr1_Treno_115	42510.7	0	69.6861	3066.6	1794.42
SLE_qp_gr2_Scarico_116	42510.7	0	69.6861	3066.6	1794.42
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	42510.7	0	69.6861	3066.6	1794.42
SLE_qp_gr4_centrif_118	42510.7	0	69.6861	3066.6	1794.42
SLE_qp_gr1+vento_119	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81
SLE_qp_gr2+vento_120	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81
SLE_qp_gr3+vento_121	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81
SLE_qp_gr4+vento_122	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81
SLE_qp_vento_gr1_123	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81
SLE_qp_vento_gr2_124	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81
SLE_qp_vento_gr3_125	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81
SLE_qp_vento_gr4_126	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81
SLE_qp_gr1_temp127	42510.7	0	69.6861	3066.6	1794.42
SLE_qp_gr2_temp128	42510.7	0	69.6861	3066.6	1794.42
SLE_qp_gr3_temp129	42510.7	0	69.6861	3066.6	1794.42
SLE_qp_gr3_temp130	42510.7	0	69.6861	3066.6	1794.42
E_103x_SLV_q=1.5_131	43325.3	6676.7	1936.65	106695	28158.6
E_103y_SLV_q=1.5_132	43325.3	3449.61	4278.07	38494.8	84524.1
E_103z_SLV_q=1.5_133	45226.2	3449.61	1936.65	38494.8	28158.6
E_103x_SLV_q=1.36_134	43325.3	7137.71	2036.99	116438	30574.3
E_103y_SLV_q=1.36_135	43325.3	3587.91	4612.56	41417.7	92576.3
E_103z_SLV_q=1.36_136	45226.2	3587.91	2036.99	41417.7	30574.3
E_103x_SLV_q=1_137	43325.3	8982.11	2437.66	155484	40259.8
E_103y_SLV_q=1_138	43325.3	4141.23	5948.11	53131.5	124862
E_103z_SLV_q=1_139	45226.2	4141.23	2437.66	53131.5	40259.8
E_103x_SLD_q=1_140	43621	3350.68	1058.69	66198.7	15880.5
E_103y_SLD_q=1_141	43621	1730.7	2072.64	24182.7	45760.4
E_103z_SLD_q=1_142	46211.8	1730.7	1058.69	24182.7	15880.5

6.1.3 Configurazione 3

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	25425.2	1268.75	413.662	5392.7	987.072
A1_SLU_gr2_Scarico_144	18117.5	0	150.585	4602.27	68.3154
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	25425.2	2537.5	413.615	5963.64	986.775
A1_SLU_gr4_centrif_146	23824.5	2030	356.017	5656.57	800.947
A1_SLU_gr1+vento_147	25425.2	1288.42	1515.42	5392.7	6256.85
A1_SLU_gr2+vento_148	18117.5	19.6681	1252.34	4602.27	5338.09
A1_SLU_gr3+vento_149	25425.2	2557.17	1515.37	5963.64	6256.55
A1_SLU_gr4+vento_150	23824.5	2049.67	1457.77	5656.57	6070.73
A1_SLU_vento_gr1_151	23824.5	1047.78	2121.09	5199.82	9551.88
A1_SLU_vento_gr2_152	17978.3	32.7802	1952.72	4567.47	8835.81
A1_SLU_vento_gr3_153	23824.5	2062.78	2121.05	5656.57	9551.64
A1_SLU_vento_gr4_154	23824.5	2062.78	2192.28	5656.57	9583.91
SLE_rar_gr1_Treno_156	17727.3	875	216.163	3731.73	649.635
SLE_rar_gr2_Scarico_157	12687.5	0	95.2078	3186.6	43.2245
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	17727.3	1750	216.131	4125.48	649.43
SLE_rar_gr4_centrif_159	16623.3	1400	189.655	3913.7	527.234
SLE_rar_gr1+vento_160	17727.3	888.112	950.669	3731.73	4162.82
SLE_rar_gr2+vento_161	12687.5	13.1121	829.713	3186.6	3556.41
SLE_rar_gr3+vento_162	17727.3	1763.11	950.636	4125.48	4162.62
SLE_rar_gr4+vento_163	16623.3	1413.11	924.161	3913.7	4040.42
SLE_rar_vento_gr1_164	16623.3	721.853	1375.91	3598.7	6365.48
SLE_rar_vento_gr2_165	12591.5	21.8535	1298.5	3162.6	5889.06
SLE_rar_vento_gr3_166	16623.3	1421.85	1375.88	3913.7	6365.32
SLE_rar_vento_gr4_167	16623.3	1421.85	1413.83	3913.7	6382.54
SLE_fre_gr1_Treno_169	16623.3	700	126.454	3598.7	498.793
SLE_fre_gr2_Scarico_170	12591.5	0	61.9445	3162.6	28.1798
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	16623.3	1400	126.428	3913.7	498.629
SLE_fre_gr4_centrif_172	16623.3	1400	158.055	3913.7	513.014
SLE_fre_gr1+vento_173	16623.3	704.371	371.289	3598.7	1669.86
SLE_fre_gr2+vento_174	12591.5	4.3707	306.78	3162.6	1199.24
SLE_fre_gr3+vento_175	16623.3	1404.37	371.263	3913.7	1669.69
SLE_fre_gr4+vento_176	16623.3	1404.37	402.89	3913.7	1684.08
SLE_fre_vento_gr1_177	12207.5	10.9267	681.774	3066.6	2959.01

SLE_fre_vento_gr2_178	12207.5	10.9267	681.774	3066.6	2959.01
SLE_fre_vento_gr3_179	12207.5	10.9267	681.774	3066.6	2959.01
SLE_fre_vento_gr4_180	12207.5	10.9267	681.774	3066.6	2959.01
SLE_fre_gr1_temp181	12207.5	4.3707	328.458	3066.6	1208.69
SLE_fre_gr2_temp182	12207.5	4.3707	328.458	3066.6	1208.69
SLE_fre_gr3_temp183	12207.5	4.3707	328.458	3066.6	1208.69
SLE_fre_gr3_temp184	12207.5	4.3707	328.458	3066.6	1208.69
SLE_qp_gr1_Treno_186	12207.5	0	69.6861	3066.6	31.3587
SLE_qp_gr2_Scarico_187	12207.5	0	69.6861	3066.6	31.3587
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	12207.5	0	69.6861	3066.6	31.3587
SLE_qp_gr4_centrif_189	12207.5	0	69.6861	3066.6	31.3587
SLE_qp_gr1+vento_190	12207.5	4.3707	314.521	3066.6	1202.42
SLE_qp_gr2+vento_191	12207.5	4.3707	314.521	3066.6	1202.42
SLE_qp_gr3+vento_192	12207.5	4.3707	314.521	3066.6	1202.42
SLE_qp_gr4+vento_193	12207.5	4.3707	314.521	3066.6	1202.42
SLE_qp_vento_gr1_194	12207.5	4.3707	314.521	3066.6	1202.42
SLE_qp_vento_gr2_195	12207.5	4.3707	314.521	3066.6	1202.42
SLE_qp_vento_gr3_196	12207.5	4.3707	314.521	3066.6	1202.42
SLE_qp_vento_gr4_197	12207.5	4.3707	314.521	3066.6	1202.42
SLE_qp_gr1_temp198	12207.5	0	69.6861	3066.6	31.3587
SLE_qp_gr2_temp199	12207.5	0	69.6861	3066.6	31.3587
SLE_qp_gr3_temp200	12207.5	0	69.6861	3066.6	31.3587
SLE_qp_gr3_temp201	12207.5	0	69.6861	3066.6	31.3587
E_103x_SLV_q=1.5_202	12793.5	4614.5	1317.99	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	12793.5	1387.41	3659.41	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	14161	1387.41	1317.99	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	12793.5	5075.51	1418.33	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	12793.5	1525.71	3993.9	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	14161	1525.71	1418.33	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	12793.5	6919.91	1819	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	12793.5	2079.03	5329.45	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	14161	2079.03	1819	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	12900	2318.64	749.072	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	12900	698.651	1763.03	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	14515.9	698.651	749.072	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	39280.9	1268.75	413.662	33685.8	10211.7
A1_SLU_gr2_Scarico_144	31973.2	0	150.585	4602.27	3426.35
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	39280.9	2537.5	413.615	62549.9	10210.4
A1_SLU_gr4_centrif_146	37680.1	2030	356.017	50925.6	8740.12
A1_SLU_gr1+vento_147	39280.9	1288.42	1515.42	34124.4	40050.7
A1_SLU_gr2+vento_148	31973.2	19.6681	1252.34	5040.87	33265.3
A1_SLU_gr3+vento_149	39280.9	2557.17	1515.37	62988.5	40049.4
A1_SLU_gr4+vento_150	37680.1	2049.67	1457.77	51364.2	38579.1
A1_SLU_vento_gr1_151	37680.1	1047.78	2121.09	28565.3	56852.2
A1_SLU_vento_gr2_152	31834	32.7802	1952.72	5298.47	52381.5
A1_SLU_vento_gr3_153	37680.1	2062.78	2121.05	51656.6	56851.2
A1_SLU_vento_gr4_154	37680.1	2062.78	2192.28	51656.6	58471.8
SLE_rar_gr1_Treno_156	27990.7	875	216.163	23244.2	5470.07
SLE_rar_gr2_Scarico_157	22950.9	0	95.2078	3186.6	2166.36
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	27990.7	1750	216.131	43150.5	5469.15
SLE_rar_gr4_centrif_159	26886.8	1400	189.655	35133.7	4756.54
SLE_rar_gr1+vento_160	27990.7	888.112	950.669	23536.6	25362.7
SLE_rar_gr2+vento_161	22950.9	13.1121	829.713	3479	22059
SLE_rar_gr3+vento_162	27990.7	1763.11	950.636	43442.9	25361.8
SLE_rar_gr4+vento_163	26886.8	1413.11	924.161	35426.1	24649.2
SLE_rar_vento_gr1_164	26886.8	721.853	1375.91	19696	37048.3
SLE_rar_vento_gr2_165	22854.9	21.8535	1298.5	3649.93	34845.6
SLE_rar_vento_gr3_166	26886.8	1421.85	1375.88	35621	37047.5
SLE_rar_vento_gr4_167	26886.8	1421.85	1413.83	35621	37911
SLE_fre_gr1_Treno_169	26886.8	700	126.454	19208.7	3318.72
SLE_fre_gr2_Scarico_170	22854.9	0	61.9445	3162.6	1409.54
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	26886.8	1400	126.428	35133.7	3317.98
SLE_fre_gr4_centrif_172	26886.8	1400	158.055	35133.7	4037.63
SLE_fre_gr1+vento_173	26886.8	704.371	371.289	19306.2	9949.6
SLE_fre_gr2+vento_174	22854.9	4.3707	306.78	3260.07	8040.43
SLE_fre_gr3+vento_175	26886.8	1404.37	371.263	35231.2	9948.86
SLE_fre_gr4+vento_176	26886.8	1404.37	402.89	35231.2	10668.5
SLE_fre_vento_gr1_177	22470.9	10.9267	681.774	3310.27	18162.6

SLE_fre_vento_gr2_178	22470.9	10.9267	681.774	3310.27	18162.6
SLE_fre_vento_gr3_179	22470.9	10.9267	681.774	3310.27	18162.6
SLE_fre_vento_gr4_180	22470.9	10.9267	681.774	3310.27	18162.6
SLE_fre_gr1_temp181	22470.9	4.3707	328.458	3164.07	8533.32
SLE_fre_gr2_temp182	22470.9	4.3707	328.458	3164.07	8533.32
SLE_fre_gr3_temp183	22470.9	4.3707	328.458	3164.07	8533.32
SLE_fre_gr3_temp184	22470.9	4.3707	328.458	3164.07	8533.32
SLE_qp_gr1_Treno_186	22470.9	0	69.6861	3066.6	1585.36
SLE_qp_gr2_Scarico_187	22470.9	0	69.6861	3066.6	1585.36
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	22470.9	0	69.6861	3066.6	1585.36
SLE_qp_gr4_centrif_189	22470.9	0	69.6861	3066.6	1585.36
SLE_qp_gr1+vento_190	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24
SLE_qp_gr2+vento_191	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24
SLE_qp_gr3+vento_192	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24
SLE_qp_gr4+vento_193	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24
SLE_qp_vento_gr1_194	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24
SLE_qp_vento_gr2_195	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24
SLE_qp_vento_gr3_196	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24
SLE_qp_vento_gr4_197	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24
SLE_qp_gr1_temp198	22470.9	0	69.6861	3066.6	1585.36
SLE_qp_gr2_temp199	22470.9	0	69.6861	3066.6	1585.36
SLE_qp_gr3_temp200	22470.9	0	69.6861	3066.6	1585.36
SLE_qp_gr3_temp201	22470.9	0	69.6861	3066.6	1585.36
E_103x_SLV_q=1.5_202	23057	4614.5	1317.99	86664.7	22348.7
E_103y_SLV_q=1.5_203	23057	1387.41	3659.41	28146	71689.9
E_103z_SLV_q=1.5_204	24424.4	1387.41	1317.99	28146	22348.7
E_103x_SLV_q=1.36_205	23057	5075.51	1418.33	95024.5	24463.3
E_103y_SLV_q=1.36_206	23057	1525.71	3993.9	30654	78738.6
E_103z_SLV_q=1.36_207	24424.4	1525.71	1418.33	30654	24463.3
E_103x_SLV_q=1_208	23057	6919.91	1819	128537	32946.9
E_103y_SLV_q=1_209	23057	2079.03	5329.45	40707.8	107017
E_103z_SLV_q=1_210	24424.4	2079.03	1819	40707.8	32946.9
E_103x_SLD_q=1_211	23163.5	2318.64	749.072	56146.7	12704.4
E_103y_SLD_q=1_212	23163.5	698.651	1763.03	18990.6	39542.5
E_103z_SLD_q=1_213	24779.4	698.651	749.072	18990.6	12704.4

