

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO**

**NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA**

**U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)**

**VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario - sviluppo complessivo 250m**

*Relazione di calcolo Pile - P4*

SCALA:

-

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

**RS3T    30    D    09    CL    VI1805    002    B**

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

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

File: RS3T30D09CLVI1805002B

n. Elab.: 09\_473\_1

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805002</b>	REV. <b>B</b>

## INDICE

1.	PREMESSA .....	3
1.1	Descrizione dell'opera.....	3
2.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	7
3.	MATERIALI .....	7
3.1	Verifiche SLE.....	8
3.1.1	<i>Verifiche tensionali</i> .....	8
3.1.2	<i>Verifiche a fessurazione</i> .....	9
4.	DATI DI BASE .....	10
4.1	Geometrie di base.....	10
4.2	Modelli di analisi e verifica .....	12
4.3	Condizioni elementari e combinazioni di carico.....	12
4.4	Sistemi di riferimento ed unità di misura .....	16
5.	ANALISI DEI CARICHI .....	17
5.1	Peso proprio elementi strutturali.....	17
5.2	Carichi strutturali trasmessi dall'impalcato.....	18
5.3	Carichi da traffico verticali .....	18
5.4	Effetti dinamici .....	20
5.5	Disposizione treni di carico.....	20
5.6	Carichi da traffico orizzontali .....	24
5.6.1	<i>Forza centrifuga</i> .....	24
5.6.2	<i>Serpeggio</i> .....	26
5.6.3	<i>Frenatura ed avviamento</i> .....	27
5.6.4	<i>Forza d'attrito</i> .....	28
5.6.5	<i>Azione del Vento</i> .....	28
5.7	Azione Sismica .....	31
5.7.1	<i>Inquadramento Sismico</i> .....	32
5.7.2	<i>Definizione della domanda sismica</i> .....	33
5.7.3	<i>Calcolo dell'azione Sismica</i> .....	38
5.7.4	<i>Risposta sismica locale</i> .....	39
5.7.5	<i>Check analisi statica</i> .....	40
5.7.6	<i>Analisi statica equivalente</i> .....	41
6.	SOLLECITAZIONI .....	42
6.1	Combinazioni di carico .....	42
6.1.1	<i>Configurazione 1</i> .....	42
6.1.2	<i>Configurazione 2</i> .....	48

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805002</b>	REV. <b>B</b>

6.1.3	Configurazione 3 .....	54
6.2	Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni .....	60
6.2.1	Stati limiti di esercizio .....	60
6.2.2	Stati limiti ultimi .....	66
7.	VERIFICHE STRUTTURALI.....	69
8.	FUSTO PILA .....	69
8.1	Modellazione .....	71
8.2	Verifica a presso flessione .....	72
8.3	Verifica a taglio .....	83
8.4	Verifica minimi di armatura .....	84
8.5	Verifica spostamenti.....	86
9.	PLINTO DI FONDAZIONE.....	87
9.1	Dimensionamento armature .....	89
9.2	Verifica a presso-flessione.....	90
9.2.1	Direzione trasversale.....	90
9.2.2	Direzione longitudinale.....	95
9.3	Verifica a punzonamento .....	100
10.	PALI DI FONDAZIONE.....	101
10.1	Ridistribuzione sollecitazioni testa palo .....	101
10.2	Verifica strutturale .....	101
10.3	Verifica a taglio .....	109
11.	INCIDENZE .....	110

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805002</b>	REV. <b>B</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 VI18 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 10.50m, e impalcato 25m.

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

### 1.1 Descrizione dell'opera

Il viadotto VI18 attraversa un corso d'acqua maggiore e corre parallelamente alla linea torica. Il viadotto è a doppio binario, ha uno sviluppo complessivo di 250m, ed è costituito da 9 campate isostatiche di luce 25m e 50m (asse pila-asse pila/ asse pila-asse giunto spalla). Le campate da 25 m sono realizzate con un impalcato in cap a due travi mentre, la campata da 50m è realizzata con una sezione mista a due travi.

Le pile sono realizzate in c.a. gettato in opera, sono di forma rettangolare di dimensioni pari a 7x3.4m. Il pulvino ha una altezza pari a 2m. Su esso disposti gli apparecchi di appoggio dell'impalcato secondo lo schema sotto riportato

Il plinto presenta uno spessore di 3metri e una pianta rettangolare di 13.2x9.6, mentre le fondazioni previste sono su pali in c.a. di grande diametro F1200 sia per le pile che per le spalle. Il numero di pali pari a 12 e disposti ad interessa minimi di 3.6m. Si è assunta una distanza dal bordo degli stessi di 1.20 m.

Per l'implementazione delle geometrie, vista la vastità delle casistiche, sono state adottate delle schematizzazioni in special modo per plinto di fondazione e pulvino.



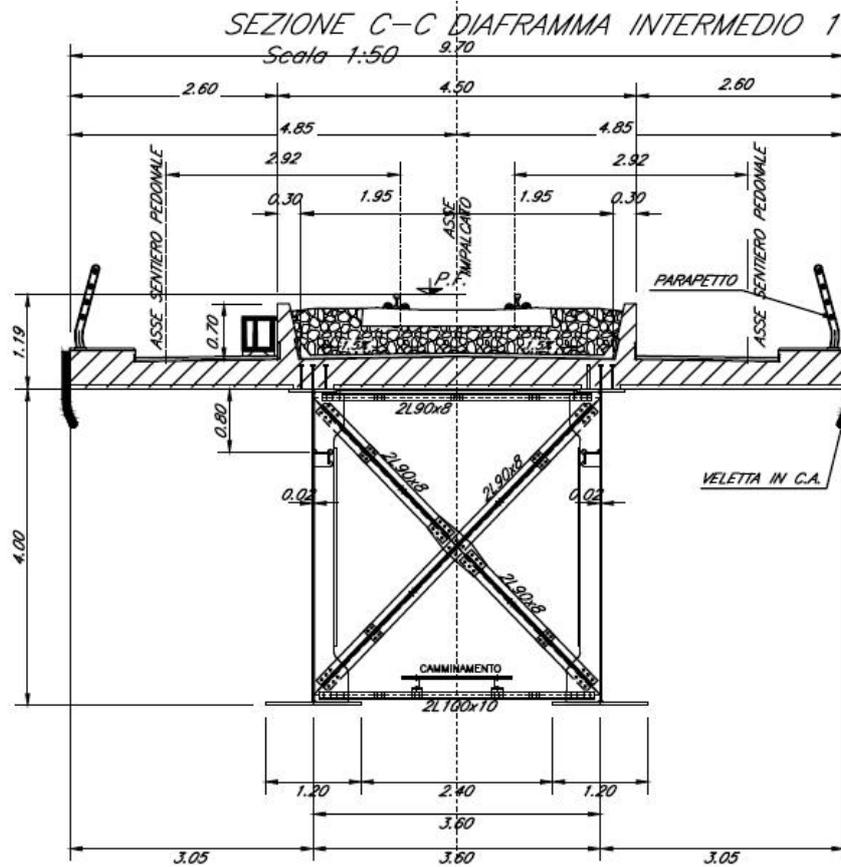


Figura 2: sezione trasversale impalcato

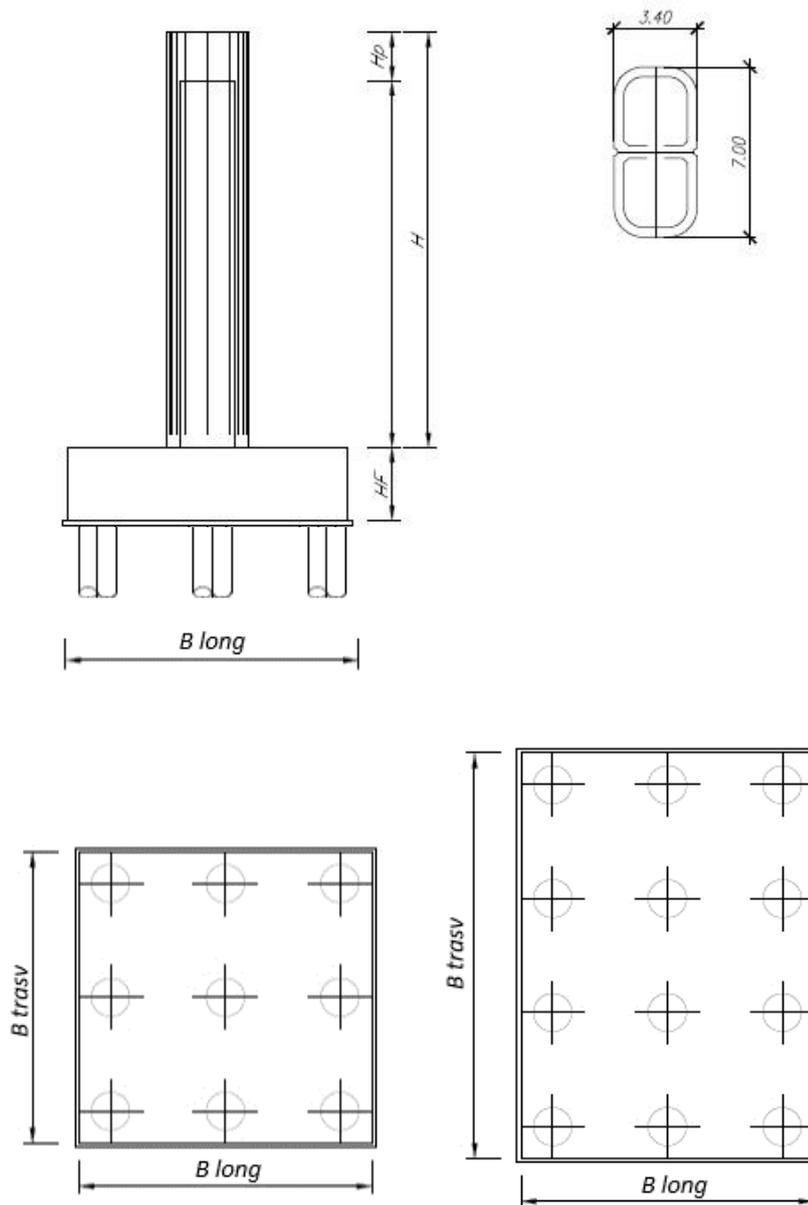


Figura 1 - prospetto e pianto pila e fondazione

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805002</b>	REV. <b>B</b>

## 2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

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

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

## 3. MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali previsti le sottostrutture sono le seguenti:

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

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

- Calcestruzzo fondazioni armate

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

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805002</b>	REV. <b>B</b>

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

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

- Acciaio ordinario per calcestruzzo armato

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805002</b>	REV. <b>B</b>

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

tensione massima di trazione dell'acciaio

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

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

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

### 3.1.2 Verifiche a fessurazione

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

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

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

Tabella 2 - Descrizione delle condizioni ambientali

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

Risultando:

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805002</b>	REV. <b>B</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 pseudo-rettangolare cava di dimensioni 7x3.4m, una altezza complessiva di 10.50m. Il pulvino è costituito da una sezione piena medesima alla pila ed altezza variabile in funzione del tipo d’impalcato. Nei calcoli si è incrementato del 10% la massa del pulvino per tener conto di velette, baggioli e ritegni. Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 1200mm collegate in testa da una platea di spessore 3m.

<b>PILA</b>						
altezza pila- estradosso fond/estradosso pulvino			Hp	10.5	m	
tipologia di sezione				<b>rettangolare</b>		
larghezza trasversale pila			b	7.000	m	
larghezza longitudinale pila			d	3.400	m	
raggio angolo esterno			r	1	m	
area della sezione			A	12.030	m <sup>2</sup>	
inerzia sezione direzione trasversale			I11	50.948	m <sup>4</sup>	
inerzia sezione direzione longitudinale			I22	16.861	m <sup>4</sup>	
calcestruzzo			fck	32	MPa	
massa pulvino			mp	1764	kN	
<b>PULVINO</b>						
larghezza in direzione trasversale			b	7	m	
larghezza in direzione longitudinale			d	3.4	m	
altezza pulvino			h	2	m	
massa pulvino		<i>compresa del +10%</i>	mp	1309	kN	
<b>FONDAZIONE</b>						
larghezza in direzione trasversale			b	9.6	m	
larghezza in direzione longitudinale			d	9.6	m	
altezza della fondazione			h	3	m	
altezza terreno di ricoprimento			ht	1.5	m	
area netta per calcolo ricoprimento			A	68.4	m <sup>3</sup>	
peso di volume del terreno			y	19	kN/3	
<b>Ulteriori distanze e bracci</b>						
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	

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805002</b>	REV. <b>B</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<sub>d</sub> (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 <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	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 <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast <sup>(3)</sup>	favorevoli	$\gamma_B$	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 <sup>(4)</sup>	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 <sup>(5)</sup>	0,20 <sup>(5)</sup>
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	$\gamma_P$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 <sup>(6)</sup>	1,00 <sup>(7)</sup>	1,00	1,00	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.  
<sup>(2)</sup> 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.  
<sup>(3)</sup> Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.  
<sup>(4)</sup> Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.  
<sup>(5)</sup> Aliquota di carico da traffico da considerare.  
<sup>(6)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna  
<sup>(7)</sup> 1,20 per effetti locali

Azioni		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
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 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	gr2	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	-
	gr3	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	gr4	1,00	1,00 <sup>(1)</sup>	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  $\psi_0$  relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Azioni		$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
Azioni singole da traffico	Treno di carico LM 71	0,80 <sup>(3)</sup>	(1)	0,0
	Treno di carico SW /0	0,80 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0
	Treno di carico SW/2	0,0 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0
	Treno scarico	1,00 <sup>(3)</sup>	-	-
	Centrifuga	(2) (3)	(2)	(2)
	Azione laterale (serpeggio)	1,00 <sup>(3)</sup>	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  $\Psi$  adottati per i carichi che provocano dette azioni.