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	66334.5	1268.75	413.662	37492.1	11452.7
A1_SLU_gr2_Scarico_144	59026.8	0	150.585	4602.27	3878.1
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	66334.5	2537.5	413.615	70162.4	11451.2
A1_SLU_gr4_centrif_146	64733.8	2030	356.017	57015.6	9808.17
A1_SLU_gr1+vento_147	66334.5	1288.42	1515.42	37989.7	44597
A1_SLU_gr2+vento_148	59026.8	19.6681	1252.34	5099.87	37022.4
A1_SLU_gr3+vento_149	66334.5	2557.17	1515.37	70660	44595.5
A1_SLU_gr4+vento_150	64733.8	2049.67	1457.77	57513.2	42952.4
A1_SLU_vento_gr1_151	64733.8	1047.78	2121.09	31708.7	63215.5
A1_SLU_vento_gr2_152	58887.6	32.7802	1952.72	5396.81	58239.7
A1_SLU_vento_gr3_153	64733.8	2062.78	2121.05	57844.9	63214.3
A1_SLU_vento_gr4_154	64733.8	2062.78	2192.28	57844.9	65048.6
SLE_rar_gr1_Treno_156	48030.5	875	216.163	25869.2	6118.56
SLE_rar_gr2_Scarico_157	42990.7	0	95.2078	3186.6	2451.98
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	48030.5	1750	216.131	48400.5	6117.54
SLE_rar_gr4_centrif_159	46926.5	1400	189.655	39333.7	5325.51
SLE_rar_gr1+vento_160	48030.5	888.112	950.669	26201	28214.7
SLE_rar_gr2+vento_161	42990.7	13.1121	829.713	3518.34	24548.2
SLE_rar_gr3+vento_162	48030.5	1763.11	950.636	48732.2	28213.7
SLE_rar_gr4+vento_163	46926.5	1413.11	924.161	39665.4	27421.7
SLE_rar_vento_gr1_164	46926.5	721.853	1375.91	21861.6	41176
SLE_rar_vento_gr2_165	42894.7	21.8535	1298.5	3715.49	38741.1
SLE_rar_vento_gr3_166	46926.5	1421.85	1375.88	39886.6	41175.2
SLE_rar_vento_gr4_167	46926.5	1421.85	1413.83	39886.6	42152.5
SLE_fre_gr1_Treno_169	46926.5	700	126.454	21308.7	3698.08
SLE_fre_gr2_Scarico_170	42894.7	0	61.9445	3162.6	1595.38
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	46926.5	1400	126.428	39333.7	3697.26
SLE_fre_gr4_centrif_172	46926.5	1400	158.055	39333.7	4511.79
SLE_fre_gr1+vento_173	46926.5	704.371	371.289	21419.3	11063.5
SLE_fre_gr2+vento_174	42894.7	4.3707	306.78	3273.18	8960.77
SLE_fre_gr3+vento_175	46926.5	1404.37	371.263	39444.3	11062.7
SLE_fre_gr4+vento_176	46926.5	1404.37	402.89	39444.3	11877.2
SLE_fre_vento_gr1_177	42510.7	10.9267	681.774	3343.05	20207.9

SLE_fre_vento_gr2_178	42510.7	10.9267	681.774	3343.05	20207.9
SLE_fre_vento_gr3_179	42510.7	10.9267	681.774	3343.05	20207.9
SLE_fre_vento_gr4_180	42510.7	10.9267	681.774	3343.05	20207.9
SLE_fre_gr1_temp181	42510.7	4.3707	328.458	3177.18	9518.69
SLE_fre_gr2_temp182	42510.7	4.3707	328.458	3177.18	9518.69
SLE_fre_gr3_temp183	42510.7	4.3707	328.458	3177.18	9518.69
SLE_fre_gr3_temp184	42510.7	4.3707	328.458	3177.18	9518.69
SLE_qp_gr1_Treno_186	42510.7	0	69.6861	3066.6	1794.42
SLE_qp_gr2_Scarico_187	42510.7	0	69.6861	3066.6	1794.42
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	42510.7	0	69.6861	3066.6	1794.42
SLE_qp_gr4_centrif_189	42510.7	0	69.6861	3066.6	1794.42
SLE_qp_gr1+vento_190	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81
SLE_qp_gr2+vento_191	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81
SLE_qp_gr3+vento_192	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81
SLE_qp_gr4+vento_193	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81
SLE_qp_vento_gr1_194	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81
SLE_qp_vento_gr2_195	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81
SLE_qp_vento_gr3_196	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81
SLE_qp_vento_gr4_197	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81
SLE_qp_gr1_temp198	42510.7	0	69.6861	3066.6	1794.42
SLE_qp_gr2_temp199	42510.7	0	69.6861	3066.6	1794.42
SLE_qp_gr3_temp200	42510.7	0	69.6861	3066.6	1794.42
SLE_qp_gr3_temp201	42510.7	0	69.6861	3066.6	1794.42
E_103x_SLV_q=1.5_202	43325.3	6676.7	1936.65	106695	28158.6
E_103y_SLV_q=1.5_203	43325.3	3449.61	4278.07	38494.8	84524.1
E_103z_SLV_q=1.5_204	45226.2	3449.61	1936.65	38494.8	28158.6
E_103x_SLV_q=1.36_205	43325.3	7137.71	2036.99	116438	30574.3
E_103y_SLV_q=1.36_206	43325.3	3587.91	4612.56	41417.7	92576.3
E_103z_SLV_q=1.36_207	45226.2	3587.91	2036.99	41417.7	30574.3
E_103x_SLV_q=1_208	43325.3	8982.11	2437.66	155484	40259.8
E_103y_SLV_q=1_209	43325.3	4141.23	5948.11	53131.5	124862
E_103z_SLV_q=1_210	45226.2	4141.23	2437.66	53131.5	40259.8
E_103x_SLD_q=1_211	43621	3350.68	1058.69	66198.7	15880.5
E_103y_SLD_q=1_212	43621	1730.7	2072.64	24182.7	45760.4
E_103z_SLD_q=1_213	46211.8	1730.7	1058.69	24182.7	15880.5

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	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		17727.3	875	216.163	3731.73	649.635
SLE_rar_gr3+vento_20		17727.3	1763.11	950.636	4125.48	4162.62
SLE_rar_vento_gr4_25		16623.3	1421.85	1413.83	3913.7	6382.54
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		17727.3	1750	216.131	4125.48	649.43
SLE_rar_vento_gr4_25		16623.3	1421.85	1413.83	3913.7	6382.54
SLE_rar_gr4_centrif_17		16623.3	1400	189.655	3913.7	527.234
SLE_rar_vento_gr4_25		16623.3	1421.85	189.655	3913.7	6382.54
SLE_rar_vento_gr4_25		16623.3	1421.85	1413.83	3913.7	6382.54
SLE_rar_gr4_centrif_17		16623.3	1400	189.655	3913.7	527.234
SLE_rar_vento_gr4_25		16623.3	1421.85	1413.83	3913.7	6382.54
SLE_qp_gr1_Treno_44		12207.5	0	69.6861	3066.6	31.3587
SLE_qp_gr1+vento_48		12207.5	4.3707	314.521	3066.6	1202.42
SLE_qp_gr1+vento_48		12207.5	4.3707	314.521	3066.6	1202.42
SLE_qp_gr1_Treno_44		12207.5	0	69.6861	3066.6	31.3587
SLE_qp_gr1+vento_48		12207.5	4.3707	314.521	3066.6	1202.42
E_103x_SLD_q=1_69		12402.8	2577.6	877.093	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		12402.8	776.34	2189.76	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		12858.7	776.34	877.093	0	0

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	27990.7	875	216.163	23244.2	5470.07	
SLE_rar_gr3+vento_20	27990.7	1763.11	950.636	43442.9	25361.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	26886.8	1421.85	1413.83	35621	37911	
SLE_rar_gr3+vento_20	27990.7	1763.11	950.636	43442.9	25361.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	26886.8	1421.85	1413.83	35621	37911	
SLE_rar_gr4_centrif_17	26886.8	1400	189.655	35133.7	4756.54	
SLE_rar_vento_gr4_25	26886.8	1421.85	1413.83	35621	37911	
SLE_rar_vento_gr4_25	26886.8	1421.85	1413.83	35621	37911	
SLE_rar_vento_gr4_25	26886.8	1421.85	1413.83	35621	37911	
SLE_rar_vento_gr4_25	26886.8	1421.85	1413.83	35621	37911	
SLE_qp_gr1_Treno_44	22470.9	0	69.6861	3066.6	1585.36	
SLE_qp_gr1+vento_48	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24	
SLE_qp_gr1+vento_48	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24	
SLE_qp_gr1+vento_48	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24	
SLE_qp_gr1+vento_48	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24	
E_103x_SLD_q=1_69	22666.3	2577.6	877.093	49599.5	12961.5	
E_103y_SLD_q=1_70	22666.3	776.34	2189.76	17026.5	40399.5	
E_103z_SLD_q=1_71	23122.1	776.34	877.093	17026.5	12961.5	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	48030.5	875	216.163	25869.2	6118.56	
SLE_rar_gr3+vento_20	48030.5	1763.11	950.636	48732.2	28213.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	46926.5	1421.85	1413.83	39886.6	42152.5	
SLE_rar_gr3+vento_20	48030.5	1763.11	950.636	48732.2	28213.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	46926.5	1421.85	1413.83	39886.6	42152.5	
SLE_rar_gr4_centrif_17	46926.5	1400	189.655	39333.7	5325.51	
SLE_rar_vento_gr4_25	46926.5	1421.85	1413.83	39886.6	42152.5	
SLE_rar_vento_gr4_25	46926.5	1421.85	1413.83	39886.6	42152.5	
SLE_rar_vento_gr4_25	46926.5	1421.85	1413.83	39886.6	42152.5	
SLE_rar_vento_gr4_25	46926.5	1421.85	1413.83	39886.6	42152.5	
SLE_qp_gr1_Treno_44	42510.7	0	69.6861	3066.6	1794.42	
SLE_qp_gr1+vento_48	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81	
SLE_qp_gr1+vento_48	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81	
SLE_qp_gr1+vento_48	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81	
SLE_qp_gr1+vento_48	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81	
E_103x_SLD_q=1_69	43123.8	3609.65	1186.71	60428.4	16521.7	
E_103y_SLD_q=1_70	43123.8	1808.38	2499.37	22451.6	47897.6	
E_103z_SLD_q=1_71	44554.5	1808.38	1186.71	22451.6	16521.7	

Configurazione2

TESTA PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	16186.5	875	179.183	8235.1	478.909	
SLE_rar_gr3+vento_91	16186.5	1763.11	913.656	8628.85	3991.89	
SLE_rar_vento_gr4_96	15390.7	1421.85	1384.25	7516.4	6245.96	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	16186.5	1750	179.151	8628.85	478.704	
SLE_rar_vento_gr4_96	15390.7	1421.85	1384.25	7516.4	6245.96	
SLE_rar_gr4_centrif_88	15390.7	1400	160.071	7516.4	390.653	
SLE_rar_vento_gr4_96	15390.7	1421.85	1384.25	7516.4	6245.96	
SLE_rar_vento_gr4_96	15390.7	1421.85	1384.25	7516.4	6245.96	
SLE_rar_gr4_centrif_88	15390.7	1400	160.071	7516.4	390.653	
SLE_rar_vento_gr4_96	15390.7	1421.85	1384.25	7516.4	6245.96	
SLE_qp_gr1_Treno_115	12207.5	0	69.6861	3066.6	31.3587	
SLE_qp_gr1+vento_119	12207.5	4.3707	314.521	3066.6	1202.42	
SLE_qp_gr1+vento_119	12207.5	4.3707	314.521	3066.6	1202.42	
SLE_qp_gr1_Treno_115	12207.5	0	69.6861	3066.6	31.3587	
SLE_qp_gr1+vento_119	12207.5	4.3707	314.521	3066.6	1202.42	
E_103x_SLD_q=1_140	12900	2318.64	749.072	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141	12900	698.651	1763.03	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142	14515.9	698.651	749.072	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	26449.9	875	216.163	23244.2	5470.07	
SLE_rar_gr3+vento_91	26449.9	1763.11	913.656	47946.2	24366.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	25654.1	1421.85	1384.25	39223.7	37114.7	
SLE_rar_gr3+vento_91	26449.9	1763.11	913.656	47946.2	24366.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	25654.1	1421.85	1384.25	39223.7	37114.7	
SLE_rar_gr4_centrif_88	25654.1	1400	160.071	38736.4	3960.23	
SLE_rar_vento_gr4_96	25654.1	1421.85	1384.25	39223.7	37114.7	
SLE_rar_vento_gr4_96	25654.1	1421.85	1384.25	39223.7	37114.7	
SLE_rar_vento_gr4_96	25654.1	1421.85	1384.25	39223.7	37114.7	
SLE_rar_vento_gr4_96	25654.1	1421.85	1384.25	39223.7	37114.7	
SLE_qp_gr1_Treno_115	22470.9	0	69.6861	3066.6	1585.36	
SLE_qp_gr1+vento_119	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24	
SLE_qp_gr1+vento_119	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24	
SLE_qp_gr1+vento_119	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24	
SLE_qp_gr1+vento_119	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24	
E_103x_SLD_q=1_140	23163.5	2318.64	749.072	56146.7	12704.4	
E_103y_SLD_q=1_141	23163.5	698.651	1763.03	18990.6	39542.5	
E_103z_SLD_q=1_142	24779.4	698.651	749.072	18990.6	12704.4	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	46489.6	875	216.163	25869.2	6118.56	
SLE_rar_gr3+vento_91	46489.6	1763.11	913.656	53235.6	27107.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	45693.8	1421.85	1384.25	43489.3	41267.4	
SLE_rar_gr3+vento_91	46489.6	1763.11	913.656	53235.6	27107.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	45693.8	1421.85	1384.25	43489.3	41267.4	
SLE_rar_gr4_centrif_88	45693.8	1400	160.071	42936.4	4440.45	
SLE_rar_vento_gr4_96	45693.8	1421.85	1384.25	43489.3	41267.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	45693.8	1421.85	1384.25	43489.3	41267.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	45693.8	1421.85	1384.25	43489.3	41267.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	45693.8	1421.85	1384.25	43489.3	41267.4	
SLE_qp_gr1_Treno_115	42510.7	0	69.6861	3066.6	1794.42	
SLE_qp_gr1+vento_119	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81	
SLE_qp_gr1+vento_119	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81	
SLE_qp_gr1+vento_119	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81	
SLE_qp_gr1+vento_119	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81	
E_103x_SLD_q=1_140	43621	3350.68	1058.69	66198.7	15880.5	
E_103y_SLD_q=1_141	43621	1730.7	2072.64	24182.7	45760.4	
E_103z_SLD_q=1_142	46211.8	1730.7	1058.69	24182.7	15880.5	

Configurazione3

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156		17727.3	875	216.163	3731.73	649.635	
SLE_rar_gr3+vento_162		17727.3	1763.11	950.636	4125.48	4162.62	
SLE_rar_vento_gr4_167		16623.3	1421.85	1413.83	3913.7	6382.54	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158		17727.3	1750	216.131	4125.48	649.43	
SLE_rar_vento_gr4_167		16623.3	1421.85	1413.83	3913.7	6382.54	
SLE_rar_gr4_centrif_159		16623.3	1400	189.655	3913.7	527.234	
SLE_rar_vento_gr4_167		16623.3	1421.85	1413.83	3913.7	6382.54	
SLE_rar_vento_gr4_167		16623.3	1421.85	1413.83	3913.7	6382.54	
SLE_rar_gr4_centrif_159		16623.3	1400	189.655	3913.7	527.234	
SLE_rar_vento_gr4_167		16623.3	1421.85	1413.83	3913.7	6382.54	
SLE_qp_gr1_Treno_186		12207.5	0	69.6861	3066.6	31.3587	
SLE_qp_gr1+vento_190		12207.5	4.3707	314.521	3066.6	1202.42	
SLE_qp_gr1+vento_190		12207.5	4.3707	314.521	3066.6	1202.42	
SLE_qp_gr1_Treno_186		12207.5	0	69.6861	3066.6	31.3587	
SLE_qp_gr1+vento_190		12207.5	4.3707	314.521	314.521	1202.42	
E_103x_SLD_q=1_211		12900	2318.64	749.072	0	0	
E_103y_SLD_q=1_212		12900	698.651	1763.03	0	0	
E_103z_SLD_q=1_213		14515.9	698.651	749.072	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	27990.7	875	216.163	23244.2	5470.07	
SLE_rar_gr3+vento_162	27990.7	1763.11	950.636	43442.9	25361.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	26886.8	1421.85	1413.83	35621	37911	
SLE_rar_gr3+vento_162	27990.7	1763.11	950.636	43442.9	25361.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	26886.8	1421.85	1413.83	35621	37911	
SLE_rar_gr4_centrif_159	26886.8	1400	189.655	35133.7	4756.54	
SLE_rar_vento_gr4_167	26886.8	1421.85	1413.83	35621	37911	
SLE_rar_vento_gr4_167	26886.8	1421.85	1413.83	35621	37911	
SLE_rar_vento_gr4_167	26886.8	1421.85	1413.83	35621	37911	
SLE_rar_vento_gr4_167	26886.8	1421.85	1413.83	35621	37911	
SLE_qp_gr1_Treno_186	22470.9	0	69.6861	3066.6	1585.36	
SLE_qp_gr1+vento_190	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24	
SLE_qp_gr1+vento_190	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24	
SLE_qp_gr1+vento_190	22470.9	4.3707	314.521	3164.07	8216.24	
SLE_qp_gr1+vento_190	22470.9	4.3707	314.521	314.521	8216.24	
E_103x_SLD_q=1_211	23163.5	2318.64	749.072	56146.7	12704.4	
E_103y_SLD_q=1_212	23163.5	698.651	1763.03	18990.6	39542.5	
E_103z_SLD_q=1_213	24779.4	698.651	749.072	18990.6	12704.4	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	48030.5	875	216.163	25869.2	6118.56	
SLE_rar_gr3+vento_162	48030.5	1763.11	950.636	48732.2	28213.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	46926.5	1421.85	1413.83	39886.6	42152.5	
SLE_rar_gr3+vento_162	48030.5	1763.11	950.636	48732.2	28213.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	46926.5	1421.85	1413.83	39886.6	42152.5	
SLE_rar_gr4_centrif_159	46926.5	1400	189.655	39333.7	5325.51	
SLE_rar_vento_gr4_167	46926.5	1421.85	1413.83	39886.6	42152.5	
SLE_rar_vento_gr4_167	46926.5	1421.85	1413.83	39886.6	42152.5	
SLE_rar_vento_gr4_167	46926.5	1421.85	1413.83	39886.6	42152.5	
SLE_rar_vento_gr4_167	46926.5	1421.85	1413.83	39886.6	42152.5	
SLE_qp_gr1_Treno_186	42510.7	0	69.6861	3066.6	1794.42	
SLE_qp_gr1+vento_190	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81	
SLE_qp_gr1+vento_190	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81	
SLE_qp_gr1+vento_190	42510.7	4.3707	314.521	3177.18	9159.81	
SLE_qp_gr1+vento_190	42510.7	4.3707	314.521	314.521	9159.81	
E_103x_SLD_q=1_211	43621	3350.68	1058.69	66198.7	15880.5	
E_103y_SLD_q=1_212	43621	1730.7	2072.64	24182.7	45760.4	
E_103z_SLD_q=1_213	46211.8	1730.7	1058.69	24182.7	15880.5	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	REV. B

6.2.2 Stati limiti ultimi

Configurazione1

TESTA PILA							
			N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1			25425.2	1268.75	413.662	5392.7	987.072
A1_SLU_gr3+vento_7			25425.2	2557.17	1515.37	5963.64	6256.55
A1_SLU_vento_gr4_12			23824.5	2062.78	2192.28	5656.57	9583.91
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3			25425.2	2537.5	413.615	5963.64	986.775
A1_SLU_vento_gr4_12			23824.5	2062.78	2192.28	5656.57	9583.91
E_103x_SLV_q=1.5_60			12793.5	4614.5	1317.99	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61			12793.5	1387.41	3659.41	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62			14161	1387.41	1317.99	0	0
E_103x_SLV_q=1_66			12793.5	6919.91	1819	0	0
E_103y_SLV_q=1_67			12793.5	2079.03	5329.45	0	0
E_103z_SLV_q=1_68			14161	2079.03	1819	0	0
BASE PILA							
			N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1			39280.9	1268.75	413.662	33685.8	10211.7
A1_SLU_gr3+vento_7			39280.9	2557.17	1515.37	62988.5	40049.4
A1_SLU_vento_gr4_12			37680.1	2062.78	2192.28	51656.6	58471.8
A1_SLU_gr3+vento_7			39280.9	2557.17	1515.37	62988.5	40049.4
A1_SLU_vento_gr4_12			37680.1	2062.78	2192.28	51656.6	58471.8
E_103x_SLV_q=1.5_60			23057	4614.5	1317.99	86664.7	22348.7
E_103y_SLV_q=1.5_61			23057	1387.41	3659.41	28146	71689.9
E_103z_SLV_q=1.5_62			24424.4	1387.41	1317.99	28146	22348.7
E_103x_SLV_q=1_66			23057	6919.91	1819	128537	32946.9
E_103y_SLV_q=1_67			23057	2079.03	5329.45	40707.8	107017
E_103z_SLV_q=1_68			24424.4	2079.03	1819	40707.8	32946.9
BASE FONDAZIONE							
			N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1			66334.5	1268.75	413.662	37492.1	11452.7
A1_SLU_gr3+vento_7			66334.5	2557.17	1515.37	70660	44595.5
A1_SLU_vento_gr4_12			64733.8	2062.78	2192.28	57844.9	65048.6
A1_SLU_gr3+vento_7			66334.5	2557.17	1515.37	70660	44595.5
A1_SLU_vento_gr4_12			64733.8	2062.78	2192.28	57844.9	65048.6
E_103x_SLV_q=1.36_63			43325.3	7137.71	2036.99	116438	30574.3
E_103y_SLV_q=1.36_64			43325.3	3587.91	4612.56	41417.7	92576.3
E_103z_SLV_q=1.36_65			45226.2	3587.91	2036.99	41417.7	30574.3
E_103x_SLV_q=1_66			43325.3	8982.11	2437.66	155484	40259.8
E_103y_SLV_q=1_67			43325.3	4141.23	5948.11	53131.5	124862
E_103z_SLV_q=1_68			45226.2	4141.23	2437.66	53131.5	40259.8

Configurazione2

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	23191	1268.75	333.23	11922.6	727.455	
A1_SLU_gr3+vento_78	23191	2557.17	1434.94	12493.5	5996.94	
A1_SLU_vento_gr4_83	22037.1	2062.78	2127.93	10880.5	9376.22	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	23191	2537.5	333.183	12493.5	727.158	
A1_SLU_vento_gr4_83	22037.1	2062.78	2127.93	10880.5	9376.22	
E_103x_SLV_q=1.5_131	12793.5	4614.5	1317.99	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_132	12793.5	1387.41	3659.41	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_133	14161	1387.41	1317.99	0	0	
E_103x_SLV_q=1_137	12793.5	6919.91	1819	0	0	
E_103y_SLV_q=1_138	12793.5	2079.03	5329.45	0	0	
E_103z_SLV_q=1_139	14161	2079.03	1819	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	37046.7	1268.75	333.23	40215.7	8158.49	
A1_SLU_gr3+vento_78	37046.7	2557.17	1434.94	69518.4	37996.1	
A1_SLU_vento_gr4_83	35892.8	2062.78	2127.93	56880.5	56829.2	
A1_SLU_gr3+vento_78	37046.7	2557.17	1434.94	69518.4	37996.1	
A1_SLU_vento_gr4_83	35892.8	2062.78	2127.93	56880.5	56829.2	
E_103x_SLV_q=1.5_131	23057	4614.5	1317.99	86664.7	22348.7	
E_103y_SLV_q=1.5_132	23057	1387.41	3659.41	28146	71689.9	
E_103z_SLV_q=1.5_133	24424.4	1387.41	1317.99	28146	22348.7	
E_103x_SLV_q=1_137	23057	6919.91	1819	128537	32946.9	
E_103y_SLV_q=1_138	23057	2079.03	5329.45	40707.8	107017	
E_103z_SLV_q=1_139	24424.4	2079.03	1819	40707.8	32946.9	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	64100.3	1268.75	333.23	44022	9158.18	
A1_SLU_gr3+vento_78	64100.3	2557.17	1434.94	77189.9	42301	
A1_SLU_vento_gr4_83	62946.4	2062.78	2127.93	63068.8	63213	
A1_SLU_gr3+vento_78	64100.3	2557.17	1434.94	77189.9	42301	
A1_SLU_vento_gr4_83	62946.4	2062.78	2127.93	63068.8	63213	
E_103x_SLV_q=1.36_134	43325.3	7137.71	2036.99	116438	30574.3	
E_103y_SLV_q=1.36_135	43325.3	3587.91	4612.56	41417.7	92576.3	
E_103z_SLV_q=1.36_136	45226.2	3587.91	2036.99	41417.7	30574.3	
E_103x_SLV_q=1_137	43325.3	8982.11	2437.66	155484	40259.8	
E_103y_SLV_q=1_138	43325.3	4141.23	5948.11	53131.5	124862	
E_103z_SLV_q=1_139	45226.2	4141.23	2437.66	53131.5	40259.8	