(3) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti  $\Psi_0$  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	Scarico	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver
A1_SLU_gr1_Treno	1,35	1,5	1,45	0	0,725	1,45	1,45	0,9	0	0	0	0
A1_SLU_gr2_Scarico	1,35	1,5	0	1,45	0	1,45	1,45	0,9	0	0	0	0
A1_SLU_gr3_Fre/avv	1,35	1,5	1,45	0	1,45	0,725	0,725	0,9	0	0	0	0
A1_SLU_gr4_centrif	1,35	1,5	0,87	0	0,87	0,87	0,87	0,9	0	0	0	0
A1_SLU_gr1+vento	1,35	1,5	1,45	0	0,725	1,45	1,45	0,9	0,9	0	0	0
A1_SLU_gr2+vento	1,35	1,5	0	1,45	0	1,45	1,45	0,9	0,9	0	0	0
A1_SLU_gr3+vento	1,35	1,5	1,45	0	1,45	0,725	0,725	0,9	0,9	0	0	0
A1_SLU_gr4+vento	1,35	1,5	0,87	0	0,87	0,87	0,87	0,9	0,9	0	0	0
A1_SLU_vento_gr1	1,35	1,5	1,16	0	0,58	1,16	1,16	0,72	1,5	0	0	0
A1_SLU_vento_gr2	1,35	1,5	0	1,16	0	1,16	1,16	0,72	1,5	0	0	0
A1_SLU_vento_gr3	1,35	1,5	1,16	0	1,16	0,58	0,58	0,72	1,5	0	0	0
A1_SLU_vento_gr4	1,35	1,5	0,87	0	0,87	0,87	0,87	0,9	1,5	0	0	0
SLE_rar_gr1_Treno	1	1	1	0	0,5	1	1	0,6	0	0	0	0
SLE_rar_gr2_Scarico	1	1	0	1	0	1	1	0,6	0	0	0	0
SLE_rar_gr3_Fre/avv	1	1	1	0	1	0,5	0,5	0,6	0	0	0	0
SLE_rar_gr4_centrif	1	1	0,6	0	0,6	0,6	0,6	0,6	0	0	0	0
SLE_rar_gr1+vento	1	1	1	0	0,5	1	1	0,6	0,6	0	0	0
SLE_rar_gr2+vento	1	1	0	1	0	1	1	0,6	0,6	0	0	0
SLE_rar_gr3+vento	1	1	1	0	1	0,5	0,5	0,6	0,6	0	0	0
SLE_rar_gr4+vento	1	1	0,6	0	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0	0	0
SLE_rar_vento_gr1	1	1	0,8	0	0,4	0,8	0,8	0,48	1	0	0	0
SLE_rar_vento_gr2	1	1	0	0,8	0	0,8	0,8	0,48	1	0	0	0
SLE_rar_vento_gr3	1	1	0,8	0	0,8	0,4	0,4	0,48	1	0	0	0
SLE_rar_vento_gr4	1	1	0,6	0	0,6	0,6	0,6	0,6	1	0	0	0
SLE_fre_gr1_Treno	1	1	1	0,8	0	0,4	0,8	0,4	0	0	0	0
SLE_fre_gr2_Scarico	1	1	0	0,8	0	0,8	0,8	0,4	0	0	0	0
SLE_fre_gr3_Fre/avv	1	1	1	0,8	0	0,8	0,4	0,4	0	0	0	0
SLE_fre_gr4_centrif	1	1	0,6	0	0,6	0,6	0,6	0,5	0	0	0	0
SLE_fre_gr1+vento	1	1	1	0,8	0	0,4	0,8	0,8	0,4	0,2	0	0
SLE_fre_gr2+vento	1	1	0	0,8	0	0,8	0,8	0,4	0,2	0	0	0
SLE_fre_gr3+vento	1	1	0,8	0	0,8	0,4	0,4	0,4	0,2	0	0	0
SLE_fre_gr4+vento	1	1	0,6	0	0,6	0,6	0,6	0,5	0,2	0	0	0
SLE_fre_vento_gr1	1	1	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0
SLE_fre_vento_gr2	1	1	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0
SLE_fre_vento_gr3	1	1	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0
SLE_fre_vento_gr4	1	1	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0
SLE_fre_gr1_temp	1	1	0	0	0	0	0	0,6	0,2	0	0	0
SLE_fre_gr2_temp	1	1	0	0	0	0	0	0,6	0,2	0	0	0
SLE_fre_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0,6	0,2	0	0	0
SLE_fre_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0,6	0,2	0	0	0

Nome Combinazione	G1	G2	Treno	Treno scarico	F fre	F cent	F serp	F att	Vento	E long	E tra	E ver
SLE_gp_gr1_Treno	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
SLE_gp_gr2_Scarico	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
SLE_gp_gr3_Fre/avv	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
SLE_gp_gr4_centrif	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
SLE_gp_gr1+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0
SLE_gp_gr2+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0
SLE_gp_gr3+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0
SLE_gp_gr4+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0
SLE_gp_vento_gr1	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0
SLE_gp_vento_gr2	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0
SLE_gp_vento_gr3	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0
SLE_gp_vento_gr4	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0
SLE_gp_gr1_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
SLE_gp_gr2_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
SLE_gp_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
SLE_gp_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
E_103x	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	1	0.3	0.3
E_103y	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	0.3	1	0.3
E_103z	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	0.3	0.3	1

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

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

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

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

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

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

#### 4.4 Sistemi di riferimento ed unità di misura

- Asse X parallelo all'asse trasversale dell'impalcato
- Asse Y ortogonale all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Z verticale
- [Lunghezze] m
- [Forze] KN

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805002</b>	REV. <b>B</b>

## 5. ANALISI DEI CARICHI

### 5.1 Peso proprio elementi strutturali

I pesi degli elementi strutturali sono calcolati utilizzando un peso di volume del calcestruzzo pari a 25 kN/m<sup>3</sup>.

viadotto a binario					Singolo				
lato impalcato					<b>SX</b>			<b>DX</b>	
tipologia di impalcato					2TR			2TR	
luce impalcato					25	m		50	m
<b>DATI DI INPUT FOGLIO VERIFICHE</b>									
altezza cassoncino				h	2.1	m		2.8	m
spessore medio soletta				s	0.41	m		0.4	m
estradosso impalcato				H	2.51	m		3.2	m
spessore ballast + rotaia				hb	0.88	m		0.88	m
altezza PF da estradosso trave				h2	1.19	m		1.19	m
lunghezza travata				L	24.3	m		49.6	m
luce appoggi travata				La	22.8	m		48	m
larghezza totale impalcato				B	9.7	m			
peso permanente strutturale				G1	4050	kN		6544	kN
peso permanenti non strutt				G2	3084	kN		5570	kN

<b>Altezze da intradosso del cassoncino</b>									
baricentro del cassoncino				gc	0.89	m		1.12	m
area cassoncino				Ac	1.14	m <sup>2</sup>		0.12	m <sup>2</sup>
baricentro della soletta				gs	2.32	m		2.33	m
area soletta				As	1.00	m <sup>2</sup>		3.00	m <sup>2</sup>
baricentro sezione trave+soletta			(da intradosso trave)	Gb1	1.56	m		2.09	m
baricentro del ballast			(da intradosso trave)	Gb2	2.95	m		3.64	m
altezza piano del ferro			(da intradosso trave)	H	3.29	m		3.99	m
baricentro treno			(da intradosso trave)	Gb3	5.09	m		5.79	m

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805002</b>	REV. <b>B</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:

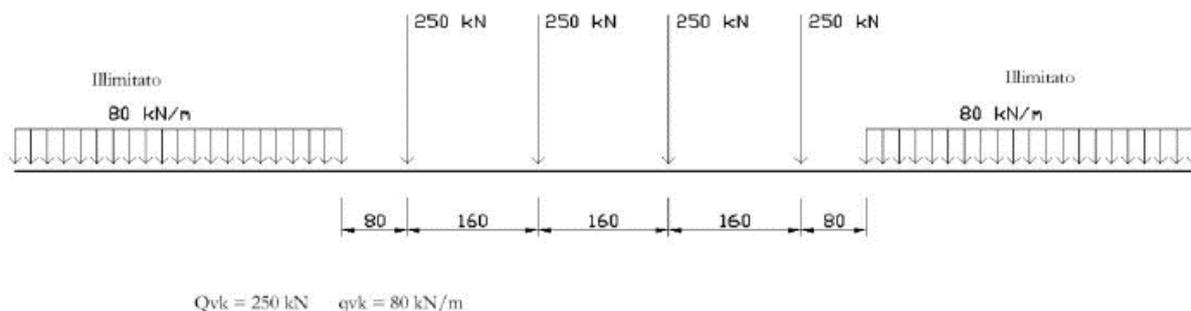
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	5297	1497
scarichi estradosso Pila - G2	4327	1492
scarichi estradosso Fondazione - G1	8251	1497
scarichi estradotto Fondazione - G2	4327	1492
scarichi sui Pali - G1	20688	1497
scarichi sui Pali - G2	4327	1492

## 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;

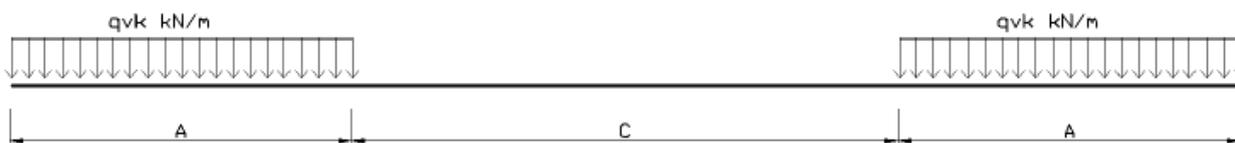
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805002</b>	REV. <b>B</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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805002</b>	REV. <b>B</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	5121	2111	512
COMBO ML	3806	4568	381
COMBO MT	5121	2111	512

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

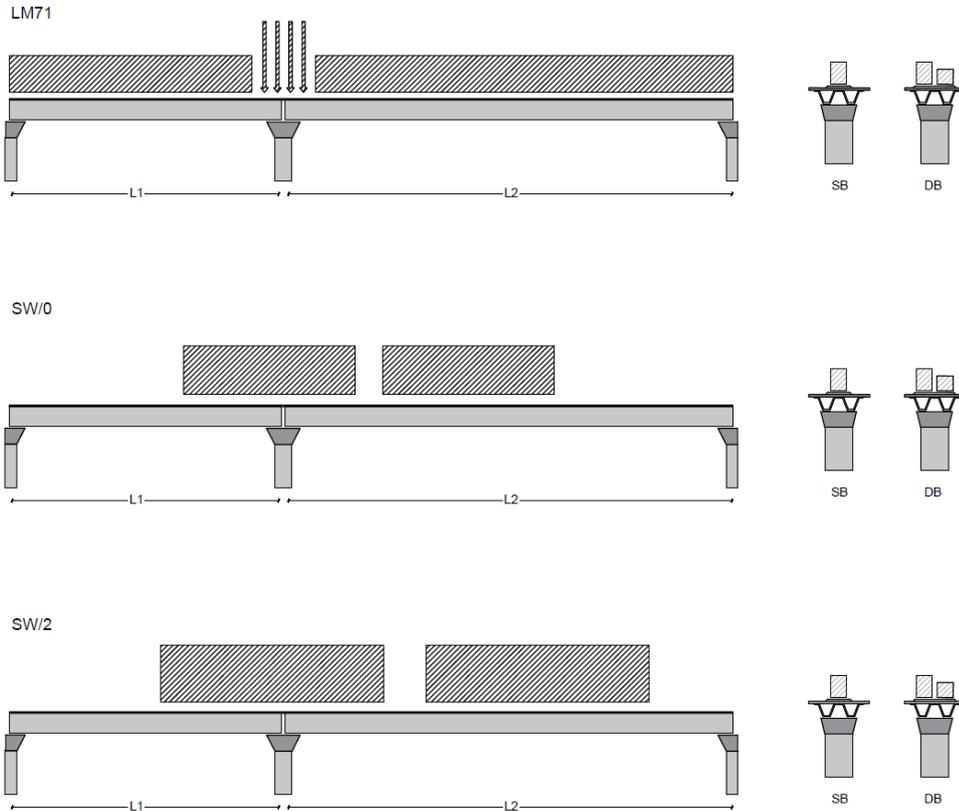


Figura 2- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

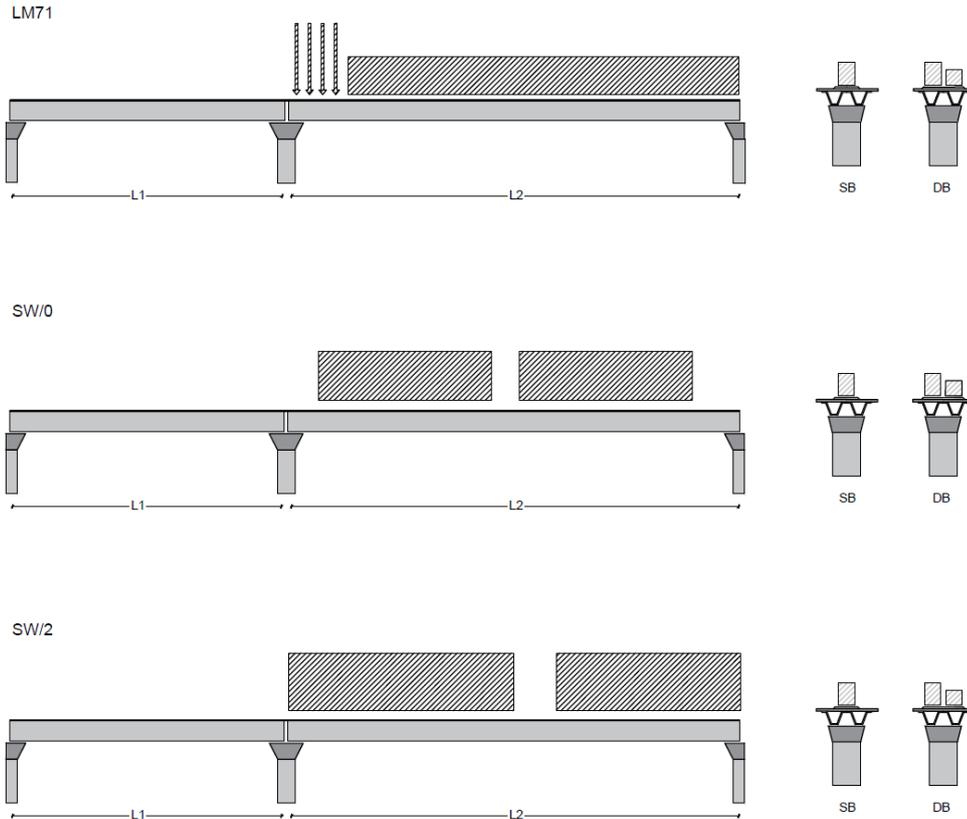


Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

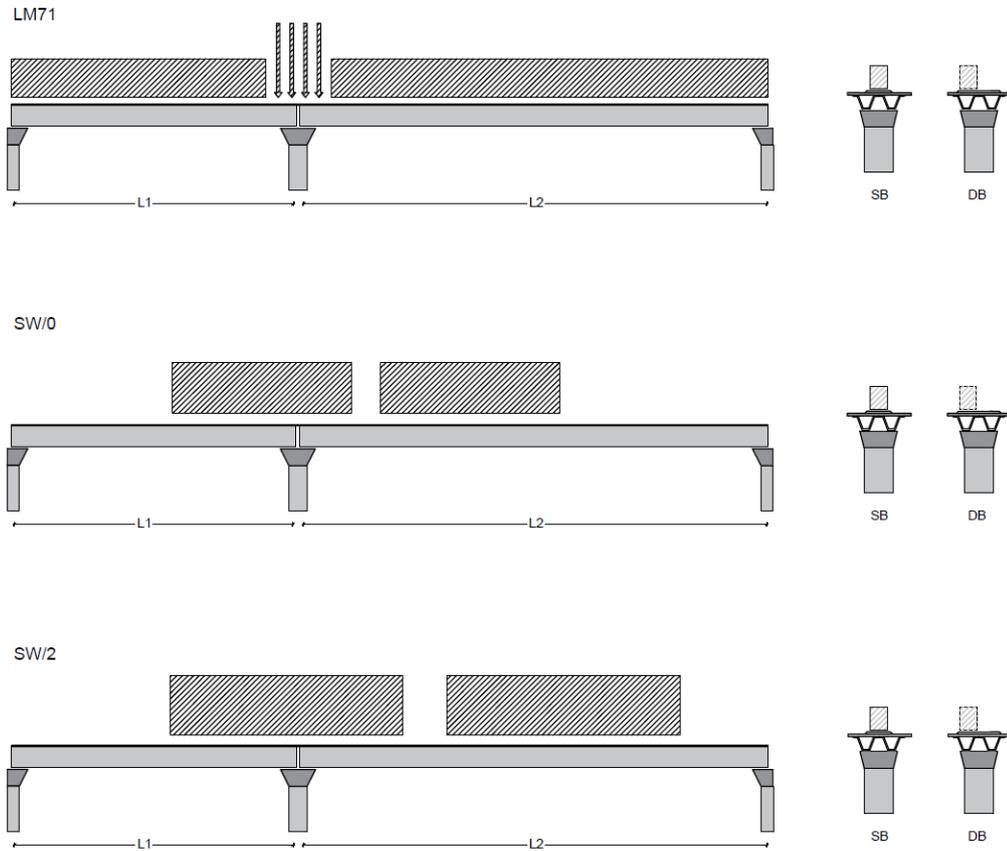


Figura 4- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

## 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		V <sub>max</sub>	160	km/h
			SX	
lunghezza di influenza della parte curva del binario		L <sub>f</sub>	22.8	m
fattore di riduzione funzione della L <sub>f</sub> e della V		f	0.823704	
<b>LM71 e SW/0</b>				
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.				
	<b>LM71 caso a</b>		SX	
	velocità massima	V <sub>max</sub>	120	
	fattore di riduzione funzione della L <sub>f</sub> e della V	f	1.00	
	coefficiente di adattamento	a	1.10	
	valore caratteristico dei carichi verticali	Q <sub>vk</sub>	330.6	kN x asse
	valore caratteristico dei carichi verticali	q <sub>vk</sub>	105.8	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga	Q <sub>tk</sub>	<b>0.0</b>	kN x asse
	valore caratteristico della forza centrifuga	q <sub>tk</sub>	<b>0.0</b>	kN/m
	<b>LM71 caso b</b>			
	velocità massima compatibile con il tracciato della linea	V <sub>max</sub>	160	
	fattore di riduzione funzione della L <sub>f</sub> e della V	f	0.82	
	coefficiente di adattamento	a	1.0	

	valore caratteristico dei carichi verticali			Qvk	300.5	kN x asse
	valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	96.2	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			Qtk	0.0	kN x asse
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	0.0	kN/m
<b>SW/2</b>						
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 $\alpha$ pari a 1,						
	velocità massima compatibile con il tracciato della linea			Vmax	100	
	fattore di riduzione funzione della Lf e della V			f	1.00	
	coefficiente di adattamento			a	1.00	
	valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	180.32	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	0.00	kN/m

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

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

Riassumendo:

	Qtk sx	qtk sx	Qtk dx	qtk dx	F testa Pila	Mom Trac
	KN	KN/m	KN	KN/m	KN	KN/m
Fcen_SW/2_1	0	0.0014198	0	0.00142	0.052463	0.33209

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805002</b>	REV. <b>B</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			<b>Singolo</b>		
combinazione treni			<b>SW/2</b>		
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				3.2	m
armamento				0.88	m
incremento altezza rotaia + alta				0.1	m
valore caratteristico della Forza			Fsk	<b>100</b>	kN
valore caratteristico Momento Tra			Msk	<b>463</b>	kN/m

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805002</b>	REV. <b>B</b>

### 5.6.3 Frenatura ed avviamento

numero di binari				<b>Singolo</b>	
combinazione treni				<b>SW/2</b>	
posizionamento vincolo fissi				<b>caso peggiore</b>	
estradosso pulvino sommità binario		H	<b>0.45</b>	m	
lunghezza del binario		L	<b>49.6</b>	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	49.6	m	
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	1091.2	kN	
SW/0					
coefficiente di adattamento		a	1.1		
lunghezza del binario		L	35.3	m	
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	776.6	kN	
SW/2					
coefficiente di adattamento		a	1		
lunghezza del binario		L	42.6		
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	1491		

#### AVVIAMENTO

LM/71					
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	1000	kN	
SW/0					
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	1000	kN	
SW/2					
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	1000	kN	

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805002</b>	REV. <b>B</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  $\gamma$  e  $\psi$  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	49.6	m
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg1	<b>5297</b>	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg2	<b>4327</b>	kN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili		Vq	<b>7682</b>	kN
coefficiente d'attrito (da assum. In relazione alle cart. App.)		f	<b>0.04</b>	
forza d'attrito trasmessa alla pila		Fa	<b>384.3</b>	kN
momento longitudinale in testa pila		M	<b>172.9</b>	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	<b>28</b>	m/s
parametro di quota	ao	<b>500</b>	m
altitudine sul livello del mare	as	<b>355</b>	m
parametro adimensionale	ks	<b>0.36</b>	
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
<b>VENTO SULL'IMPALCATO</b>				
ponte carico				
	altezza pila	z1	10.5	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	10.95	m
	altezza di riferimento	z	15.34	m
	coefficiente di topografia	ct	1	
	coefficiente di esposizione	ce	2.63	
	densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m <sup>3</sup>
	pressione statica di riferimento	qr	535.732	n/m <sup>2</sup>
	pressione statica di picco	qpicco	1409.35	n/m <sup>2</sup>
	larghezza impalcato	d	9.7	m
	altezza impalcato+soletta	z3	3.78	m
	armamento	z4	0.88	m
	altezza treno	z5a	4	m
	altezza barriere	z5b	5	m
	altezza di impatto treno o barriere	htot	8.78	m
		d/h	1.10478	
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.09618	
	forza trasversale	fx	25.9	
	forza equivalente in testa pila	Fx	958.4	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	4638.8	kn/m

ponte scarico				
altezza di impatto treno o barriere	htot	8.66	m	
rapporto geometrico	d/h	1.12009		
coefficiente di forza trasversale	cfx	2.09197		
forza trasversale	fx	25.5		
forza equivalente in testa pila	Fx	620.4	kN	
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2965.7	kn/m	
<b>VENTO SULLA PILA</b>				
direzione trasversale				
altezza di riferimento	z	10.5	m	
coefficiente di topografia	ct	1		
coefficiente di esposizione	ce	2.38337		
densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m3	
pressione statica di riferimento	qr	535.732	n/m2	
pressione statica di picco	qpicco	1409.35	n/m2	
		1.40935	Kpa	
tipologia di sezione		rettangolare		
larghezza trasversale pila	b	7	m	
larghezza longitudinale pila	d	3.4	m	
raggio della sezione	R	1	m	
rapporto geometrico	b/d	2.05882		
rapporto geometrico	r/b	0.14286		
coefficiente di forza trasversale sez. ret.	cf,0	1.63184		
end-effect factor	$\psi\lambda$	0.64286		
viscosità cinematica dell'aria	$\nu$	1.5E-05	m/s	
numero di Reynolds	Re	5134693		
materiale pila		cls ruvido		
rugosità equivalente	k	1	mm	
rapporto	k/b	0.001		

	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.91967	
	rapporto geometrico	l/b	1.5	
	snellezza effettiva	$\lambda$	1.5	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.61675	
	forza trasversale	f tras	<b>1.5</b>	
	forza equivalente in testa pila	F tras	<b>15.5</b>	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	<b>6.3</b>	m
direzione longitudinale				
	tipolgoia di sezione	rettangolare		
	larghezza trasversale pila	b	7	m
	larghezza longitudinale pila	d	3.4	m
	raggio della sezione	R	1	m
	rapporto geometrico	b/d	2.05882	
	rapporto geometrico	r/b	0.14286	
	coefficiente di forza longitu sez.ret	cf,0	1.63184	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.64286	
	coefficiente di forza trasversale sez.circ.	cf,0	0.91967	
	rapporto geometrico	l/b	3.08824	
	snellezza effettiva	$\lambda$	3.08824	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.64657	
	forza longitudinale	f lon	1.47847	
	forza equivalente in testa pila	F lon	15.5239	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	6.3	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.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805002</b>	REV. <b>B</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.

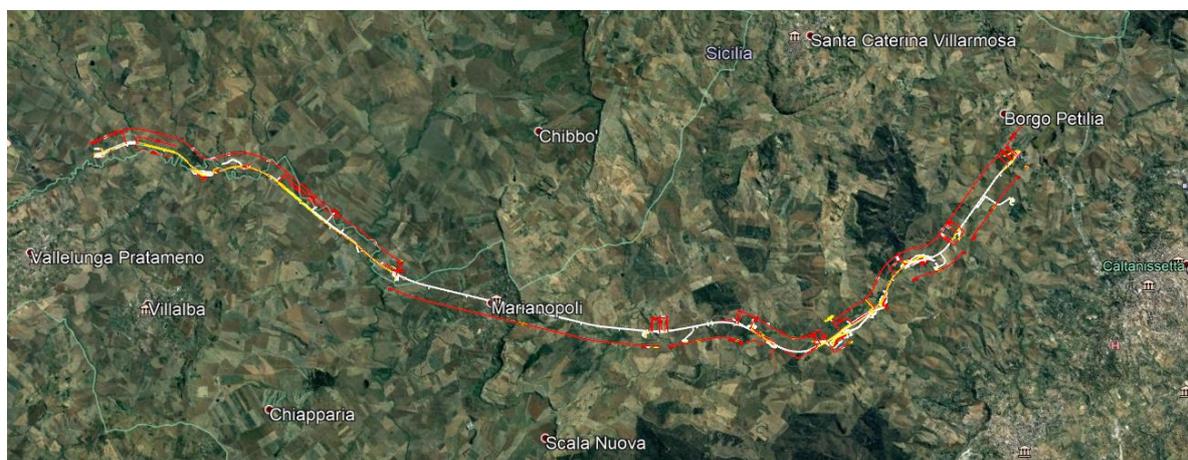


Figura 5 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805002</b>	REV. <b>B</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

14.02275

LATITUDINE

37.52275

Ricerca per comune

REGIONE

Sicilia

PROVINCIA

Catania

COMUNE

Mineo

Elaborazioni grafiche

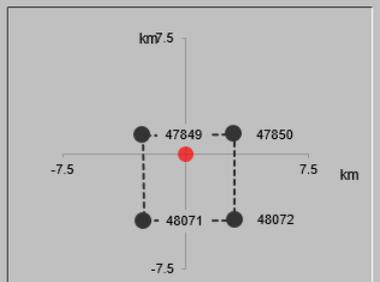
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