Configurazione3

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	25425.2	1268.75	413.662	5392.7	987.072	
A1_SLU_gr3+vento_149	25425.2	2557.17	1515.37	5963.64	6256.55	
A1_SLU_vento_gr4_154	23824.5	2062.78	2192.28	5656.57	9583.91	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	25425.2	2537.5	413.615	5963.64	986.775	
A1_SLU_vento_gr4_154	23824.5	2062.78	2192.28	5656.57	9583.91	
E_103x_SLV_q=1.5_202	12793.5	4614.5	1317.99	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_203	12793.5	1387.41	3659.41	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_204	14161	1387.41	1317.99	0	0	
E_103x_SLV_q=1_208	12793.5	6919.91	1819	0	0	
E_103y_SLV_q=1_209	12793.5	2079.03	5329.45	0	0	
E_103z_SLV_q=1_210	14161	2079.03	1819	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	39280.9	1268.75	413.662	33685.8	10211.7	
A1_SLU_gr3+vento_149	39280.9	2557.17	1515.37	62988.5	40049.4	
A1_SLU_vento_gr4_154	37680.1	2062.78	2192.28	51656.6	58471.8	
A1_SLU_gr3+vento_149	39280.9	2557.17	1515.37	62988.5	40049.4	
A1_SLU_vento_gr4_154	37680.1	2062.78	2192.28	51656.6	58471.8	
E_103x_SLV_q=1.5_202	23057	4614.5	1317.99	86664.7	22348.7	
E_103y_SLV_q=1.5_203	23057	1387.41	3659.41	28146	71689.9	
E_103z_SLV_q=1.5_204	24424.4	1387.41	1317.99	28146	22348.7	
E_103x_SLV_q=1_208	23057	6919.91	1819	128537	32946.9	
E_103y_SLV_q=1_209	23057	2079.03	5329.45	40707.8	107017	
E_103z_SLV_q=1_210	24424.4	2079.03	1819	40707.8	32946.9	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	66334.5	1268.75	413.662	37492.1	11452.7	
A1_SLU_gr3+vento_149	66334.5	2557.17	1515.37	70660	44595.5	
A1_SLU_vento_gr4_154	64733.8	2062.78	2192.28	57844.9	65048.6	
A1_SLU_gr3+vento_149	66334.5	2557.17	1515.37	70660	44595.5	
A1_SLU_vento_gr4_154	64733.8	2062.78	2192.28	57844.9	65048.6	
E_103x_SLV_q=1.36_205	43325.3	7137.71	2036.99	116438	30574.3	
E_103y_SLV_q=1.36_206	43325.3	3587.91	4612.56	41417.7	92576.3	
E_103z_SLV_q=1.36_207	45226.2	3587.91	2036.99	41417.7	30574.3	
E_103x_SLV_q=1_208	43325.3	8982.11	2437.66	155484	40259.8	
E_103y_SLV_q=1_209	43325.3	4141.23	5948.11	53131.5	124862	
E_103z_SLV_q=1_210	45226.2	4141.23	2437.66	53131.5	40259.8	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	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	340 Φ 30 interasse 10 cm*	Φ 12/15	8.7 cm
plinto	Trasv: 6 strati Φ 30/10 Long 6 trati Φ 30/10	-	8.7 cm
pali	80 Φ 30 interasse 10 cm*	Φ 12/20	9.7 cm

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

Le spille adottate sono disposte nel rispetto della norma vigente.

8. FUSTO PILA

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

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

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

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

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	REV. B

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

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

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

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

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	REV. B

8.1 Modellazione

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

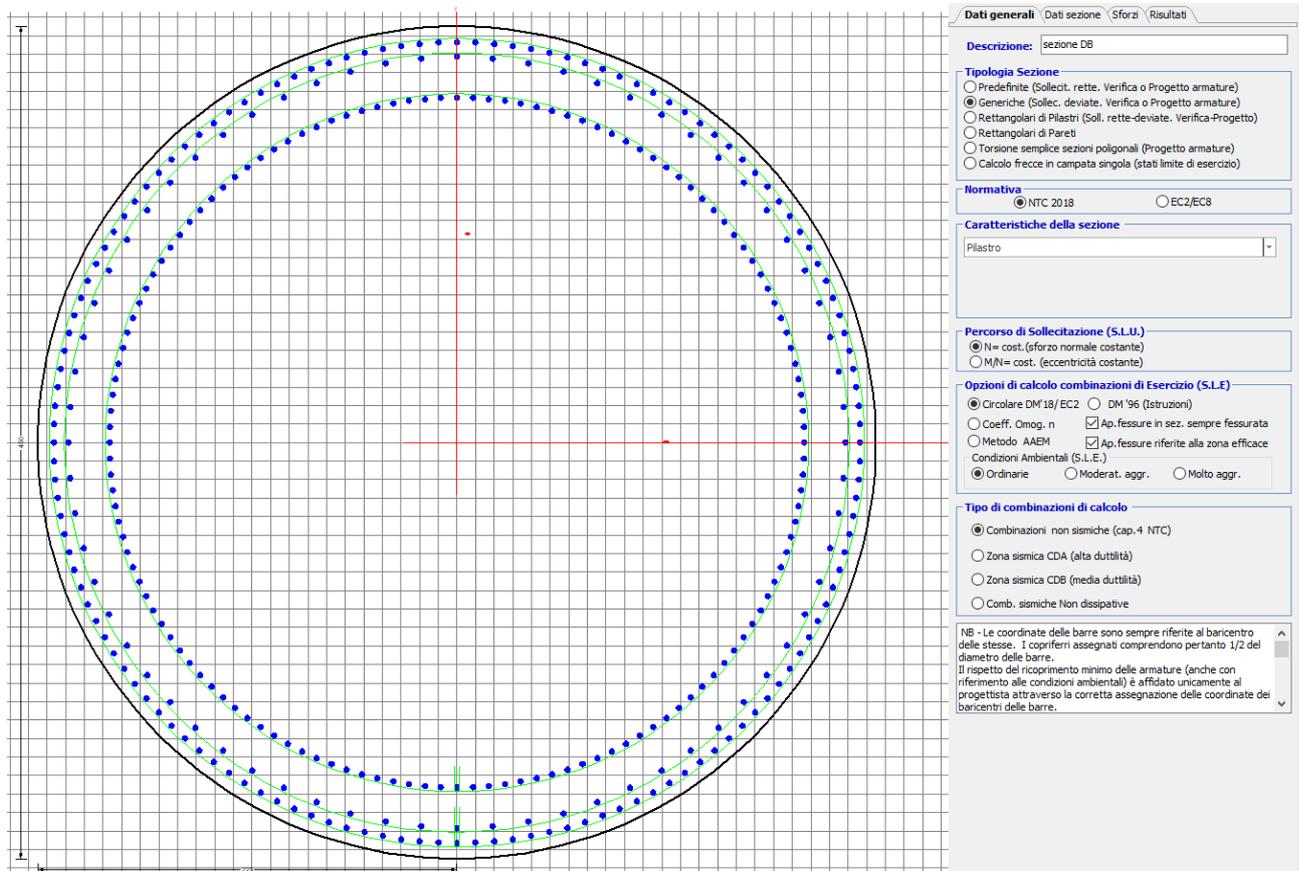


Figura 12 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 340 di diametro $\Phi 30$ che corrispondono ad un passo di 20cm lungo il bordo esterno e speculari internamente alla sezione.

8.2 Verifica a presso flessione

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

Descrizione Sezione:	sezione DB
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.: 225.0 cm
X centro circ.: 0.0 cm
Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	216.5	136	30
2	0.0	0.0	186.5	136	30
3	0.0	0.0	208.5	68	30

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)

Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X' // asse X coordinate
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.

My Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y' // asse Y coord.
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

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

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

N°Comb.	N	MX	MY	VY	VX
1	39280.88	33685.83	10211.74	0.00	0.00
2	39280.88	62988.49	40049.39	0.00	0.00
3	37680.14	51656.57	58471.77	0.00	0.00
4	39280.88	62988.49	40049.39	0.00	0.00
5	37680.14	51656.57	58471.77	0.00	0.00
6	23056.98	86664.66	22348.65	0.00	0.00
7	23056.98	28146.02	71689.86	0.00	0.00
8	24424.40	28146.02	22348.65	0.00	0.00
9	37046.66	40215.72	8158.49	0.00	0.00
10	37046.66	69518.38	37996.13	0.00	0.00
11	35892.76	56880.48	56829.16	0.00	0.00
12	37046.66	69518.38	37996.13	0.00	0.00
13	35892.76	56880.48	56829.16	0.00	0.00
14	23056.98	86664.66	22348.65	0.00	0.00
15	23056.98	28146.02	71689.86	0.00	0.00
16	24424.40	28146.02	22348.65	0.00	0.00
17	39280.88	33685.83	10211.74	0.00	0.00
18	39280.88	62988.49	40049.39	0.00	0.00
19	37680.14	51656.57	58471.77	0.00	0.00
20	39280.88	62988.49	40049.39	0.00	0.00
21	37680.14	51656.57	58471.77	0.00	0.00
22	23056.98	86664.66	22348.65	0.00	0.00
23	23056.98	28146.02	71689.86	0.00	0.00
24	24424.40	28146.02	22348.65	0.00	0.00

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

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

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

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

N°Comb.	N	MX	MY
1	27990.74	23244.23	5470.07
2	27990.74	43442.88	25361.81
3	26886.78	35621.03	37910.97
4	27990.74	43442.88	25361.81
5	26886.78	35621.03	37910.97
6	26449.90	23244.23	5470.07
7	26449.90	47946.25	24366.42
8	25654.11	39223.73	37114.67
9	26449.90	47946.25	24366.42
10	25654.11	39223.73	37114.67
11	27990.74	23244.23	5470.07
12	27990.74	43442.88	25361.81
13	26886.78	35621.03	37910.97
14	27990.74	43442.88	25361.81
15	26886.78	35621.03	37910.97
16	22666.29	49599.46	12961.54
17	22666.29	17026.46	40399.48
18	23122.10	17026.46	12961.54

19	23163.47	56146.68	12704.44
20	23163.47	18990.62	39542.48
21	24779.38	18990.62	12704.44
22	23163.47	56146.68	12704.44
23	23163.47	18990.62	39542.48
24	24779.38	18990.62	12704.44

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	26886.78	35133.70 (69622.91)	4756.54 (9425.83)
2	26886.78	35621.03 (37297.05)	37910.97 (39694.74)
3	26886.78	35621.03 (37297.05)	37910.97 (39694.74)
4	26886.78	35621.03 (37297.05)	37910.97 (39694.74)
5	26886.78	35621.03 (37297.05)	37910.97 (39694.74)
6	25654.11	38736.40 (62435.42)	3960.23 (6383.11)
7	25654.11	39223.73 (38082.92)	37114.67 (36035.20)
8	25654.11	39223.73 (38082.92)	37114.67 (36035.20)
9	25654.11	39223.73 (38082.92)	37114.67 (36035.20)
10	25654.11	39223.73 (38082.92)	37114.67 (36035.20)
11	26886.78	35133.70 (69622.91)	4756.54 (9425.83)
12	26886.78	35621.03 (37297.05)	37910.97 (39694.74)
13	26886.78	35621.03 (37297.05)	37910.97 (39694.74)
14	26886.78	35621.03 (37297.05)	37910.97 (39694.74)
15	26886.78	35621.03 (37297.05)	37910.97 (39694.74)

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	22470.94	3066.60 (0.00)	1585.36 (0.00)
2	22470.94	3164.07 (0.00)	8216.24 (0.00)
3	22470.94	3164.07 (0.00)	8216.24 (0.00)
4	22470.94	3164.07 (0.00)	8216.24 (0.00)
5	22470.94	3164.07 (0.00)	8216.24 (0.00)
6	22470.94	3066.60 (0.00)	1585.36 (0.00)
7	22470.94	3164.07 (0.00)	8216.24 (0.00)
8	22470.94	3164.07 (0.00)	8216.24 (0.00)
9	22470.94	3164.07 (0.00)	8216.24 (0.00)
10	22470.94	3164.07 (0.00)	8216.24 (0.00)
11	22470.94	3066.60 (0.00)	1585.36 (0.00)
12	22470.94	3164.07 (0.00)	8216.24 (0.00)
13	22470.94	3164.07 (0.00)	8216.24 (0.00)
14	22470.94	3164.07 (0.00)	8216.24 (0.00)
15	22470.94	314.52 (0.00)	8216.24 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 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 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	39280.88	33685.83	10211.74	39281.12	194582.19(194582.19)	58988.55(58988.55)	5.782403.3(477.1)	
2	S	39280.88	62988.49	40049.39	39280.65	171584.45(171584.45)	109093.04(109093.04)	2.722403.3(477.1)	
3	S	37680.14	51656.57	58471.77	37680.13	133692.37(133692.37)	151332.38(151332.38)	2.592403.3(477.1)	
4	S	39280.88	62988.49	40049.39	39280.65	171584.45(171584.45)	109093.04(109093.04)	2.722403.3(477.1)	
5	S	37680.14	51656.57	58471.77	37680.13	133692.37(133692.37)	151332.38(151332.38)	2.592403.3(477.1)	
6	S	23056.98	86664.66	22348.65	23057.09	181945.71(181945.71)	46918.01(46918.01)	2.102403.3(477.1)	
7	S	23056.98	28146.02	71689.86	23057.20	68679.45(68679.45)	174920.73(174920.73)	2.442403.3(477.1)	
8	S	24424.40	28146.02	22348.65	24424.42	148247.53(148247.53)	117720.76(117720.76)	5.272403.3(477.1)	
9	S	37046.66	40215.72	8158.49	37046.62	197343.80(197343.80)	40047.78(40047.78)	4.912403.3(477.1)	
10	S	37046.66	69518.38	37996.13	37046.84	176692.44(176692.44)	96581.33(96581.33)	2.542403.3(477.1)	
11	S	35892.76	56880.48	56829.16	35892.70	141718.42(141718.42)	141589.36(141589.36)	2.492403.3(477.1)	
12	S	37046.66	69518.38	37996.13	37046.84	176692.44(176692.44)	96581.33(96581.33)	2.542403.3(477.1)	
13	S	35892.76	56880.48	56829.16	35892.70	141718.42(141718.42)	141589.36(141589.36)	2.492403.3(477.1)	
14	S	23056.98	86664.66	22348.65	23057.09	181945.71(181945.71)	46918.01(46918.01)	2.102403.3(477.1)	
15	S	23056.98	28146.02	71689.86	23057.20	68679.45(68679.45)	174920.73(174920.73)	2.442403.3(477.1)	
16	S	24424.40	28146.02	22348.65	24424.42	148247.53(148247.53)	117720.76(117720.76)	5.272403.3(477.1)	
17	S	39280.88	33685.83	10211.74	39281.12	194582.19(194582.19)	58988.55(58988.55)	5.782403.3(477.1)	
18	S	39280.88	62988.49	40049.39	39280.65	171584.45(171584.45)	109093.04(109093.04)	2.722403.3(477.1)	
19	S	37680.14	51656.57	58471.77	37680.13	133692.37(133692.37)	151332.38(151332.38)	2.592403.3(477.1)	
20	S	39280.88	62988.49	40049.39	39280.65	171584.45(171584.45)	109093.04(109093.04)	2.722403.3(477.1)	
21	S	37680.14	51656.57	58471.77	37680.13	133692.37(133692.37)	151332.38(151332.38)	2.592403.3(477.1)	

22	S	23056.98	86664.66	22348.65	23057.09	181945.71(181945.71)	46918.01(46918.01)	2.102403.3(477.1)
23	S	23056.98	28146.02	71689.86	23057.20	68679.45(68679.45)	174920.73(174920.73)	2.442403.3(477.1)
24	S	24424.40	28146.02	22348.65	24424.42	148247.53(148247.53)	117720.76(117720.76)	5.272403.3(477.1)

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	65.3	199.9	0.00330	59.2	208.2	-0.00681	-59.2	-208.2
2	0.00350	120.7	80.9	0.00330	114.0	184.1	-0.00681	-114.0	-184.1
3	0.00350	168.6	80.9	0.00330	160.0	145.9	-0.00693	-160.0	-145.9
4	0.00350	120.7	80.9	0.00330	114.0	184.1	-0.00681	-114.0	-184.1
5	0.00350	168.6	80.9	0.00330	160.0	145.9	-0.00693	-160.0	-145.9
6	0.00350	56.2	199.9	0.00327	49.6	210.7	-0.00821	-49.6	-210.7
7	0.00350	209.4	80.9	0.00327	201.9	78.2	-0.00821	-201.9	-78.2
8	0.00350	139.9	80.9	0.00328	138.3	166.6	-0.00807	-138.3	-166.6
9	0.00350	44.7	80.9	0.00330	39.8	212.8	-0.00698	-39.8	-212.8
10	0.00350	107.9	80.9	0.00330	105.3	189.1	-0.00699	-105.3	-189.1
11	0.00350	159.0	199.9	0.00330	153.1	153.1	-0.00708	-153.1	-153.1
12	0.00350	107.9	80.9	0.00330	105.3	189.1	-0.00699	-105.3	-189.1
13	0.00350	159.0	80.9	0.00330	153.1	153.1	-0.00708	-153.1	-153.1
14	0.00350	56.2	80.9	0.00327	49.6	210.7	-0.00821	-49.6	-210.7
15	0.00350	209.4	8.6	0.00327	201.9	78.2	-0.00821	-201.9	-78.2
16	0.00350	139.9	217.7	0.00328	138.3	166.6	-0.00807	-138.3	-166.6
17	0.00350	65.3	87.4	0.00330	59.2	208.2	-0.00681	-59.2	-208.2
18	0.00350	120.7	179.0	0.00330	114.0	184.1	-0.00681	-114.0	-184.1
19	0.00350	168.6	219.5	0.00330	160.0	145.9	-0.00693	-160.0	-145.9
20	0.00350	120.7	97.4	0.00330	114.0	184.1	-0.00681	-114.0	-184.1
21	0.00350	168.6	187.0	0.00330	160.0	145.9	-0.00693	-160.0	-145.9
22	0.00350	56.2	219.5	0.00327	49.6	210.7	-0.00821	-49.6	-210.7
23	0.00350	209.4	97.4	0.00327	201.9	78.2	-0.00821	-201.9	-78.2
24	0.00350	139.9	187.0	0.00328	138.3	166.6	-0.00807	-138.3	-166.6

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	0.000006777	0.000022356	-0.001756084	----	----
2	0.000012534	0.000019713	-0.001756078	----	----
3	0.000017713	0.000015649	-0.001818008	----	----
4	0.000012534	0.000019713	-0.001756078	----	----
5	0.000017713	0.000015649	-0.001818008	----	----
6	0.000006622	0.000025679	-0.002466870	----	----
7	0.000024684	0.000009691	-0.002466626	----	----

8	0.000016304	0.000020533	-0.002399223	----	----
9	0.000004721	0.000023273	-0.001843041	----	----
10	0.000011390	0.000020840	-0.001843556	----	----
11	0.000016932	0.000016947	-0.001890078	----	----
12	0.000011390	0.000020840	-0.001843556	----	----
13	0.000016932	0.000016947	-0.001890078	----	----
14	0.000006622	0.000025679	-0.002466870	----	----
15	0.000024684	0.000009691	-0.002466626	----	----
16	0.000016304	0.000020533	-0.002399223	----	----
17	0.000006777	0.000022356	-0.001756084	----	----
18	0.000012534	0.000019713	-0.001756078	----	----
19	0.000017713	0.000015649	-0.001818008	----	----
20	0.000012534	0.000019713	-0.001756078	----	----
21	0.000017713	0.000015649	-0.001818008	----	----
22	0.000006622	0.000025679	-0.002466870	----	----
23	0.000024684	0.000009691	-0.002466626	----	----
24	0.000016304	0.000020533	-0.002399223	----	----

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.42	51.5	0.0	-7.7	-49.6	-210.7	2839	134.3
2	S	6.48	113.4	0.0	-73.1	-105.3	-189.1	14067	501.9
3	S	6.70	164.0	0.0	-81.9	-160.0	-145.9	14715	523.1
4	S	6.48	113.4	0.0	-73.1	-105.3	-189.1	14067	501.9
5	S	6.70	164.0	0.0	-81.9	-160.0	-145.9	14715	523.1
6	S	3.36	51.5	0.0	-9.4	-49.6	-210.7	3646	162.6
7	S	6.92	101.9	0.0	-89.0	-96.5	-193.8	15104	537.2
8	S	6.94	154.6	0.0	-92.4	-145.9	-160.0	15352	537.2
9	S	6.92	101.9	0.0	-89.0	-96.5	-193.8	15104	537.2
10	S	6.94	154.6	0.0	-92.4	-145.9	-160.0	15352	537.2
11	S	3.42	51.5	0.0	-7.7	-49.6	-210.7	2839	134.3
12	S	6.48	113.4	0.0	-73.1	-105.3	-189.1	14067	501.9
13	S	6.70	164.0	0.0	-81.9	-160.0	-145.9	14715	523.1
14	S	6.48	113.4	0.0	-73.1	-105.3	-189.1	14067	501.9
15	S	6.70	164.0	0.0	-81.9	-160.0	-145.9	14715	523.1
16	S	6.59	56.9	0.0	-93.5	-59.2	-208.2	15825	558.4
17	S	5.64	207.3	0.0	-69.0	-198.1	-87.4	14710	523.1
18	S	2.99	136.3	0.0	-9.1	-130.5	-172.8	4026	183.8
19	S	7.39	49.7	0.0	-113.1	-49.6	-210.7	16362	572.6
20	S	5.65	202.8	0.0	-67.5	-193.8	-96.5	14535	516.0
21	S	3.19	125.1	0.0	-9.6	-122.4	-178.6	3962	176.7
22	S	7.39	49.7	0.0	-113.1	-49.6	-210.7	16362	572.6
23	S	5.65	202.8	0.0	-67.5	-193.8	-96.5	14535	516.0
24	S	3.19	125.1	0.0	-9.6	-122.4	-178.6	3962	176.7

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
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 = 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	-0.00004	0	0.833	30.0	70	0.00002 (0.00002)	418	0.010 (990.00)	135901.49	31981.73
2	S	-0.00038	0	0.833	30.0	70	0.00022 (0.00022)	476	0.104 (990.00)	48837.43	28511.13
3	S	-0.00043	0	0.833	30.0	70	0.00025 (0.00025)	477	0.117 (990.00)	37297.05	39694.74
4	S	-0.00038	0	0.833	30.0	70	0.00022 (0.00022)	476	0.104 (990.00)	48837.43	28511.13
5	S	-0.00043	0	0.833	30.0	70	0.00025 (0.00025)	477	0.117 (990.00)	37297.05	39694.74
6	S	-0.00005	0	0.833	30.0	70	0.00003 (0.00003)	429	0.012 (990.00)	117773.44	27715.65
7	S	-0.00046	0	0.833	30.0	70	0.00027 (0.00027)	477	0.127 (990.00)	47450.52	24114.49
8	S	-0.00048	0	0.833	30.0	70	0.00028 (0.00028)	481	0.133 (990.00)	38082.92	36035.20
9	S	-0.00046	0	0.833	30.0	70	0.00027 (0.00027)	477	0.127 (990.00)	47450.52	24114.49
10	S	-0.00048	0	0.833	30.0	70	0.00028 (0.00028)	481	0.133 (990.00)	38082.92	36035.20
11	S	-0.00004	0	0.833	30.0	70	0.00002 (0.00002)	418	0.010 (990.00)	135901.49	31981.73
12	S	-0.00038	0	0.833	30.0	70	0.00022 (0.00022)	476	0.104 (990.00)	48837.43	28511.13
13	S	-0.00043	0	0.833	30.0	70	0.00025 (0.00025)	477	0.117 (990.00)	37297.05	39694.74
14	S	-0.00038	0	0.833	30.0	70	0.00022 (0.00022)	476	0.104 (990.00)	48837.43	28511.13
15	S	-0.00043	0	0.833	30.0	70	0.00025 (0.00025)	477	0.117 (990.00)	37297.05	39694.74
16	S	-0.00049	0	0.833	30.0	70	0.00028 (0.00028)	479	0.134 (990.00)	49272.19	12876.02
17	S	-0.00036	0	0.833	30.0	70	0.00021 (0.00021)	477	0.099 (990.00)	21156.82	50199.77
18	S	-0.00005	0	0.833	30.0	70	0.00003 (0.00003)	424	0.012 (990.00)	91160.16	69396.46
19	S	-0.00059	0	0.833	30.0	70	0.00034 (0.00034)	481	0.163 (990.00)	48010.22	10863.38
20	S	-0.00035	0	0.833	30.0	70	0.00020 (0.00020)	477	0.097 (990.00)	23828.48	49615.92
21	S	-0.00005	0	0.833	30.0	70	0.00003 (0.00003)	429	0.012 (990.00)	95971.91	64203.77
22	S	-0.00059	0	0.833	30.0	70	0.00034 (0.00034)	481	0.163 (990.00)	48010.22	10863.38
23	S	-0.00035	0	0.833	30.0	70	0.00020 (0.00020)	477	0.097 (990.00)	23828.48	49615.92
24	S	-0.00005	0	0.833	30.0	70	0.00003 (0.00003)	429	0.012 (990.00)	95971.91	64203.77

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	4.64	30.2	0.0	-33.3	-29.9	-214.4	9800	381.7
2	S	6.70	164.0	0.0	-81.9	-160.0	-145.9	14715	523.1
3	S	6.70	164.0	0.0	-81.9	-160.0	-145.9	14715	523.1
4	S	6.70	164.0	0.0	-81.9	-160.0	-145.9	14715	523.1
5	S	6.70	164.0	0.0	-81.9	-160.0	-145.9	14715	523.1
6	S	5.05	22.9	0.0	-45.6	-20.0	-215.6	12045	452.4
7	S	6.94	154.6	0.0	-92.4	-145.9	-160.0	15352	537.2
8	S	6.94	154.6	0.0	-92.4	-145.9	-160.0	15352	537.2
9	S	6.94	154.6	0.0	-92.4	-145.9	-160.0	15352	537.2
10	S	6.94	154.6	0.0	-92.4	-145.9	-160.0	15352	537.2
11	S	4.64	30.2	0.0	-33.3	-29.9	-214.4	9800	381.7
12	S	6.70	164.0	0.0	-81.9	-160.0	-145.9	14715	523.1
13	S	6.70	164.0	0.0	-81.9	-160.0	-145.9	14715	523.1
14	S	6.70	164.0	0.0	-81.9	-160.0	-145.9	14715	523.1
15	S	6.70	164.0	0.0	-81.9	-160.0	-145.9	14715	523.1