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

Interpolazione

superficie rigata

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

INTRO

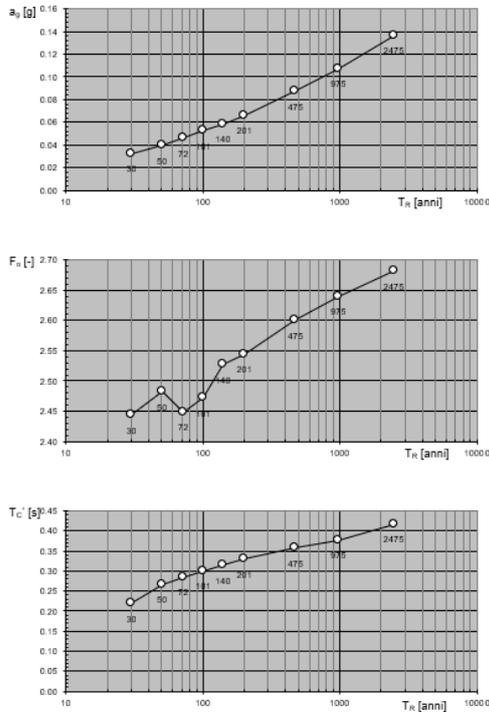
**FASE 1**

FASE 2

FASE 3

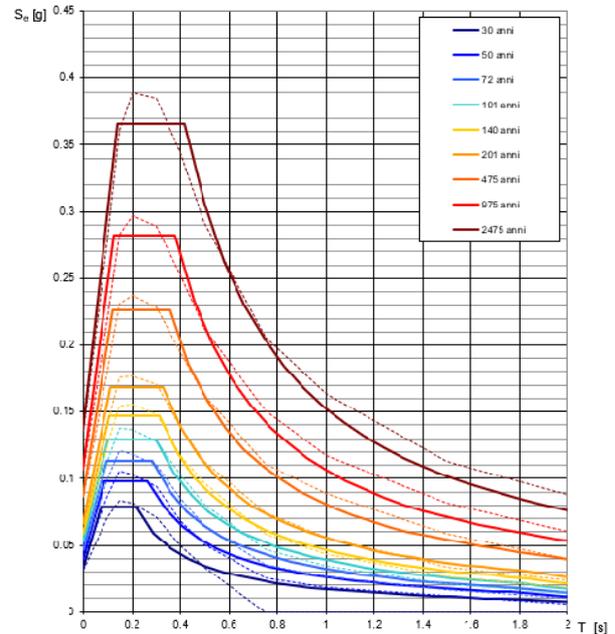
Figura 6 - Sito di riferimento secondo "Spettri\_NTC"

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 7 - 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 8 - Tabella riassuntiva degli stati limite di riferimento del sito in esame

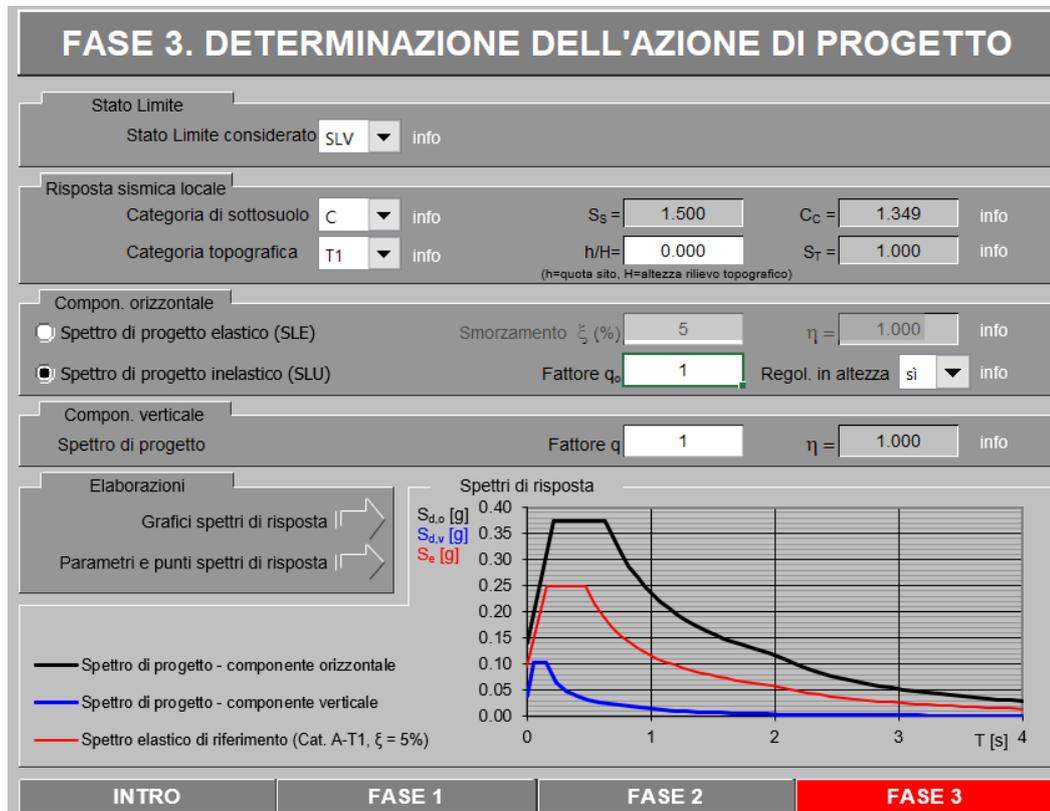


Figura 9 - Definizione della domanda sismica allo SLV



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 10 - Spettro in accelerazione SLV orizzontale e verticale

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.094 g
$F_0$	2.668
$T_C$	0.468 s
$S_a$	1.500
$C_c$	1.349
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.500
$\eta$	1.000
$T_B$	0.210 s
$T_C$	0.631 s
$T_D$	1.974 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)**

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

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

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

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

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  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	0.140
$T_B$ ←	0.210	0.374
$T_C$ ←	0.631	0.374
	0.695	0.340
	0.759	0.311
	0.823	0.287
	0.887	0.266
	0.951	0.248
	1.015	0.233
	1.079	0.219
	1.143	0.207
	1.207	0.196
	1.271	0.186
	1.335	0.177
	1.399	0.169
	1.462	0.162
	1.526	0.155
	1.590	0.149
	1.654	0.143
	1.718	0.137
	1.782	0.133
	1.846	0.128
	1.910	0.124
$T_D$ ←	1.974	0.120
	2.071	0.109
	2.167	0.099
	2.263	0.091
	2.360	0.084
	2.456	0.077
	2.553	0.072
	2.649	0.066
	2.746	0.062
	2.842	0.058
	2.939	0.054
	3.035	0.051
	3.132	0.048
	3.228	0.045
	3.325	0.042
	3.421	0.040
	3.518	0.038
	3.614	0.036
	3.711	0.034
	3.807	0.032
	3.904	0.031
	4.000	0.029

La verifica dell'adeguatezza 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 11 - Parametri indipendenti e dipendenti spettro orizzontale allo SLV

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805002</b>	REV. <b>B</b>

### 5.7.3 *Calcolo dell'azione Sismica*

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

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

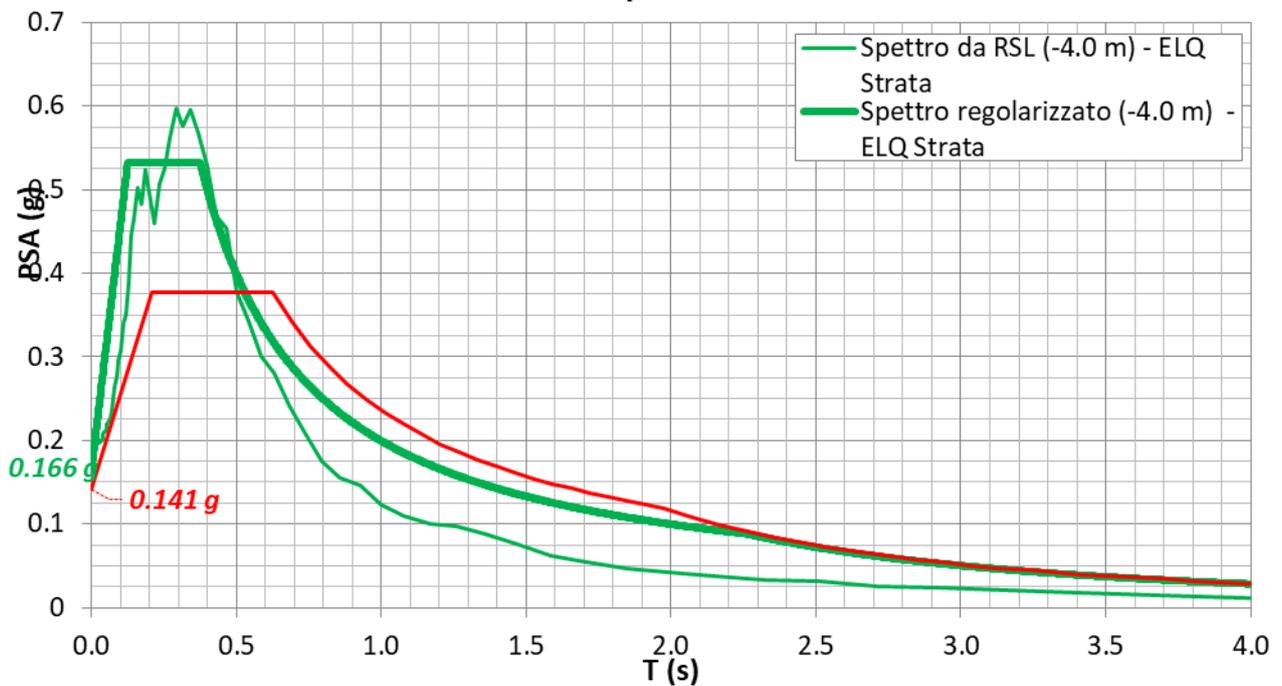
Nella scrittura delle combinazioni di carico si è distinta la posizione del convoglio per massimizzare le singole sollecitazioni (N,Mx,My,Tx,Ty), identificando tre configurazioni, ovvero tre masse statiche.

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

#### 5.7.4 Risposta sismica locale

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

**VI18 - prova: DH3BS10**



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

5.7.5 *Check analisi statica*

<b>Direzione Longitudinale</b>				
massa treno per direzione long		Com Nmax	7613	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	1523	kN
			0	
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	12114	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	13637	kN
1/5 della massa sismica sopra la pila		1/5 Mimp t	2727	kN
massa pulvino		Mpul	1190	kN
massa pila		Mpila	2556	kN
massa efficace pila		Mpe	2042	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long		Mtot long	15679	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			<b>OK</b>
<b>Direzione Trasversale</b>				
massa treno per direzione long		Com Mmax	5121	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	1024	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	9624	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	10648	kN
massa pulvino		Mpul	1190	kN
massa pila		Mpila	2556	kN
massa efficace pila		Mpe	2042	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv		Mtot tras	12690	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			<b>OK</b>
<b>Direzione Verticale</b>				
massa treno per direzione long		Com Mmax	5121	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	1024	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	9624	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	10648	kN
massa pulvino		Mpul	1190	kN
massa pila		Mpila	2556	kN
massa efficace pila		Mpe	2042	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert		Mtot vert	12690	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			<b>OK</b>

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805002</b>	REV. <b>B</b>

### 5.7.6 Analisi statica equivalente

area della sezione		A	12.03	m <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale		I11	50.95	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale		I22	16.86	m <sup>4</sup>
modulo elastico cls pila		E <sub>c</sub>	33346	MPa
eventuale abbattimento del modulo		%	45.00	
modulo di calcolo		E	18340	MPa
calcestruzzo		f <sub>ck</sub>	32.0	MPa
altezza pila est. fondazione - estr. pulvino		H	10.50	m
altezza plinto di fondazione		h <sub>f</sub>	0.00	m
altezza baggioli ed app. appoggio		h <sub>ap</sub>	0.45	m
altezza equivalente sdof		H <sub>e</sub>	10.95	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv		K <sub>tra</sub>	9.7E+08	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long		K <sub>long</sub>	7.1E+08	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert		K <sub>vert</sub>	2.8E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale		T <sub>tra</sub>	0.26	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale		T <sub>long</sub>	0.27	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale		T <sub>vert</sub>	0.04	sec

Tabella Riassuntiva	SLV			SLD	
	q=1.5	q=1.36	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.36	0.36	0.53	0.25	g
accelerazione componente longitudinale	0.36	0.36	0.53	0.25	g
accelerazione componente verticale	0.09	0.09	0.09	0.03	g
Sforzo assiale	1168	1168	1168	391	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	4508	4959	6762	3124	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinal	5570	6127	8354	3860	kN
Momento flessionale trasversale	64211	70632	96317	44503	kN m
Momento flessionale longitudinale	61365	67464	91859	42463	kN m

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805002</b>	REV. <b>B</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

<b>CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA</b>						
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv	
A1_SLU_gr1_Treno_1	21067.2	1080.98	365.625	7805.42	907.568	
A1_SLU_gr2_Scarico_2	14154.6	0	116.772	4477.47	52.9947	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	21067.2	2161.95	365.587	8291.86	907.327	
A1_SLU_gr4_centrif_4	19582	1729.56	312.144	7485.14	734.894	
A1_SLU_gr1+vento_5	21067.2	1094.95	937.993	7805.42	3576.7	
A1_SLU_gr2+vento_6	14154.6	13.9715	689.14	4477.47	2722.13	
A1_SLU_gr3+vento_7	21067.2	2175.92	937.955	8291.86	3576.46	
A1_SLU_gr4+vento_8	19582	1743.53	884.512	7485.14	3404.03	
A1_SLU_vento_gr1_9	19582	888.066	1203.67	7095.98	5155.36	
A1_SLU_vento_gr2_10	14051.9	23.2859	1044.41	4433.63	4489.62	
A1_SLU_vento_gr3_11	19582	1752.85	1203.64	7485.14	5155.17	
A1_SLU_vento_gr4_12	19582	1752.85	1266.09	7485.14	5183.45	
SLE_rar_gr1_Treno_14	14745.2	745.5	188.442	5434.82	597.238	
SLE_rar_gr2_Scarico_15	9977.88	0	74.0265	3139.69	33.6204	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	14745.2	1491	188.416	5770.3	597.072	
SLE_rar_gr4_centrif_17	13720.9	1192.8	163.849	5213.94	483.683	
SLE_rar_gr1+vento_18	14745.2	754.814	570.02	5434.82	2376.66	
SLE_rar_gr2+vento_19	9977.88	9.31434	455.605	3139.69	1813.04	
SLE_rar_gr3+vento_20	14745.2	1500.31	569.994	5770.3	2376.5	
SLE_rar_gr4+vento_21	13720.9	1202.11	545.428	5213.94	2263.11	
SLE_rar_vento_gr1_22	13720.9	611.924	767.052	4945.56	3434.65	
SLE_rar_vento_gr2_23	9907.08	15.5239	693.826	3109.45	2991.99	
SLE_rar_vento_gr3_24	13720.9	1208.32	767.031	5213.94	3434.51	
SLE_rar_vento_gr4_25	13720.9	1208.32	799.813	5213.94	3449.39	

SLE_fre_gr1_Treno_27	13720.9	596.4	109.247	4945.56	459.112
SLE_fre_gr2_Scarico_28	9907.08	0	48.2252	3109.45	21.9481
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	13720.9	1192.8	109.226	5213.94	458.98
SLE_fre_gr4_centrif_30	13720.9	1192.8	136.548	5213.94	471.398
SLE_fre_gr1+vento_31	13720.9	599.505	236.44	4945.56	1052.25
SLE_fre_gr2+vento_32	9907.08	3.10478	175.418	3109.45	615.089
SLE_fre_gr3+vento_33	13720.9	1195.9	236.419	5213.94	1052.12
SLE_fre_gr4+vento_34	13720.9	1195.9	263.741	5213.94	1064.54
SLE_fre_vento_gr1_35	9623.88	7.76195	372.547	2988.49	1507.41
SLE_fre_vento_gr2_36	9623.88	7.76195	372.547	2988.49	1507.41
SLE_fre_vento_gr3_37	9623.88	7.76195	372.547	2988.49	1507.41
SLE_fre_vento_gr4_38	9623.88	7.76195	372.547	2988.49	1507.41
SLE_fre_gr1_temp39	9623.88	3.10478	192.671	2988.49	622.606
SLE_fre_gr2_temp40	9623.88	3.10478	192.671	2988.49	622.606
SLE_fre_gr3_temp41	9623.88	3.10478	192.671	2988.49	622.606
SLE_fre_gr3_temp42	9623.88	3.10478	192.671	2988.49	622.606
SLE_qp_gr1_Treno_44	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr2_Scarico_45	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr4_centrif_47	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr1+vento_48	9623.88	3.10478	181.758	2988.49	617.695
SLE_qp_gr2+vento_49	9623.88	3.10478	181.758	2988.49	617.695
SLE_qp_gr3+vento_50	9623.88	3.10478	181.758	2988.49	617.695
SLE_qp_gr4+vento_51	9623.88	3.10478	181.758	2988.49	617.695
SLE_qp_vento_gr1_52	9623.88	3.10478	181.758	2988.49	617.695
SLE_qp_vento_gr2_53	9623.88	3.10478	181.758	2988.49	617.695
SLE_qp_vento_gr3_54	9623.88	3.10478	181.758	2988.49	617.695
SLE_qp_vento_gr4_55	9623.88	3.10478	181.758	2988.49	617.695
SLE_qp_gr1_temp56	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr2_temp57	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr3_temp58	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr3_temp59	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
E_103x_SLV_q=1.5_60	9974.17	5572.76	1534.15	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	9974.17	1674	4689.73	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	10791.5	1674	1534.15	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	9974.17	6129.72	1669.39	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	9974.17	1841.09	5140.53	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	10791.5	1841.09	1669.39	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	9974.17	8357.58	2210.35	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	9974.17	2509.45	6943.72	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	10791.5	2509.45	2210.35	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	9741.24	3863.25	1119.06	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	9741.24	1161.15	3306.09	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	10015.1	1161.15	1119.06	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	26124.8	1080.98	365.625	19155.7	4746.63
A1_SLU_gr2_Scarico_2	19212.2	0	116.772	4477.47	1279.1
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	26124.8	2161.95	365.587	30992.3	4745.99
A1_SLU_gr4_centrif_4	24639.6	1729.56	312.144	25645.5	4012.4
A1_SLU_gr1+vento_5	26124.8	1094.95	937.993	19302.4	13425.6
A1_SLU_gr2+vento_6	19212.2	13.9715	689.14	4624.17	9958.1
A1_SLU_gr3+vento_7	26124.8	2175.92	937.955	31139	13425
A1_SLU_gr4+vento_8	24639.6	1743.53	884.512	25792.2	12691.4
A1_SLU_vento_gr1_9	24639.6	888.066	1203.67	16420.7	17793.9
A1_SLU_vento_gr2_10	19109.5	23.2859	1044.41	4678.13	15455.9
A1_SLU_vento_gr3_11	24639.6	1752.85	1203.64	25890	17793.4
A1_SLU_vento_gr4_12	24639.6	1752.85	1266.09	25890	18477.4
SLE_rar_gr1_Treno_14	18491.6	745.5	188.442	13262.6	2575.88
SLE_rar_gr2_Scarico_15	13724.3	0	74.0265	3139.69	810.899
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	18491.6	1491	188.416	21425.8	2575.44
SLE_rar_gr4_centrif_17	17467.3	1192.8	163.849	17738.3	2204.1
SLE_rar_gr1+vento_18	18491.6	754.814	570.02	13360.4	8361.88
SLE_rar_gr2+vento_19	13724.3	9.31434	455.605	3237.49	6596.9
SLE_rar_gr3+vento_20	18491.6	1500.31	569.994	21523.6	8361.43
SLE_rar_gr4+vento_21	17467.3	1202.11	545.428	17836.1	7990.1
SLE_rar_vento_gr1_22	17467.3	611.924	767.052	11370.8	11488.7
SLE_rar_vento_gr2_23	13653.5	15.5239	693.826	3272.45	10277.2
SLE_rar_vento_gr3_24	17467.3	1208.32	767.031	17901.3	11488.3
SLE_rar_vento_gr4_25	17467.3	1208.32	799.813	17901.3	11847.4
SLE_fre_gr1_Treno_27	17467.3	596.4	109.247	11207.8	1606.2
SLE_fre_gr2_Scarico_28	13653.5	0	48.2252	3109.45	528.313
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	17467.3	1192.8	109.226	17738.3	1605.85
SLE_fre_gr4_centrif_30	17467.3	1192.8	136.548	17738.3	1905.15
SLE_fre_gr1+vento_31	17467.3	599.505	236.44	11240.4	3534.87
SLE_fre_gr2+vento_32	13653.5	3.10478	175.418	3142.05	2456.98
SLE_fre_gr3+vento_33	17467.3	1195.9	236.419	17770.9	3534.52
SLE_fre_gr4+vento_34	17467.3	1195.9	263.741	17770.9	3833.82
SLE_fre_vento_gr1_35	13370.3	7.76195	372.547	3069.99	5419.15

SLE_fre_vento_gr2_36	13370.3	7.76195	372.547	3069.99	5419.15
SLE_fre_vento_gr3_37	13370.3	7.76195	372.547	3069.99	5419.15
SLE_fre_vento_gr4_38	13370.3	7.76195	372.547	3069.99	5419.15
SLE_fre_gr1_temp39	13370.3	3.10478	192.671	3021.09	2645.65
SLE_fre_gr2_temp40	13370.3	3.10478	192.671	3021.09	2645.65
SLE_fre_gr3_temp41	13370.3	3.10478	192.671	3021.09	2645.65
SLE_fre_gr3_temp42	13370.3	3.10478	192.671	3021.09	2645.65
SLE_qp_gr1_Treno_44	13370.3	0	54.5651	2988.49	597.487
SLE_qp_gr2_Scarico_45	13370.3	0	54.5651	2988.49	597.487
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	13370.3	0	54.5651	2988.49	597.487
SLE_qp_gr4_centrif_47	13370.3	0	54.5651	2988.49	597.487
SLE_qp_gr1+vento_48	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15
SLE_qp_gr2+vento_49	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15
SLE_qp_gr3+vento_50	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15
SLE_qp_gr4+vento_51	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15
SLE_qp_vento_gr1_52	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15
SLE_qp_vento_gr2_53	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15
SLE_qp_vento_gr3_54	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15
SLE_qp_vento_gr4_55	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15
SLE_qp_gr1_temp56	13370.3	0	54.5651	2988.49	597.487
SLE_qp_gr2_temp57	13370.3	0	54.5651	2988.49	597.487
SLE_qp_gr3_temp58	13370.3	0	54.5651	2988.49	597.487
SLE_qp_gr3_temp59	13370.3	0	54.5651	2988.49	597.487
E_103x_SLV_q=1.5_60	13720.5	5572.76	1534.15	64353.6	19881
E_103y_SLV_q=1.5_61	13720.5	1674	4689.73	21398	64828.8
E_103z_SLV_q=1.5_62	14537.9	1674	1534.15	21398	19881
E_103x_SLV_q=1.36_63	13720.5	6129.72	1669.39	70490.1	21807.3
E_103y_SLV_q=1.36_64	13720.5	1841.09	5140.53	23239	71249.9
E_103z_SLV_q=1.36_65	14537.9	1841.09	1669.39	23239	21807.3
E_103x_SLV_q=1_66	13720.5	8357.58	2210.35	94847.4	29512.7
E_103y_SLV_q=1_67	13720.5	2509.45	6943.72	30546.2	96934.3
E_103z_SLV_q=1_68	14537.9	2509.45	2210.35	30546.2	29512.7
E_103x_SLD_q=1_69	13487.6	3863.25	1119.06	45451.6	13968.5
E_103y_SLD_q=1_70	13487.6	1161.15	3306.09	15727.4	45120.3
E_103z_SLD_q=1_71	13761.5	1161.15	1119.06	15727.4	13968.5

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	42915	1080.98	365.625	22398.6	5843.51
A1_SLU_gr2_Scarico_2	36002.4	0	116.772	4477.47	1629.42
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	42915	2161.95	365.587	37478.2	5842.76
A1_SLU_gr4_centrif_4	41429.8	1729.56	312.144	30834.2	4948.83
A1_SLU_gr1+vento_5	42915	1094.95	937.993	22587.2	16239.6
A1_SLU_gr2+vento_6	36002.4	13.9715	689.14	4666.09	12025.5
A1_SLU_gr3+vento_7	42915	2175.92	937.955	37666.8	16238.9
A1_SLU_gr4+vento_8	41429.8	1743.53	884.512	31022.8	15344.9
A1_SLU_vento_gr1_9	41429.8	888.066	1203.67	19084.9	21405
A1_SLU_vento_gr2_10	35899.8	23.2859	1044.41	4747.98	18589.1
A1_SLU_vento_gr3_11	41429.8	1752.85	1203.64	31148.6	21404.4
A1_SLU_vento_gr4_12	41429.8	1752.85	1266.09	31148.6	22275.7
SLE_rar_gr1_Treno_14	30928.8	745.5	188.442	15499.1	3141.2
SLE_rar_gr2_Scarico_15	26161.5	0	74.0265	3139.69	1032.98
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	30928.8	1491	188.416	25898.8	3140.68
SLE_rar_gr4_centrif_17	29904.5	1192.8	163.849	21316.7	2695.65
SLE_rar_gr1+vento_18	30928.8	754.814	570.02	15624.8	10071.9
SLE_rar_gr2+vento_19	26161.5	9.31434	455.605	3265.43	7963.71
SLE_rar_gr3+vento_20	30928.8	1500.31	569.994	26024.5	10071.4
SLE_rar_gr4+vento_21	29904.5	1202.11	545.428	21442.5	9626.38
SLE_rar_vento_gr1_22	29904.5	611.924	767.052	13206.5	13789.8
SLE_rar_vento_gr2_23	26090.7	15.5239	693.826	3319.02	12358.6
SLE_rar_vento_gr3_24	29904.5	1208.32	767.031	21526.3	13789.4
SLE_rar_vento_gr4_25	29904.5	1208.32	799.813	21526.3	14246.9
SLE_fre_gr1_Treno_27	29904.5	596.4	109.247	12997	1933.94
SLE_fre_gr2_Scarico_28	26090.7	0	48.2252	3109.45	672.988
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	29904.5	1192.8	109.226	21316.7	1933.53
SLE_fre_gr4_centrif_30	29904.5	1192.8	136.548	21316.7	2314.79
SLE_fre_gr1+vento_31	29904.5	599.505	236.44	13038.9	4244.19
SLE_fre_gr2+vento_32	26090.7	3.10478	175.418	3151.36	2983.23
SLE_fre_gr3+vento_33	29904.5	1195.9	236.419	21358.7	4243.77
SLE_fre_gr4+vento_34	29904.5	1195.9	263.741	21358.7	4625.04
SLE_fre_vento_gr1_35	25807.5	7.76195	372.547	3093.27	6536.79
SLE_fre_vento_gr2_36	25807.5	7.76195	372.547	3093.27	6536.79