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	-0.00018	0	0.833	30.0	70	0.00010 (0.00010)	456	0.046 (0.20)	69622.91	9425.83
2	S	-0.00043	0	0.833	30.0	70	0.00025 (0.00025)	477	0.117 (0.20)	37297.05	39694.74
3	S	-0.00043	0	0.833	30.0	70	0.00025 (0.00025)	477	0.117 (0.20)	37297.05	39694.74
4	S	-0.00043	0	0.833	30.0	70	0.00025 (0.00025)	477	0.117 (0.20)	37297.05	39694.74
5	S	-0.00043	0	0.833	30.0	70	0.00025 (0.00025)	477	0.117 (0.20)	37297.05	39694.74
6	S	-0.00024	0	0.833	30.0	70	0.00014 (0.00014)	464	0.064 (0.20)	62435.42	6383.11
7	S	-0.00048	0	0.833	30.0	70	0.00028 (0.00028)	481	0.133 (0.20)	38082.92	36035.20
8	S	-0.00048	0	0.833	30.0	70	0.00028 (0.00028)	481	0.133 (0.20)	38082.92	36035.20
9	S	-0.00048	0	0.833	30.0	70	0.00028 (0.00028)	481	0.133 (0.20)	38082.92	36035.20
10	S	-0.00048	0	0.833	30.0	70	0.00028 (0.00028)	481	0.133 (0.20)	38082.92	36035.20
11	S	-0.00018	0	0.833	30.0	70	0.00010 (0.00010)	456	0.046 (0.20)	69622.91	9425.83
12	S	-0.00043	0	0.833	30.0	70	0.00025 (0.00025)	477	0.117 (0.20)	37297.05	39694.74
13	S	-0.00043	0	0.833	30.0	70	0.00025 (0.00025)	477	0.117 (0.20)	37297.05	39694.74
14	S	-0.00043	0	0.833	30.0	70	0.00025 (0.00025)	477	0.117 (0.20)	37297.05	39694.74
15	S	-0.00043	0	0.833	30.0	70	0.00025 (0.00025)	477	0.117 (0.20)	37297.05	39694.74

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	1.43	103.3	0.0	13.2	-96.5	-193.8	---	---
2	S	1.87	210.0	0.0	6.9	-201.9	-78.2	---	---
3	S	1.87	210.0	0.0	6.9	-201.9	-78.2	---	---
4	S	1.87	210.0	0.0	6.9	-201.9	-78.2	---	---
5	S	1.87	210.0	0.0	6.9	-201.9	-78.2	---	---
6	S	1.43	103.3	0.0	13.2	-96.5	-193.8	---	---
7	S	1.87	210.0	0.0	6.9	-201.9	-78.2	---	---
8	S	1.87	210.0	0.0	6.9	-201.9	-78.2	---	---
9	S	1.87	210.0	0.0	6.9	-201.9	-78.2	---	---
10	S	1.87	210.0	0.0	6.9	-201.9	-78.2	---	---
11	S	1.43	103.3	0.0	13.2	-96.5	-193.8	---	---
12	S	1.87	210.0	0.0	6.9	-201.9	-78.2	---	---
13	S	1.87	210.0	0.0	6.9	-201.9	-78.2	---	---
14	S	1.87	210.0	0.0	6.9	-201.9	-78.2	---	---
15	S	1.82	224.8	0.0	7.6	-216.3	-10.0	---	---

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

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	REV. B

8.3 Verifica a taglio

diametro armature trasversale	φ	12	mm
bracci staffe	bs	4	
area armature trasversale	A_{sw}	5	cm ²
passo staffe	s	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	$z=0.9d$	327	cm
larghezza biella	bw	379	cm
inclinazione staffe	α	90	gradi
inclinazione biella	ϑ	22	gradi
resistenza puntoni	V_c	38660	kN
resistenza staffe	V_s	9629	kN
taglio resisistente	V_r	9629	kN
taglio massimo agente	V_{ed}	7155	kN
	V_{ed}/V_{rd}	0.74	
Direzione Trasversale			
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	327	cm
larghezza biella	bw	379	cm
inclinazione biella	ϑ	22	gradi
resistenza puntoni	V_c	38660	kN
resistenza staffe	V_s	9629	kN
taglio resisistente	V_r	9629	kN
taglio massimo agente	V_{ed}	5721	kN
	V_{ed}/V_{rd}	0.59	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	REV. B

8.4 Verifica minimi di armatura

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

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

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

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

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	REV. B

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

minimi per armatura flessionale			
numero di ferri longitudinali	n	340	
diametro del ferro longitudinale	fi	30	mm
diametro minimo armatura a taglio	fi	8	mm
passo massimo longitudinale	p	30	cm
area dell'armatura longitudinale	As	240332	mm ²
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	15900000.00	mm ³
		1.51%	>0.6%
minimi per confinamento se $q \leq 1.5$			
accelerazione al suolo per SLV	ag	0.14	g
coefficiente di verifica	ζ	0.03	
interasse staffe	s	150	mm
diametro armature trasversale	φ	12	mm
Area della singola staffa	Asw	1.131	mm ²
Area totale staffe	Asw	2.26	mm ²
area totale legature	Asl	16.08	mm ²
percentuale meccanica arm. Trasv	wwd,r	0.0565	

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	REV. B

8.5 Verifica spostamenti

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

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

dove:

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

spostamento longitudinale indotto dal moto relativo delle pile				
categoria di terreno			C	
periodo inizio tratto velocità costante		TC	0.613	s
periodo tratto a spostamento costante		TD	1.970	s
coef. categoria e topografia terreno		S	1.5	
accelerazione orizzontale max al sito		ag	0.139	g
periodo di vibrare longitudinale		T1	0.87	sec
fattore di struttura		q	1.5	
fattore di duttilità in spostamento		μ	1.5	
accelerazione di riferimento pila dir. long		ag (I)	0.19	g
		w	0.14	sec
			0.04	m
spostamento SLV relativo all'analisi spettrale		dEe	0.0000	m
spostamento totale relativo		dEd	0.0533	m

spostamento longitudinale indotto dal moto relativo del terreno			
spostamento massimo orizz. del terreno	dg	0.0617	m
spostamenti massimi terreno punto i	dji	0.062	m
spostamenti massimi terreno punto j	dgi	0.062	m
velocità prop. onde di taglio nel terreno	vs	270	m/s
distanza tra i-esima tra punto i j (dist. Pile)	x	40	m
per suoli differenti o distanza <20m	dij0	0.0000	m
su stesso suolo	dij0	0.0012	m
formulazione adottata		(3.2.16)	
	dij, max	0.1091	m
spost. relativo tra due punti dipendenti	di(x)	0.031	m

spostamento longitudinale relativo alla termica			
variazione termica uniforme	DT	20	°C
coefficiente di dilatazione termica	α	1.20E-05	1/°C
dilatazione termica	Dt	0.010	m
dilatazione termica incrementata del 50%	Dt	0.014	m
spostamento longitudinale finale			
coefficiente non contemporaneità del moto	K1	0.45	
coefficiente controfase pile	k2	0.55	
spostamento longitudinale minimo	EL min	0.17	m
spostamento long di calcolo	EL	0.16	m
spostamento longitudinale	EL	16.500	m
altri spostamenti longitudinali			
escursione longitudinale giunto	Eg	± 9.3	cm
corsa appoggi mobili	Cap	± 10.3	cm
ampiezza dei varchi	v	10.3	cm

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	REV. B

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

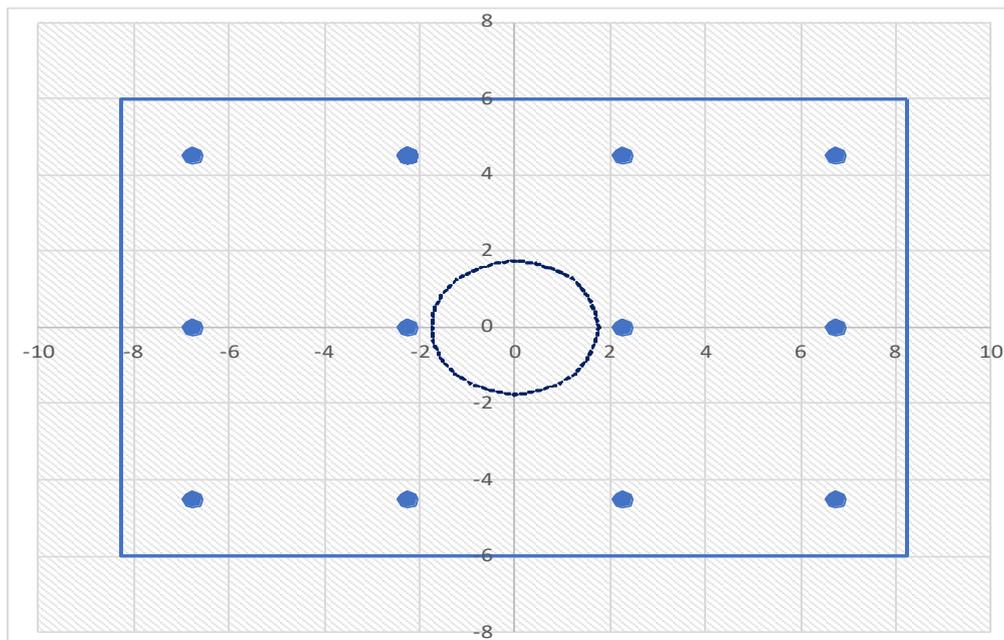
$$E_L \geq 2,30 \cdot \frac{L}{1000} + 0,073 \text{ e } E_L \geq 0,10m$$

L imp (m)	EL (cm)	Corsa appoggi (cm)	Escursione giunti (cm)	Varco (cm)
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. PLINTO DI FONDAZIONE

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

numero di pali	n.	12		
diametro pali	D	1.5	m	
interasse pali	i	4.5	m	
altezza plinto di fondazione	h	3	m	
Check verifica				
sbalzo direzione trasversale	at	4.5	m	
sbalzo direzione longitudinale	al	2.25	m	
direzione trasversale	a/h	1.5	<i>Plinto basso</i>	
direzione longitudinale	a/h	0.75	<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	2.25	4.5	7821.0	6011.2	8227.7
2	2.25	-4.5	3895.4	3059.5	-410.3
3	6.75	4.5	8481.7	7861.0	8824.1
4	6.75	-4.5	4556.1	4909.3	186.1
5	-6.75	-4.5	2574.1	-640.1	-1603.2
6	-6.75	4.5	6499.6	2311.6	7034.8
7	6.75	0	6518.9	6385.1	4505.1
8	-6.75	0	4536.9	835.7	2715.8
9	-2.25	0	5197.5	2685.5	3312.2
10	2.25	0	5858.2	4535.3	3908.7
11	-2.25	-4.5	3234.8	1209.7	-1006.8
12	-2.25	4.5	7160.3	4161.4	7631.2
	taglio combinato in		247.7043	603.9788	775.584
Scarichi $q=1$ se plinto tozzo e verifica a taglio					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	2.25	4.5	5542.9	6011.2	8227.7
2	2.25	-4.5	2591.2	3059.5	-410.3
3	6.75	4.5	6139.4	7861.0	8824.1
4	6.75	-4.5	3187.6	4909.3	186.1
5	-6.75	-4.5	1398.3	-640.1	-1603.2
6	-6.75	4.5	4350.1	2311.6	7034.8
7	6.75	0	4663.5	6385.1	4505.1
8	-6.75	0	2874.2	835.7	2715.8
9	-2.25	0	3470.6	2685.5	3312.2
10	2.25	0	4067.1	4535.3	3908.7
11	-2.25	-4.5	1994.8	1209.7	-1006.8
12	-2.25	4.5	4946.5	4161.4	7631.2
	taglio combinato in		400.4509	603.9788	775.584

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.