SLE_fre_vento_gr3_37	25807.5	7.76195	372.547	3093.27	6536.79
SLE_fre_vento_gr4_38	25807.5	7.76195	372.547	3093.27	6536.79
SLE_fre_gr1_temp39	25807.5	3.10478	192.671	3030.4	3223.66
SLE_fre_gr2_temp40	25807.5	3.10478	192.671	3030.4	3223.66
SLE_fre_gr3_temp41	25807.5	3.10478	192.671	3030.4	3223.66
SLE_fre_gr3_temp42	25807.5	3.10478	192.671	3030.4	3223.66
SLE_qp_gr1_Treno_44	25807.5	0	54.5651	2988.49	761.182
SLE_qp_gr2_Scarico_45	25807.5	0	54.5651	2988.49	761.182
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	25807.5	0	54.5651	2988.49	761.182
SLE_qp_gr4_centrif_47	25807.5	0	54.5651	2988.49	761.182
SLE_qp_gr1+vento_48	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43
SLE_qp_gr2+vento_49	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43
SLE_qp_gr3+vento_50	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43
SLE_qp_gr4+vento_51	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43
SLE_qp_vento_gr1_52	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43
SLE_qp_vento_gr2_53	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43
SLE_qp_vento_gr3_54	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43
SLE_qp_vento_gr4_55	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43
SLE_qp_gr1_temp56	25807.5	0	54.5651	2988.49	761.182
SLE_qp_gr2_temp57	25807.5	0	54.5651	2988.49	761.182
SLE_qp_gr3_temp58	25807.5	0	54.5651	2988.49	761.182
SLE_qp_gr3_temp59	25807.5	0	54.5651	2988.49	761.182
E_103x_SLV_q=1.5_60	26301.2	7147.07	2006.44	85794.8	25900.3
E_103y_SLV_q=1.5_61	26301.2	3248.31	5162.02	31142.9	80314.8
E_103z_SLV_q=1.5_62	27453.4	3248.31	2006.44	31142.9	25900.3
E_103x_SLV_q=1.36_63	26301.2	7704.03	2141.68	93602.2	28232.4
E_103y_SLV_q=1.36_64	26301.2	3415.4	5612.82	33485.2	88088.3
E_103z_SLV_q=1.36_65	27453.4	3415.4	2141.68	33485.2	28232.4
E_103x_SLV_q=1_66	26301.2	9931.89	2682.64	124643	37560.6
E_103y_SLV_q=1_67	26301.2	4083.76	7416.01	42797.4	119182
E_103z_SLV_q=1_68	27453.4	4083.76	2682.64	42797.4	37560.6
E_103x_SLD_q=1_69	25975.9	4636.7	1351.09	59361.7	18021.8
E_103y_SLD_q=1_70	25975.9	1934.6	3538.12	21531.2	55734.7
E_103z_SLD_q=1_71	26369	1934.6	1351.09	21531.2	18021.8

6.1.2 Configurazione 2

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	19160.5	1080.98	296.987	11367.8	686.018
A1_SLU_gr2_Scarico_73	14154.6	0	116.772	4477.47	52.9947
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	19160.5	2161.95	296.949	11854.2	685.777
A1_SLU_gr4_centrif_75	18056.7	1729.56	257.233	10335	557.654
A1_SLU_gr1+vento_76	19160.5	1094.95	869.355	11367.8	3355.15
A1_SLU_gr2+vento_77	14154.6	13.9715	689.14	4477.47	2722.13
A1_SLU_gr3+vento_78	19160.5	2175.92	869.317	11854.2	3354.91
A1_SLU_gr4+vento_79	18056.7	1743.53	829.601	10335	3226.79
A1_SLU_vento_gr1_80	18056.7	888.066	1159.74	9945.88	4983.07
A1_SLU_vento_gr2_81	14051.9	23.2859	1044.41	4433.63	4489.62
A1_SLU_vento_gr3_82	18056.7	1752.85	1159.71	10335	4982.87
A1_SLU_vento_gr4_83	18056.7	1752.85	1211.18	10335	5006.21
SLE_rar_gr1_Treno_85	13430.3	745.5	156.884	7891.63	451.545
SLE_rar_gr2_Scarico_86	9977.88	0	74.0265	3139.69	33.6204
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	13430.3	1491	156.858	8227.1	451.379
SLE_rar_gr4_centrif_88	12669	1192.8	138.603	7179.38	367.129
SLE_rar_gr1+vento_89	13430.3	754.814	538.462	7891.63	2230.97
SLE_rar_gr2+vento_90	9977.88	9.31434	455.605	3139.69	1813.04
SLE_rar_gr3+vento_91	13430.3	1500.31	538.436	8227.1	2230.8
SLE_rar_gr4+vento_92	12669	1202.11	520.181	7179.38	2146.55
SLE_rar_vento_gr1_93	12669	611.924	746.855	6911	3320.36
SLE_rar_vento_gr2_94	9907.08	15.5239	693.826	3109.45	2991.99
SLE_rar_vento_gr3_95	12669	1208.32	746.834	7179.38	3320.23
SLE_rar_vento_gr4_96	12669	1208.32	774.567	7179.38	3332.83
SLE_fre_gr1_Treno_98	12669	596.4	92.4158	6911	346.345
SLE_fre_gr2_Scarico_99	9907.08	0	48.2252	3109.45	21.9481
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	12669	1192.8	92.3948	7179.38	346.212
SLE_fre_gr4_centrif_101	12669	1192.8	115.509	7179.38	356.737
SLE_fre_gr1+vento_102	12669	599.505	219.609	6911	939.486
SLE_fre_gr2+vento_103	9907.08	3.10478	175.418	3109.45	615.089
SLE_fre_gr3+vento_104	12669	1195.9	219.588	7179.38	939.353
SLE_fre_gr4+vento_105	12669	1195.9	242.702	7179.38	949.878

SLE_fre_vento_gr1_106	9623.88	7.76195	372.547	2988.49	1507.41
SLE_fre_vento_gr2_107	9623.88	7.76195	372.547	2988.49	1507.41
SLE_fre_vento_gr3_108	9623.88	7.76195	372.547	2988.49	1507.41
SLE_fre_vento_gr4_109	9623.88	7.76195	372.547	2988.49	1507.41
SLE_fre_gr1_temp110	9623.88	3.10478	192.671	2988.49	622.606
SLE_fre_gr2_temp111	9623.88	3.10478	192.671	2988.49	622.606
SLE_fre_gr3_temp112	9623.88	3.10478	192.671	2988.49	622.606
SLE_fre_gr3_temp113	9623.88	3.10478	192.671	2988.49	622.606
SLE_qp_gr1_Treno_115	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr2_Scarico_116	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr4_centrif_118	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr1+vento_119	9623.88	3.10478	181.758	2988.49	617.695
SLE_qp_gr2+vento_120	9623.88	3.10478	181.758	2988.49	617.695
SLE_qp_gr3+vento_121	9623.88	3.10478	181.758	2988.49	617.695
SLE_qp_gr4+vento_122	9623.88	3.10478	181.758	2988.49	617.695
SLE_qp_vento_gr1_123	9623.88	3.10478	181.758	2988.49	617.695
SLE_qp_vento_gr2_124	9623.88	3.10478	181.758	2988.49	617.695
SLE_qp_vento_gr3_125	9623.88	3.10478	181.758	2988.49	617.695
SLE_qp_vento_gr4_126	9623.88	3.10478	181.758	2988.49	617.695
SLE_qp_gr1_temp127	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr2_temp128	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr3_temp129	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr3_temp130	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
E_103x_SLV_q=1.5_131	9974.17	5572.76	1534.15	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	9974.17	1674	4689.73	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	10791.5	1674	1534.15	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	9974.17	6129.72	1669.39	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	9974.17	1841.09	5140.53	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	10791.5	1841.09	1669.39	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	9974.17	8357.58	2210.35	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	9974.17	2509.45	6943.72	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	10791.5	2509.45	2210.35	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	9741.24	3863.25	1119.06	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	9741.24	1161.15	3306.09	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	10015.1	1161.15	1119.06	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	24218.1	1080.98	296.987	22718	3804.38
A1_SLU_gr2_Scarico_73	19212.2	0	116.772	4477.47	1279.1
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	24218.1	2161.95	296.949	34554.7	3803.74
A1_SLU_gr4_centrif_75	23114.3	1729.56	257.233	28495.4	3258.6
A1_SLU_gr1+vento_76	24218.1	1094.95	869.355	22864.7	12483.4
A1_SLU_gr2+vento_77	19212.2	13.9715	689.14	4624.17	9958.1
A1_SLU_gr3+vento_78	24218.1	2175.92	869.317	34701.4	12482.7
A1_SLU_gr4+vento_79	23114.3	1743.53	829.601	28642.1	11937.6
A1_SLU_vento_gr1_80	23114.3	888.066	1159.74	19270.6	17160.4
A1_SLU_vento_gr2_81	19109.5	23.2859	1044.41	4678.13	15455.9
A1_SLU_vento_gr3_82	23114.3	1752.85	1159.71	28739.9	17159.9
A1_SLU_vento_gr4_83	23114.3	1752.85	1211.18	28739.9	17723.6
SLE_rar_gr1_Treno_85	17176.6	745.5	156.884	15719.4	2098.83
SLE_rar_gr2_Scarico_86	13724.3	0	74.0265	3139.69	810.899
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	17176.6	1491	156.858	23882.6	2098.38
SLE_rar_gr4_centrif_88	16415.4	1192.8	138.603	19703.8	1822.46
SLE_rar_gr1+vento_89	17176.6	754.814	538.462	15817.2	7884.82
SLE_rar_gr2+vento_90	13724.3	9.31434	455.605	3237.49	6596.9
SLE_rar_gr3+vento_91	17176.6	1500.31	538.436	23980.4	7884.38
SLE_rar_gr4+vento_92	16415.4	1202.11	520.181	19801.6	7608.46
SLE_rar_vento_gr1_93	16415.4	611.924	746.855	13336.2	11162.3
SLE_rar_vento_gr2_94	13653.5	15.5239	693.826	3272.45	10277.2
SLE_rar_vento_gr3_95	16415.4	1208.32	746.834	19866.8	11162
SLE_rar_vento_gr4_96	16415.4	1208.32	774.567	19866.8	11465.8
SLE_fre_gr1_Treno_98	16415.4	596.4	92.4158	13173.2	1316.71
SLE_fre_gr2_Scarico_99	13653.5	0	48.2252	3109.45	528.313
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	16415.4	1192.8	92.3948	19703.8	1316.36
SLE_fre_gr4_centrif_101	16415.4	1192.8	115.509	19703.8	1569.58
SLE_fre_gr1+vento_102	16415.4	599.505	219.609	13205.8	3245.38
SLE_fre_gr2+vento_103	13653.5	3.10478	175.418	3142.05	2456.98
SLE_fre_gr3+vento_104	16415.4	1195.9	219.588	19736.4	3245.02
SLE_fre_gr4+vento_105	16415.4	1195.9	242.702	19736.4	3498.25
SLE_fre_vento_gr1_106	13370.3	7.76195	372.547	3069.99	5419.15

SLE_fre_vento_gr2_107	13370.3	7.76195	372.547	3069.99	5419.15
SLE_fre_vento_gr3_108	13370.3	7.76195	372.547	3069.99	5419.15
SLE_fre_vento_gr4_109	13370.3	7.76195	372.547	3069.99	5419.15
SLE_fre_gr1_temp110	13370.3	3.10478	192.671	3021.09	2645.65
SLE_fre_gr2_temp111	13370.3	3.10478	192.671	3021.09	2645.65
SLE_fre_gr3_temp112	13370.3	3.10478	192.671	3021.09	2645.65
SLE_fre_gr3_temp113	13370.3	3.10478	192.671	3021.09	2645.65
SLE_qp_gr1_Treno_115	13370.3	0	54.5651	2988.49	597.487
SLE_qp_gr2_Scarico_116	13370.3	0	54.5651	2988.49	597.487
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	13370.3	0	54.5651	2988.49	597.487
SLE_qp_gr4_centrif_118	13370.3	0	54.5651	2988.49	597.487
SLE_qp_gr1+vento_119	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15
SLE_qp_gr2+vento_120	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15
SLE_qp_gr3+vento_121	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15
SLE_qp_gr4+vento_122	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15
SLE_qp_vento_gr1_123	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15
SLE_qp_vento_gr2_124	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15
SLE_qp_vento_gr3_125	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15
SLE_qp_vento_gr4_126	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15
SLE_qp_gr1_temp127	13370.3	0	54.5651	2988.49	597.487
SLE_qp_gr2_temp128	13370.3	0	54.5651	2988.49	597.487
SLE_qp_gr3_temp129	13370.3	0	54.5651	2988.49	597.487
SLE_qp_gr3_temp130	13370.3	0	54.5651	2988.49	597.487
E_103x_SLV_q=1.5_131	13720.5	5572.76	1534.15	64353.6	19881
E_103y_SLV_q=1.5_132	13720.5	1674	4689.73	21398	64828.8
E_103z_SLV_q=1.5_133	14537.9	1674	1534.15	21398	19881
E_103x_SLV_q=1.36_134	13720.5	6129.72	1669.39	70490.1	21807.3
E_103y_SLV_q=1.36_135	13720.5	1841.09	5140.53	23239	71249.9
E_103z_SLV_q=1.36_136	14537.9	1841.09	1669.39	23239	21807.3
E_103x_SLV_q=1_137	13720.5	8357.58	2210.35	94847.4	29512.7
E_103y_SLV_q=1_138	13720.5	2509.45	6943.72	30546.2	96934.3
E_103z_SLV_q=1_139	14537.9	2509.45	2210.35	30546.2	29512.7
E_103x_SLD_q=1_140	13487.6	3863.25	1119.06	45451.6	13968.5
E_103y_SLD_q=1_141	13487.6	1161.15	3306.09	15727.4	45120.3
E_103z_SLD_q=1_142	13761.5	1161.15	1119.06	15727.4	13968.5