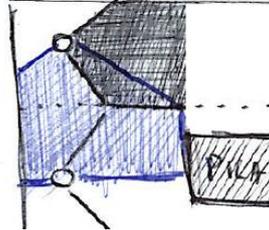


Figura 13 - mensola di riferimento

9.1 Dimensionamento armature

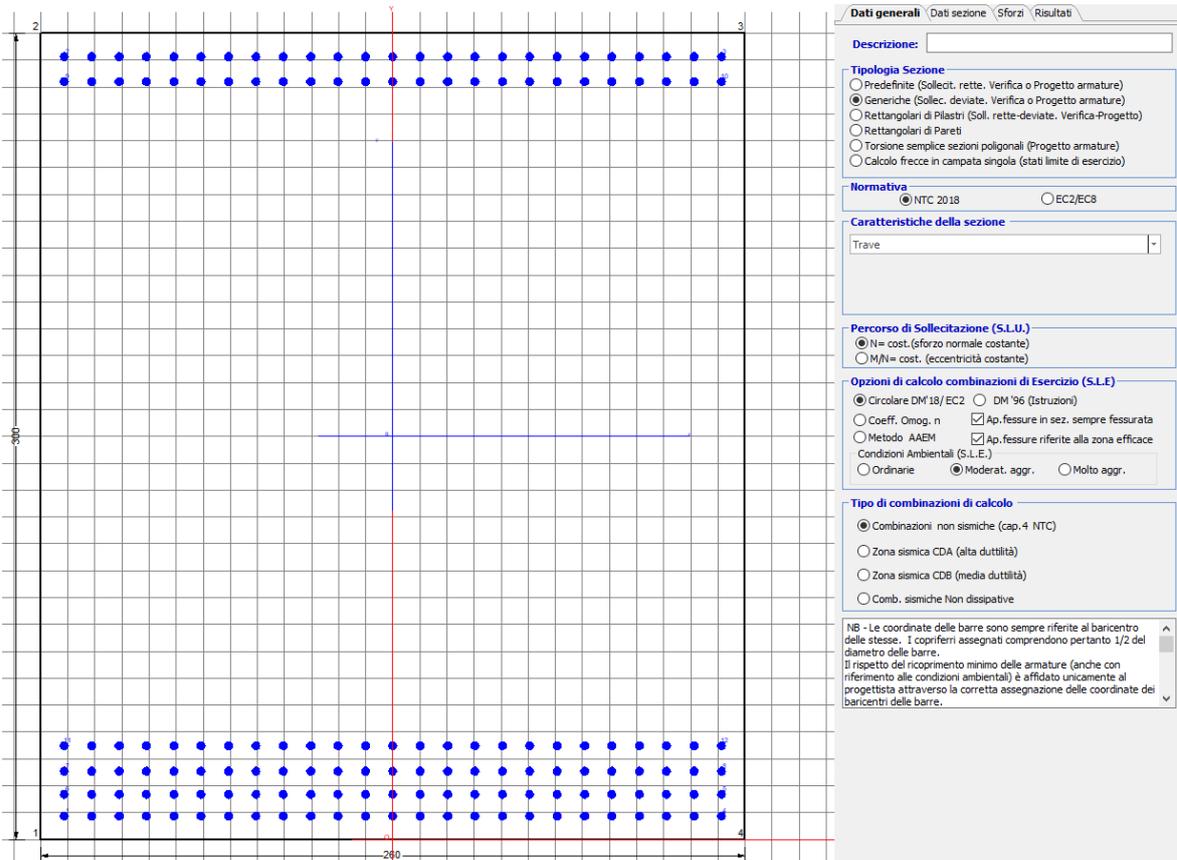
<i>posizione del palo più sollecitato</i>				
coordinata in direzione trasversale		X	6.75	m
coordinata in direzione longitudinale		Y	4.5	m
angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse		α	33.6901	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone		L	8.11249	m
altezza della fondazione		h	3	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone		?	20.2944	gradi
reazione in testa palo più sollecitato		Rmax	8481.66	KN
forza di trazione risultante		T	22935.8	KN
proiezione forza di trazione in trasversale		Tt	19083.7	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale		Tl	12722.5	KN
lunghezza collaborante				media 45°

<i>dimensionamento armature</i>				
area dell'armatura inferiore richiesta in tras		At	48770.1	mm ²
diametro armatura		Φ	30	mm
passo armatura trasversale		p	10	cm
numero di strati		ns	3	
lunghezza di collaborazione		L	3.0101	m
numero di ferri per strato		n	30	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	63617.3	mm ²
		coef. Sicur	0.76662	
area dell'armatura inferiore richiesta in long		Al	32513.4	mm ²
diametro armatura		Φ	30	
passo armatura longitudinale		p	10	cm
numero di strati		ns	3	
lunghezza di collaborazione		L	2.625	m
numero di ferri per strato		n	26	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	55135	mm ²
		coef. Sicur	0.58971	
tasso di lavoro armatura allo SLU		σ _t	299.978	MPa
tasso di lavoro armatura allo SLU		σ _l	230.752	MPa

9.2 Verifica a prso-flessione

9.2.1 Direzione trasversale

Armatura disposta lungo la direzione trasversale all'asse del ponte



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: fondazione y 260x300

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

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

ACCIAIO -

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

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-130.0	0.0
2	-130.0	300.0
3	130.0	300.0
4	130.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-121.3	8.7	30
2	-121.3	291.3	30
3	121.3	291.3	30
4	121.3	8.7	30
5	121.3	16.7	30
6	-121.3	16.7	30
7	-121.3	25.4	30
8	121.3	25.4	30
9	-121.3	282.0	30
10	121.3	282.0	30
11	-121.3	34.8	30
12	121.3	34.8	30

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen. N°Barra Ini. N°Barra Fin. N°Barre Ø

1	2	3	23	30
2	6	5	23	30
3	1	4	23	30
4	7	8	23	30
5	9	10	23	30
6	11	12	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	31259.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	27608.00	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	21772.00	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	21772.00 (15305.45)	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	12835.00 (15305.45)	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)
As Tesa Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	31259.00	0.00	0.00	72543.19	0.00	2.32706.9(112.0)	
2	S	0.00	27608.00	0.00	0.00	72543.19	0.00	2.63706.9(112.0)	

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.159	-130.0	300.0	0.00284	-121.3	291.3	-0.01847	-121.3	8.7
2	0.00350	0.159	-130.0	300.0	0.00284	-121.3	291.3	-0.01847	-121.3	8.7

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000075427	-0.019128214	0.159	0.700
2	0.000000000	0.000075427	-0.019128214	0.159	0.700

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.83	-130.0	300.0	-132.0	10.1	8.7	13910	706.9

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area $A_{c\text{ eff}}$
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 $A_{c\text{ eff}}$ [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 = $sr\ max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(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	-0.00069	0	0.865	30.0	72	0.00046 (0.00040)	418	0.193 (990.00)	15305.45	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	4.83	-130.0	300.0	-132.0	10.1	8.7	13910	706.9

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	-0.00069	0	0.865	30.0	72	0.00046 (0.00040)	418	0.193 (0.20)	15305.45	0.00

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

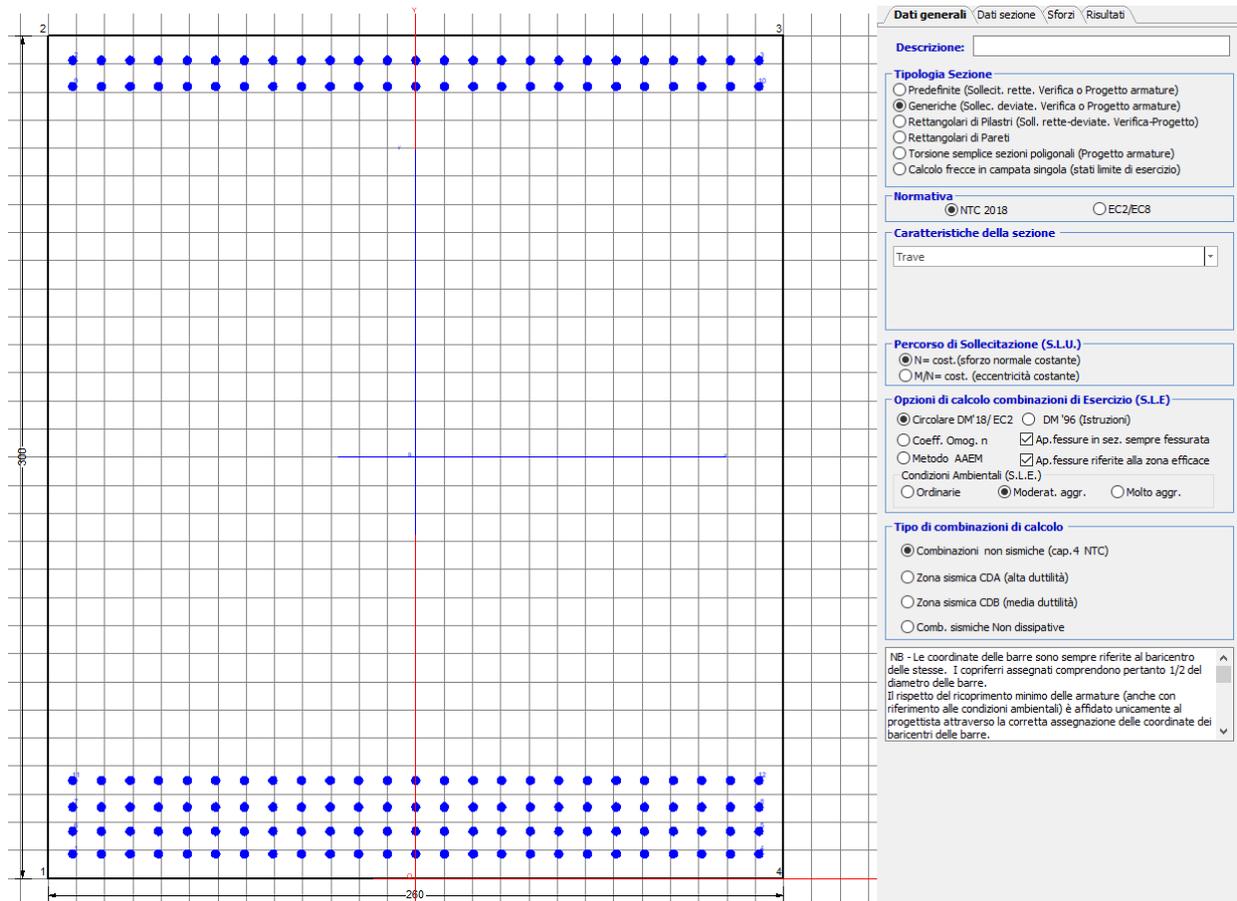
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.85	-130.0	300.0	-77.8	-30.3	8.7	13910	706.9

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	-0.00041	0	0.865	30.0	72	0.00026 (0.00023)	418	0.107 (0.20)	15305.45	0.00

9.2.2 Direzione longitudinale

Armatura disposta lungo la direzione longitudinale all'asse del ponte



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: fondazione Y 260x300

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -

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

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

ACCIAIO -

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

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-130.0	0.0
2	-130.0	300.0
3	130.0	300.0
4	130.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

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

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	23	30
2	6	5	23	30
3	1	4	23	30
4	7	8	23	30
5	9	10	11	30

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	23731.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	21154.00	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	16447.00	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	16447.00 (14186.07)	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	9254.00 (14186.07)	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	23731.00	0.00	0.00	55964.68	0.00	2.36530.1(112.0)	
2	S	0.00	21154.00	0.00	0.00	55964.68	0.00	2.65530.1(112.0)	

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.123	-130.0	300.0	0.00265	-121.3	291.3	-0.02506	-121.3	8.7
2	0.00350	0.123	-130.0	300.0	0.00265	-121.3	291.3	-0.02506	-121.3	8.7

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000098034	-0.025910093	0.123	0.700
2	0.000000000	0.000098034	-0.025910093	0.123	0.700

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.06	-130.0	300.0	-126.4	70.8	8.7	11050	530.1

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 fctm Esito della verifica
------	--

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00066	0	0.897	30.0	72	0.00042 (0.00038)	436	0.184 (990.00)	14186.07	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	4.06	-130.0	300.0	-126.4	70.8	8.7	11050	530.1

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	-0.00066	0	0.897	30.0	72	0.00042 (0.00038)	436	0.184 (0.20)	14186.07	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.28	-130.0	300.0	-71.1	70.8	8.7	11050	530.1

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00037	0	0.897	30.0	72	0.00022 (0.00021)	436	0.094 (0.20)	14186.07	0.00

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	REV. B

9.3 Verifica a punzonamento

perimetro del palo			uo	4.71239	m
diffusione dello sforzo			secondo	NS 3483E	
angolo d'inclinazione superficie			?	45	gradi
perimetro zona critica			u1	21.1115	m
altezza della sezione utile			d	2.61	m
raggio interno			r	0.75	m
raggio esterno			R	3.36	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	18.5342	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	8481.66	kN
valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo					
tensione di progetto di verifica su perimetro uo			ved	0.96544	MPa
resistenza associata			vRd,max	5	MPa
				0.19309	
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	0.0081	
percentuale geometrica armatura fless. long			qlz	0.00805	
percentuale meccanica complessiva			ql	0.01142	
coefficiente			k1	0.1	
tensione di progetto di verifica su perimetro u1			ved	0.64067	MPa
			vRd,c	0.7691	MPa
				0.83301	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	REV. B

10. PALI DI FONDAZIONE

10.1 Ridistribuzione sollecitazioni testa palo

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

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

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

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

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

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

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

10.2 Verifica strutturale

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

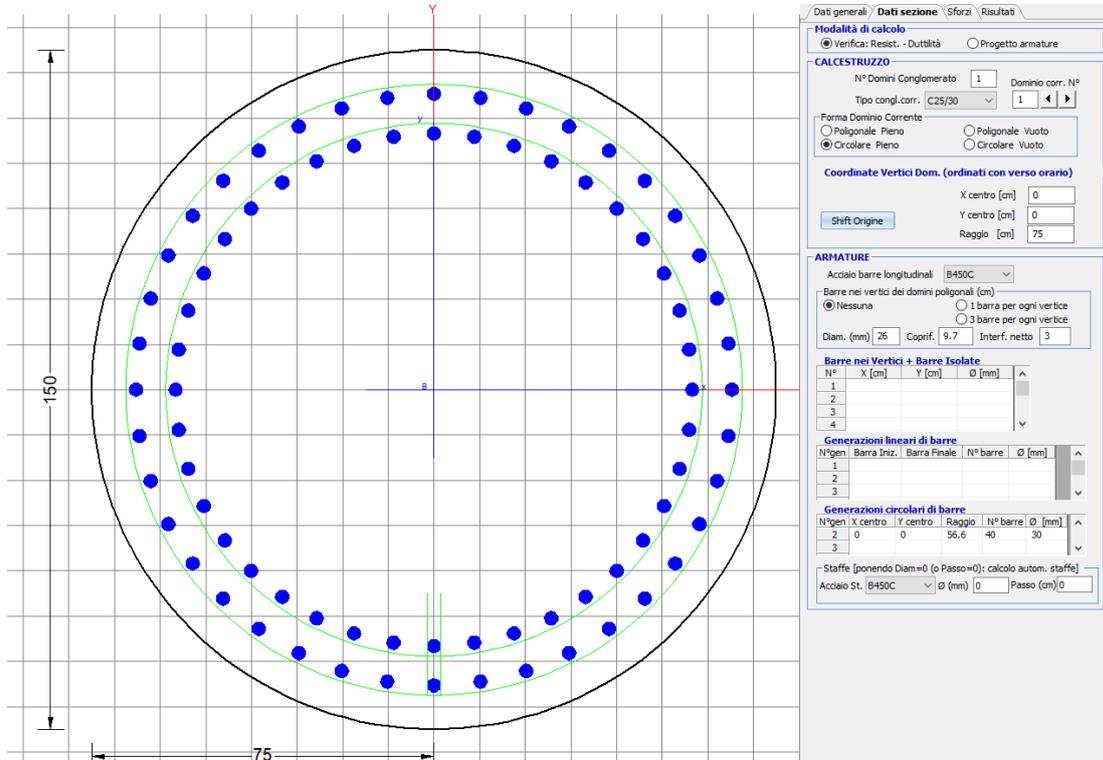
Sollecitazioni nel baricentro della fondazione per analisi di presso-flessione

TABELLA PER FLESSIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	66335	2557	1515	70660	44596	
E_103x_SLV_q=1.36_63	43325	7138	2037	116438	30574	
E_103y_SLV_q=1.36_64	43325	3588	4613	41418	92576	
E_103x_SLV_q=1.36_63	43325	7138	2037	116438	30574	
E_103y_SLV_q=1.36_64	43325	3588	4613	41418	92576	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P4</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	REV. B

Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	2.25	4.5	7820.99	7071.3	5446.69
2	2.25	-4.5	3895.44	602.542	3145.7
3	6.75	4.5	8481.66	7524.25	6818.19
4	6.75	-4.5	4556.11	1055.49	4517.2
5	-6.75	-4.5	2574.09	-303.36	402.701
6	-6.75	4.5	6499.64	6165.39	2703.68
7	6.75	0	6518.89	4289.87	5667.69
8	-6.75	0	4536.86	2931.02	1553.19
9	-2.25	0	5197.54	3383.97	2924.69
10	2.25	0	5858.21	3836.92	4296.19
11	-2.25	-4.5	3234.76	149.59	1774.2
12	-2.25	4.5	7160.32	6618.35	4075.18
taglio equivalente			247.704	618.557	486.975
alfa derivante dall'analisi geotecnica				α	2.68
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	8482	213	126	639	379
combo2	7524	595	170	1784	509
combo3	6818	299	384	897	1153
combo4	-303	595	170	1784	509



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.
NOME SEZIONE: palo 1.5

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.: 75.0 cm
X centro circ.: 0.0 cm
Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	\emptyset
1	0.0	0.0	65.3	40	30
2	0.0	0.0	56.6	40	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	11744.25	687.59	730.76	0.00	0.00
2	2316.94	422.92	137.89	0.00	0.00
3	11639.22	852.39	505.12	0.00	0.00
4	11744.25	687.59	730.76	0.00	0.00
5	11639.22	852.39	505.12	0.00	0.00
6	11744.25	687.59	730.76	0.00	0.00
7	10258.81	2379.24	679.00	0.00	0.00
8	-630.96	2379.24	679.00	0.00	0.00
9	10258.81	2379.24	679.00	0.00	0.00
10	9776.66	1195.97	1537.52	0.00	0.00
11	10258.81	2379.24	679.00	0.00	0.00
12	9776.66	1195.97	1537.52	0.00	0.00
13	0.00	7455.00	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	8252.54	473.95	471.28
2	1937.96	473.95	461.42
3	8186.57	587.70	316.88
4	8252.54	473.95	471.28
5	8186.57	587.70	316.88
6	8252.54	473.95	471.28
7	7886.75	1203.22	395.57
8	1806.81	1203.22	395.57
9	7641.54	1203.22	395.57
10	7397.06	602.79	833.12
11	7641.54	1203.22	395.57
12	7397.06	602.79	833.12

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	8252.54	473.95 (0.00)	471.28 (0.00)
2	1937.96	473.95 (2536.49)	461.42 (2469.43)
3	8252.54	473.95 (0.00)	471.28 (0.00)
4	8252.54	473.95 (0.00)	471.28 (0.00)
5	8252.54	473.95 (0.00)	471.28 (0.00)
6	8252.54	473.95 (0.00)	471.28 (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	5180.33	1.46 (0.00)	104.84 (0.00)
2	4266.48	1.46 (0.00)	104.84 (0.00)
3	5180.33	1.46 (0.00)	104.84 (0.00)
4	5180.33	1.46 (0.00)	104.84 (0.00)
5	5180.33	1.46 (0.00)	104.84 (0.00)
6	5180.33	1.46 (0.00)	104.84 (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	11744.25	687.59	730.76	11744.39	7836.64	8330.18	11.40	565.5(53.0)
2	S	2316.94	422.92	137.89	2316.99	10305.25	3359.85	24.37	565.5(53.0)
3	S	11639.22	852.39	505.12	11639.27	9843.25	5833.72	11.55	565.5(53.0)
4	S	11744.25	687.59	730.76	11744.39	7836.64	8330.18	11.40	565.5(53.0)
5	S	11639.22	852.39	505.12	11639.27	9843.25	5833.72	11.55	565.5(53.0)
6	S	11744.25	687.59	730.76	11744.39	7836.64	8330.18	11.40	565.5(53.0)
7	S	10258.81	2379.24	679.00	10258.54	11063.09	3158.01	4.65	565.5(53.0)
8	S	-630.96	2379.24	679.00	-631.23	9800.86	2791.85	4.12	565.5(53.0)
9	S	10258.81	2379.24	679.00	10258.54	11063.09	3158.01	4.65	565.5(53.0)
10	S	9776.66	1195.97	1537.52	9776.71	7068.59	9083.13	5.91	565.5(53.0)
11	S	10258.81	2379.24	679.00	10258.54	11063.09	3158.01	4.65	565.5(53.0)
12	S	9776.66	1195.97	1537.52	9776.71	7068.59	9083.13	5.91	565.5(53.0)
13	S	0.00	7455.00	0.00	0.00	10346.78	0.00	1.39	565.5(53.0)

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	54.6	1.0	0.00307	46.2	46.2	-0.00263	-46.2	-46.2
2	0.00350	23.2	1.0	0.00291	20.2	62.1	-0.00502	-20.2	-62.1
3	0.00350	38.2	1.0	0.00307	29.6	58.2	-0.00264	-29.6	-58.2
4	0.00350	54.6	1.0	0.00307	46.2	46.2	-0.00263	-46.2	-46.2
5	0.00350	38.2	1.0	0.00307	29.6	58.2	-0.00264	-29.6	-58.2
6	0.00350	54.6	1.0	0.00307	46.2	46.2	-0.00263	-46.2	-46.2
7	0.00350	20.6	71.2	0.00306	20.2	62.1	-0.00290	-20.2	-62.1
8	0.00350	20.6	71.2	0.00283	20.2	62.1	-0.00622	-20.2	-62.1
9	0.00350	20.6	71.2	0.00306	20.2	62.1	-0.00290	-20.2	-62.1
10	0.00350	59.2	44.0	0.00305	52.8	38.4	-0.00300	-52.8	-38.4
11	0.00350	20.6	71.2	0.00306	20.2	62.1	-0.00290	-20.2	-62.1
12	0.00350	59.2	44.0	0.00305	52.8	38.4	-0.00300	-52.8	-38.4
13	0.00350	0.0	75.0	0.00285	0.0	65.3	-0.00594	0.0	-65.3

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000031815	0.000029936	0.000223622	----	----
2	0.000018825	0.000057739	-0.001054783	----	----
3	0.000022330	0.000037682	0.000214886	----	----
4	0.000031815	0.000029936	0.000223622	----	----
5	0.000022330	0.000037682	0.000214886	----	----
6	0.000031815	0.000029936	0.000223622	----	----
7	0.000012520	0.000043872	0.000078213	----	----
8	0.000019009	0.000066609	-0.001695117	----	----
9	0.000012520	0.000043872	0.000078213	----	----
10	0.000036554	0.000028434	0.000026711	----	----
11	0.000012520	0.000043872	0.000078213	----	----
12	0.000036554	0.000028434	0.000026711	----	----
13	0.000000000	0.000067283	-0.001546242	----	----

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	4.39	52.9	0.0	31.2	-46.2	-46.2	----	----
2	S	2.01	52.3	0.0	-6.3	-46.2	-46.2	563	21.2
3	S	4.36	35.6	0.0	30.9	-29.6	-58.2	----	----
4	S	4.39	52.9	0.0	31.2	-46.2	-46.2	----	----
5	S	4.36	35.6	0.0	30.9	-29.6	-58.2	----	----
6	S	4.39	52.9	0.0	31.2	-46.2	-46.2	----	----
7	S	5.35	23.4	0.0	14.7	-20.2	-62.1	----	----
8	S	3.45	23.4	0.0	-35.0	-20.2	-62.1	1616	91.9
9	S	5.26	23.4	0.0	13.3	-20.2	-62.1	----	----
10	S	4.72	60.8	0.0	17.7	-52.8	-38.4	----	----
11	S	5.26	23.4	0.0	13.3	-20.2	-62.1	----	----
12	S	4.72	60.8	0.0	17.7	-52.8	-38.4	----	----

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
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	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
2	S	-0.00004	0	0.833	30.0	82	0.00002 (0.00002)	505	0.009 (990.00)	2536.49	2469.43
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
7	S	-0.00009	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	2104.29	706.54
8	S	-0.00021	0	0.833	30.0	82	0.00011 (0.00011)	428	0.045 (990.00)	1873.70	616.00
9	S	-0.00012	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	1733.85	582.16
10	S	-0.00009	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	1015.30	1898.89
11	S	-0.00002	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	11699.07	3353.66
12	S	-0.00016	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	624.95	1432.90

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	4.39	52.9	0.0	31.2	-46.2	-46.2	---	---
2	S	2.01	52.3	0.0	-6.3	-46.2	-46.2	563	21.2
3	S	4.39	52.9	0.0	31.2	-46.2	-46.2	---	---
4	S	4.39	52.9	0.0	31.2	-46.2	-46.2	---	---
5	S	4.39	52.9	0.0	31.2	-46.2	-46.2	---	---
6	S	4.39	52.9	0.0	31.2	-46.2	-46.2	---	---

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	-0.00004	0	0.833	30.0	82	0.00002 (0.00002)	505	0.009 (0.20)	2536.49	2469.43
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.17	75.0	0.0	27.2	-65.3	0.0	---	---
2	S	1.82	75.0	0.0	21.9	-65.3	0.0	---	---
3	S	2.17	75.0	0.0	27.2	-65.3	0.0	---	---
4	S	2.17	75.0	0.0	27.2	-65.3	0.0	---	---
5	S	2.17	75.0	0.0	27.2	-65.3	0.0	---	---
6	S	2.17	75.0	0.0	27.2	-65.3	0.0	---	---

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

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P4	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505005	REV. B

10.3 Verifica a taglio

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

TABELLA PER TAGLIO						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	66335	2557	1515	70660	44596	
E_103x_SLV_q=1_66	43325	8982	2438	155484	40260	
E_103y_SLV_q=1_67	43325	4141	5948	53131	124862	
E_103x_SLV_q=1_66	43325	8982	2438	155484	40260	
E_103y_SLV_q=1_67	43325	4141	5948	53131	124862	

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	Tx	8982	4141
sollecitazione massima direzione y	Ty	2438	5948
vettore complessivo, singolo palo	T	1034	805

Progetto armature

diametro armature trasversale	φ	12	mm
bracci staffe	bs	2	
diametro pali	R	0.8	m
area armature trasversale	Asw	2.3	cm ²
passo staffe	s	20.0	cm
copriferro netto + staffa + fi/2	c'	9.7	cm
resistenza di calcolo armatura	f _{yd}	391.0	Mpa
resistenza caratteristica res cls	f _{ck}	25.0	
resistenza di calcolo res. Calc	f _{cd}	18.5	Mpa
resistenza ridotta	f' _c	9.2	Mpa
braccio delle forze interne	z=0.9d	110.4	cm
larghezza biella	bw	126.1	cm
inclinazione staffe	α	90	gradi
inclinazione biella	β	22	gradi
resistenza puntoni	V _c	4436	kN
resistenza staffe	V _s	1221	kN
taglio resisistente	V _r	1221	kN
taglio massimo agente	V _{ed}	1034	kN
	V _{ed} /V _{rd}	0.85	

11. INCIDENZE

Baggioli/Ritegni	350 kg/mc
Pulvino	180 kg/mc
Fusto Pila	150 kg/mc
Plinto di fondazione	240 kg/mc
Pali di fondazione	primo tratto 265 kg/mc