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	41008.4	1080.98	296.987	25961	4695.34
A1_SLU_gr2_Scarico_73	36002.4	0	116.772	4477.47	1629.42
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	41008.4	2161.95	296.949	41040.6	4694.58
A1_SLU_gr4_centrif_75	39904.5	1729.56	257.233	33684.1	4030.3
A1_SLU_gr1+vento_76	41008.4	1094.95	869.355	26149.6	15091.4
A1_SLU_gr2+vento_77	36002.4	13.9715	689.14	4666.09	12025.5
A1_SLU_gr3+vento_78	41008.4	2175.92	869.317	41229.2	15090.7
A1_SLU_gr4+vento_79	39904.5	1743.53	829.601	33872.7	14426.4
A1_SLU_vento_gr1_80	39904.5	888.066	1159.74	21934.8	20639.6
A1_SLU_vento_gr2_81	35899.8	23.2859	1044.41	4747.98	18589.1
A1_SLU_vento_gr3_82	39904.5	1752.85	1159.71	33998.4	20639
A1_SLU_vento_gr4_83	39904.5	1752.85	1211.18	33998.4	21357.1
SLE_rar_gr1_Treno_85	29613.9	745.5	156.884	17955.9	2569.48
SLE_rar_gr2_Scarico_86	26161.5	0	74.0265	3139.69	1032.98
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	29613.9	1491	156.858	28355.6	2568.96
SLE_rar_gr4_centrif_88	28852.6	1192.8	138.603	23282.2	2238.27
SLE_rar_gr1+vento_89	29613.9	754.814	538.462	18081.6	9500.21
SLE_rar_gr2+vento_90	26161.5	9.31434	455.605	3265.43	7963.71
SLE_rar_gr3+vento_91	29613.9	1500.31	538.436	28481.3	9499.69
SLE_rar_gr4+vento_92	28852.6	1202.11	520.181	23407.9	9169
SLE_rar_vento_gr1_93	28852.6	611.924	746.855	15172	13402.9
SLE_rar_vento_gr2_94	26090.7	15.5239	693.826	3319.02	12358.6
SLE_rar_vento_gr3_95	28852.6	1208.32	746.834	23491.8	13402.5
SLE_rar_vento_gr4_96	28852.6	1208.32	774.567	23491.8	13789.5
SLE_fre_gr1_Treno_98	28852.6	596.4	92.4158	14962.4	1593.96
SLE_fre_gr2_Scarico_99	26090.7	0	48.2252	3109.45	672.988
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	28852.6	1192.8	92.3948	23282.2	1593.54
SLE_fre_gr4_centrif_101	28852.6	1192.8	115.509	23282.2	1916.11
SLE_fre_gr1+vento_102	28852.6	599.505	219.609	15004.3	3904.2
SLE_fre_gr2+vento_103	26090.7	3.10478	175.418	3151.36	2983.23
SLE_fre_gr3+vento_104	28852.6	1195.9	219.588	23324.1	3903.79
SLE_fre_gr4+vento_105	28852.6	1195.9	242.702	23324.1	4226.36
SLE_fre_vento_gr1_106	25807.5	7.76195	372.547	3093.27	6536.79

SLE_fre_vento_gr2_107	25807.5	7.76195	372.547	3093.27	6536.79
SLE_fre_vento_gr3_108	25807.5	7.76195	372.547	3093.27	6536.79
SLE_fre_vento_gr4_109	25807.5	7.76195	372.547	3093.27	6536.79
SLE_fre_gr1_temp110	25807.5	3.10478	192.671	3030.4	3223.66
SLE_fre_gr2_temp111	25807.5	3.10478	192.671	3030.4	3223.66
SLE_fre_gr3_temp112	25807.5	3.10478	192.671	3030.4	3223.66
SLE_fre_gr3_temp113	25807.5	3.10478	192.671	3030.4	3223.66
SLE_qp_gr1_Treno_115	25807.5	0	54.5651	2988.49	761.182
SLE_qp_gr2_Scarico_116	25807.5	0	54.5651	2988.49	761.182
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	25807.5	0	54.5651	2988.49	761.182
SLE_qp_gr4_centrif_118	25807.5	0	54.5651	2988.49	761.182
SLE_qp_gr1+vento_119	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43
SLE_qp_gr2+vento_120	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43
SLE_qp_gr3+vento_121	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43
SLE_qp_gr4+vento_122	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43
SLE_qp_vento_gr1_123	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43
SLE_qp_vento_gr2_124	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43
SLE_qp_vento_gr3_125	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43
SLE_qp_vento_gr4_126	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43
SLE_qp_gr1_temp127	25807.5	0	54.5651	2988.49	761.182
SLE_qp_gr2_temp128	25807.5	0	54.5651	2988.49	761.182
SLE_qp_gr3_temp129	25807.5	0	54.5651	2988.49	761.182
SLE_qp_gr3_temp130	25807.5	0	54.5651	2988.49	761.182
E_103x_SLV_q=1.5_131	26301.2	7147.07	2006.44	85794.8	25900.3
E_103y_SLV_q=1.5_132	26301.2	3248.31	5162.02	31142.9	80314.8
E_103z_SLV_q=1.5_133	27453.4	3248.31	2006.44	31142.9	25900.3
E_103x_SLV_q=1.36_134	26301.2	7704.03	2141.68	93602.2	28232.4
E_103y_SLV_q=1.36_135	26301.2	3415.4	5612.82	33485.2	88088.3
E_103z_SLV_q=1.36_136	27453.4	3415.4	2141.68	33485.2	28232.4
E_103x_SLV_q=1_137	26301.2	9931.89	2682.64	124643	37560.6
E_103y_SLV_q=1_138	26301.2	4083.76	7416.01	42797.4	119182
E_103z_SLV_q=1_139	27453.4	4083.76	2682.64	42797.4	37560.6
E_103x_SLD_q=1_140	25975.9	4636.7	1351.09	59361.7	18021.8
E_103y_SLD_q=1_141	25975.9	1934.6	3538.12	21531.2	55734.7
E_103z_SLD_q=1_142	26369	1934.6	1351.09	21531.2	18021.8

6.1.3 Configurazione 3

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	21067.2	1080.98	365.625	7805.42	907.568
A1_SLU_gr2_Scarico_144	14154.6	0	116.772	4477.47	52.9947
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	21067.2	2161.95	365.587	8291.86	907.327
A1_SLU_gr4_centrif_146	19582	1729.56	312.144	7485.14	734.894
A1_SLU_gr1+vento_147	21067.2	1094.95	937.993	7805.42	3576.7
A1_SLU_gr2+vento_148	14154.6	13.9715	689.14	4477.47	2722.13
A1_SLU_gr3+vento_149	21067.2	2175.92	937.955	8291.86	3576.46
A1_SLU_gr4+vento_150	19582	1743.53	884.512	7485.14	3404.03
A1_SLU_vento_gr1_151	19582	888.066	1203.67	7095.98	5155.36
A1_SLU_vento_gr2_152	14051.9	23.2859	1044.41	4433.63	4489.62
A1_SLU_vento_gr3_153	19582	1752.85	1203.64	7485.14	5155.17
A1_SLU_vento_gr4_154	19582	1752.85	1266.09	7485.14	5183.45
SLE_rar_gr1_Treno_156	14745.2	745.5	188.442	5434.82	597.238
SLE_rar_gr2_Scarico_157	9977.88	0	74.0265	3139.69	33.6204
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	14745.2	1491	188.416	5770.3	597.072
SLE_rar_gr4_centrif_159	13720.9	1192.8	163.849	5213.94	483.683
SLE_rar_gr1+vento_160	14745.2	754.814	570.02	5434.82	2376.66
SLE_rar_gr2+vento_161	9977.88	9.31434	455.605	3139.69	1813.04
SLE_rar_gr3+vento_162	14745.2	1500.31	569.994	5770.3	2376.5
SLE_rar_gr4+vento_163	13720.9	1202.11	545.428	5213.94	2263.11
SLE_rar_vento_gr1_164	13720.9	611.924	767.052	4945.56	3434.65
SLE_rar_vento_gr2_165	9907.08	15.5239	693.826	3109.45	2991.99
SLE_rar_vento_gr3_166	13720.9	1208.32	767.031	5213.94	3434.51
SLE_rar_vento_gr4_167	13720.9	1208.32	799.813	5213.94	3449.39
SLE_fre_gr1_Treno_169	13720.9	596.4	109.247	4945.56	459.112
SLE_fre_gr2_Scarico_170	9907.08	0	48.2252	3109.45	21.9481
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	13720.9	1192.8	109.226	5213.94	458.98
SLE_fre_gr4_centrif_172	13720.9	1192.8	136.548	5213.94	471.398
SLE_fre_gr1+vento_173	13720.9	599.505	236.44	4945.56	1052.25
SLE_fre_gr2+vento_174	9907.08	3.10478	175.418	3109.45	615.089
SLE_fre_gr3+vento_175	13720.9	1195.9	236.419	5213.94	1052.12
SLE_fre_gr4+vento_176	13720.9	1195.9	263.741	5213.94	1064.54
SLE_fre_vento_gr1_177	9623.88	7.76195	372.547	2988.49	1507.41

SLE_fre_vento_gr2_178	9623.88	7.76195	372.547	2988.49	1507.41
SLE_fre_vento_gr3_179	9623.88	7.76195	372.547	2988.49	1507.41
SLE_fre_vento_gr4_180	9623.88	7.76195	372.547	2988.49	1507.41
SLE_fre_gr1_temp181	9623.88	3.10478	192.671	2988.49	622.606
SLE_fre_gr2_temp182	9623.88	3.10478	192.671	2988.49	622.606
SLE_fre_gr3_temp183	9623.88	3.10478	192.671	2988.49	622.606
SLE_fre_gr3_temp184	9623.88	3.10478	192.671	2988.49	622.606
SLE_qp_gr1_Treno_186	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr2_Scarico_187	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr4_centrif_189	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr1+vento_190	9623.88	3.10478	181.758	2988.49	617.695
SLE_qp_gr2+vento_191	9623.88	3.10478	181.758	2988.49	617.695
SLE_qp_gr3+vento_192	9623.88	3.10478	181.758	2988.49	617.695
SLE_qp_gr4+vento_193	9623.88	3.10478	181.758	2988.49	617.695
SLE_qp_vento_gr1_194	9623.88	3.10478	181.758	2988.49	617.695
SLE_qp_vento_gr2_195	9623.88	3.10478	181.758	2988.49	617.695
SLE_qp_vento_gr3_196	9623.88	3.10478	181.758	2988.49	617.695
SLE_qp_vento_gr4_197	9623.88	3.10478	181.758	2988.49	617.695
SLE_qp_gr1_temp198	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr2_temp199	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr3_temp200	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr3_temp201	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
E_103x_SLV_q=1.5_202	9974.17	5572.76	1534.15	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	9974.17	1674	4689.73	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	10791.5	1674	1534.15	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	9974.17	6129.72	1669.39	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	9974.17	1841.09	5140.53	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	10791.5	1841.09	1669.39	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	9974.17	8357.58	2210.35	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	9974.17	2509.45	6943.72	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	10791.5	2509.45	2210.35	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	9741.24	3863.25	1119.06	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	9741.24	1161.15	3306.09	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	10015.1	1161.15	1119.06	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	26124.8	1080.98	365.625	19155.7	4746.63
A1_SLU_gr2_Scarico_144	19212.2	0	116.772	4477.47	1279.1
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	26124.8	2161.95	365.587	30992.3	4745.99
A1_SLU_gr4_centrif_146	24639.6	1729.56	312.144	25645.5	4012.4
A1_SLU_gr1+vento_147	26124.8	1094.95	937.993	19302.4	13425.6
A1_SLU_gr2+vento_148	19212.2	13.9715	689.14	4624.17	9958.1
A1_SLU_gr3+vento_149	26124.8	2175.92	937.955	31139	13425
A1_SLU_gr4+vento_150	24639.6	1743.53	884.512	25792.2	12691.4
A1_SLU_vento_gr1_151	24639.6	888.066	1203.67	16420.7	17793.9
A1_SLU_vento_gr2_152	19109.5	23.2859	1044.41	4678.13	15455.9
A1_SLU_vento_gr3_153	24639.6	1752.85	1203.64	25890	17793.4
A1_SLU_vento_gr4_154	24639.6	1752.85	1266.09	25890	18477.4
SLE_rar_gr1_Treno_156	18491.6	745.5	188.442	13262.6	2575.88
SLE_rar_gr2_Scarico_157	13724.3	0	74.0265	3139.69	810.899
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	18491.6	1491	188.416	21425.8	2575.44
SLE_rar_gr4_centrif_159	17467.3	1192.8	163.849	17738.3	2204.1
SLE_rar_gr1+vento_160	18491.6	754.814	570.02	13360.4	8361.88
SLE_rar_gr2+vento_161	13724.3	9.31434	455.605	3237.49	6596.9
SLE_rar_gr3+vento_162	18491.6	1500.31	569.994	21523.6	8361.43
SLE_rar_gr4+vento_163	17467.3	1202.11	545.428	17836.1	7990.1
SLE_rar_vento_gr1_164	17467.3	611.924	767.052	11370.8	11488.7
SLE_rar_vento_gr2_165	13653.5	15.5239	693.826	3272.45	10277.2
SLE_rar_vento_gr3_166	17467.3	1208.32	767.031	17901.3	11488.3
SLE_rar_vento_gr4_167	17467.3	1208.32	799.813	17901.3	11847.4
SLE_fre_gr1_Treno_169	17467.3	596.4	109.247	11207.8	1606.2
SLE_fre_gr2_Scarico_170	13653.5	0	48.2252	3109.45	528.313
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	17467.3	1192.8	109.226	17738.3	1605.85
SLE_fre_gr4_centrif_172	17467.3	1192.8	136.548	17738.3	1905.15
SLE_fre_gr1+vento_173	17467.3	599.505	236.44	11240.4	3534.87
SLE_fre_gr2+vento_174	13653.5	3.10478	175.418	3142.05	2456.98
SLE_fre_gr3+vento_175	17467.3	1195.9	236.419	17770.9	3534.52
SLE_fre_gr4+vento_176	17467.3	1195.9	263.741	17770.9	3833.82
SLE_fre_vento_gr1_177	13370.3	7.76195	372.547	3069.99	5419.15

SLE_fre_vento_gr2_178	13370.3	7.76195	372.547	3069.99	5419.15
SLE_fre_vento_gr3_179	13370.3	7.76195	372.547	3069.99	5419.15
SLE_fre_vento_gr4_180	13370.3	7.76195	372.547	3069.99	5419.15
SLE_fre_gr1_temp181	13370.3	3.10478	192.671	3021.09	2645.65
SLE_fre_gr2_temp182	13370.3	3.10478	192.671	3021.09	2645.65
SLE_fre_gr3_temp183	13370.3	3.10478	192.671	3021.09	2645.65
SLE_fre_gr3_temp184	13370.3	3.10478	192.671	3021.09	2645.65
SLE_qp_gr1_Treno_186	13370.3	0	54.5651	2988.49	597.487
SLE_qp_gr2_Scarico_187	13370.3	0	54.5651	2988.49	597.487
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	13370.3	0	54.5651	2988.49	597.487
SLE_qp_gr4_centrif_189	13370.3	0	54.5651	2988.49	597.487
SLE_qp_gr1+vento_190	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15
SLE_qp_gr2+vento_191	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15
SLE_qp_gr3+vento_192	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15
SLE_qp_gr4+vento_193	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15
SLE_qp_vento_gr1_194	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15
SLE_qp_vento_gr2_195	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15
SLE_qp_vento_gr3_196	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15
SLE_qp_vento_gr4_197	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15
SLE_qp_gr1_temp198	13370.3	0	54.5651	2988.49	597.487
SLE_qp_gr2_temp199	13370.3	0	54.5651	2988.49	597.487
SLE_qp_gr3_temp200	13370.3	0	54.5651	2988.49	597.487
SLE_qp_gr3_temp201	13370.3	0	54.5651	2988.49	597.487
E_103x_SLV_q=1.5_202	13720.5	5572.76	1534.15	64353.6	19881
E_103y_SLV_q=1.5_203	13720.5	1674	4689.73	21398	64828.8
E_103z_SLV_q=1.5_204	14537.9	1674	1534.15	21398	19881
E_103x_SLV_q=1.36_205	13720.5	6129.72	1669.39	70490.1	21807.3
E_103y_SLV_q=1.36_206	13720.5	1841.09	5140.53	23239	71249.9
E_103z_SLV_q=1.36_207	14537.9	1841.09	1669.39	23239	21807.3
E_103x_SLV_q=1_208	13720.5	8357.58	2210.35	94847.4	29512.7
E_103y_SLV_q=1_209	13720.5	2509.45	6943.72	30546.2	96934.3
E_103z_SLV_q=1_210	14537.9	2509.45	2210.35	30546.2	29512.7
E_103x_SLD_q=1_211	13487.6	3863.25	1119.06	45451.6	13968.5
E_103y_SLD_q=1_212	13487.6	1161.15	3306.09	15727.4	45120.3
E_103z_SLD_q=1_213	13761.5	1161.15	1119.06	15727.4	13968.5

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	42915	1080.98	365.625	22398.6	5843.51
A1_SLU_gr2_Scarico_144	36002.4	0	116.772	4477.47	1629.42
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	42915	2161.95	365.587	37478.2	5842.76
A1_SLU_gr4_centrif_146	41429.8	1729.56	312.144	30834.2	4948.83
A1_SLU_gr1+vento_147	42915	1094.95	937.993	22587.2	16239.6
A1_SLU_gr2+vento_148	36002.4	13.9715	689.14	4666.09	12025.5
A1_SLU_gr3+vento_149	42915	2175.92	937.955	37666.8	16238.9
A1_SLU_gr4+vento_150	41429.8	1743.53	884.512	31022.8	15344.9
A1_SLU_vento_gr1_151	41429.8	888.066	1203.67	19084.9	21405
A1_SLU_vento_gr2_152	35899.8	23.2859	1044.41	4747.98	18589.1
A1_SLU_vento_gr3_153	41429.8	1752.85	1203.64	31148.6	21404.4
A1_SLU_vento_gr4_154	41429.8	1752.85	1266.09	31148.6	22275.7
SLE_rar_gr1_Treno_156	30928.8	745.5	188.442	15499.1	3141.2
SLE_rar_gr2_Scarico_157	26161.5	0	74.0265	3139.69	1032.98
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	30928.8	1491	188.416	25898.8	3140.68
SLE_rar_gr4_centrif_159	29904.5	1192.8	163.849	21316.7	2695.65
SLE_rar_gr1+vento_160	30928.8	754.814	570.02	15624.8	10071.9
SLE_rar_gr2+vento_161	26161.5	9.31434	455.605	3265.43	7963.71
SLE_rar_gr3+vento_162	30928.8	1500.31	569.994	26024.5	10071.4
SLE_rar_gr4+vento_163	29904.5	1202.11	545.428	21442.5	9626.38
SLE_rar_vento_gr1_164	29904.5	611.924	767.052	13206.5	13789.8
SLE_rar_vento_gr2_165	26090.7	15.5239	693.826	3319.02	12358.6
SLE_rar_vento_gr3_166	29904.5	1208.32	767.031	21526.3	13789.4
SLE_rar_vento_gr4_167	29904.5	1208.32	799.813	21526.3	14246.9
SLE_fre_gr1_Treno_169	29904.5	596.4	109.247	12997	1933.94
SLE_fre_gr2_Scarico_170	26090.7	0	48.2252	3109.45	672.988
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	29904.5	1192.8	109.226	21316.7	1933.53
SLE_fre_gr4_centrif_172	29904.5	1192.8	136.548	21316.7	2314.79
SLE_fre_gr1+vento_173	29904.5	599.505	236.44	13038.9	4244.19
SLE_fre_gr2+vento_174	26090.7	3.10478	175.418	3151.36	2983.23
SLE_fre_gr3+vento_175	29904.5	1195.9	236.419	21358.7	4243.77
SLE_fre_gr4+vento_176	29904.5	1195.9	263.741	21358.7	4625.04
SLE_fre_vento_gr1_177	25807.5	7.76195	372.547	3093.27	6536.79

SLE_fre_vento_gr2_178	25807.5	7.76195	372.547	3093.27	6536.79
SLE_fre_vento_gr3_179	25807.5	7.76195	372.547	3093.27	6536.79
SLE_fre_vento_gr4_180	25807.5	7.76195	372.547	3093.27	6536.79
SLE_fre_gr1_temp181	25807.5	3.10478	192.671	3030.4	3223.66
SLE_fre_gr2_temp182	25807.5	3.10478	192.671	3030.4	3223.66
SLE_fre_gr3_temp183	25807.5	3.10478	192.671	3030.4	3223.66
SLE_fre_gr3_temp184	25807.5	3.10478	192.671	3030.4	3223.66
SLE_qp_gr1_Treno_186	25807.5	0	54.5651	2988.49	761.182
SLE_qp_gr2_Scarico_187	25807.5	0	54.5651	2988.49	761.182
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	25807.5	0	54.5651	2988.49	761.182
SLE_qp_gr4_centrif_189	25807.5	0	54.5651	2988.49	761.182
SLE_qp_gr1+vento_190	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43
SLE_qp_gr2+vento_191	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43
SLE_qp_gr3+vento_192	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43
SLE_qp_gr4+vento_193	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43
SLE_qp_vento_gr1_194	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43
SLE_qp_vento_gr2_195	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43
SLE_qp_vento_gr3_196	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43
SLE_qp_vento_gr4_197	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43
SLE_qp_gr1_temp198	25807.5	0	54.5651	2988.49	761.182
SLE_qp_gr2_temp199	25807.5	0	54.5651	2988.49	761.182
SLE_qp_gr3_temp200	25807.5	0	54.5651	2988.49	761.182
SLE_qp_gr3_temp201	25807.5	0	54.5651	2988.49	761.182
E_103x_SLV_q=1.5_202	26301.2	7147.07	2006.44	85794.8	25900.3
E_103y_SLV_q=1.5_203	26301.2	3248.31	5162.02	31142.9	80314.8
E_103z_SLV_q=1.5_204	27453.4	3248.31	2006.44	31142.9	25900.3
E_103x_SLV_q=1.36_205	26301.2	7704.03	2141.68	93602.2	28232.4
E_103y_SLV_q=1.36_206	26301.2	3415.4	5612.82	33485.2	88088.3
E_103z_SLV_q=1.36_207	27453.4	3415.4	2141.68	33485.2	28232.4
E_103x_SLV_q=1_208	26301.2	9931.89	2682.64	124643	37560.6
E_103y_SLV_q=1_209	26301.2	4083.76	7416.01	42797.4	119182
E_103z_SLV_q=1_210	27453.4	4083.76	2682.64	42797.4	37560.6
E_103x_SLD_q=1_211	25975.9	4636.7	1351.09	59361.7	18021.8
E_103y_SLD_q=1_212	25975.9	1934.6	3538.12	21531.2	55734.7
E_103z_SLD_q=1_213	26369	1934.6	1351.09	21531.2	18021.8

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805002</b>	REV. <b>B</b>

## 6.2 Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni

### 6.2.1 Stati limiti di esercizio

#### Configurazione1

TESTA PILA						
combo		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
SLE_rar_gr1_Treno_14		14745.2	745.5	188.442	5434.82	597.238
SLE_rar_gr3+vento_20		14745.2	1500.31	569.994	5770.3	2376.5
SLE_rar_vento_gr4_25		13720.9	1208.32	799.813	5213.94	3449.39
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		14745.2	1491	188.416	5770.3	597.072
SLE_rar_vento_gr4_25		13720.9	1208.32	799.813	5213.94	3449.39
SLE_rar_gr4_centrif_17		13720.9	1192.8	163.849	5213.94	483.683
SLE_rar_vento_gr4_25		13720.9	1208.32	163.849	5213.94	3449.39
SLE_rar_vento_gr4_25		13720.9	1208.32	799.813	5213.94	3449.39
SLE_rar_gr4_centrif_17		13720.9	1192.8	163.849	5213.94	483.683
SLE_rar_vento_gr4_25		13720.9	1208.32	799.813	5213.94	3449.39
SLE_qp_gr1_Treno_44		9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr1+vento_48		9623.88	3.10478	181.758	2988.49	617.695
SLE_qp_gr1+vento_48		9623.88	3.10478	181.758	2988.49	617.695
SLE_qp_gr1_Treno_44		9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr1+vento_48		9623.88	3.10478	181.758	2988.49	617.695
E_103x_SLD_q=1_69		9741.24	3863.25	1119.06	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		9741.24	1161.15	3306.09	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		10015.1	1161.15	1119.06	0	0

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	18491.6	745.5	188.442	13262.6	2575.88	
SLE_rar_gr3+vento_20	18491.6	1500.31	569.994	21523.6	8361.43	
SLE_rar_vento_gr4_25	17467.3	1208.32	799.813	17901.3	11847.4	
SLE_rar_gr3+vento_20	18491.6	1500.31	569.994	21523.6	8361.43	
SLE_rar_vento_gr4_25	17467.3	1208.32	799.813	17901.3	11847.4	
SLE_rar_gr4_centrif_17	17467.3	1192.8	163.849	17738.3	2204.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	17467.3	1208.32	799.813	17901.3	11847.4	
SLE_rar_vento_gr4_25	17467.3	1208.32	799.813	17901.3	11847.4	
SLE_rar_vento_gr4_25	17467.3	1208.32	799.813	17901.3	11847.4	
SLE_rar_vento_gr4_25	17467.3	1208.32	799.813	17901.3	11847.4	
SLE_qp_gr1_Treno_44	13370.3	0	54.5651	2988.49	597.487	
SLE_qp_gr1+vento_48	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15	
SLE_qp_gr1+vento_48	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15	
SLE_qp_gr1+vento_48	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15	
SLE_qp_gr1+vento_48	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15	
E_103x_SLD_q=1_69	13487.6	3863.25	1119.06	45451.6	13968.5	
E_103y_SLD_q=1_70	13487.6	1161.15	3306.09	15727.4	45120.3	
E_103z_SLD_q=1_71	13761.5	1161.15	1119.06	15727.4	13968.5	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	30928.8	745.5	188.442	15499.1	3141.2	
SLE_rar_gr3+vento_20	30928.8	1500.31	569.994	26024.5	10071.4	
SLE_rar_vento_gr4_25	29904.5	1208.32	799.813	21526.3	14246.9	
SLE_rar_gr3+vento_20	30928.8	1500.31	569.994	26024.5	10071.4	
SLE_rar_vento_gr4_25	29904.5	1208.32	799.813	21526.3	14246.9	
SLE_rar_gr4_centrif_17	29904.5	1192.8	163.849	21316.7	2695.65	
SLE_rar_vento_gr4_25	29904.5	1208.32	799.813	21526.3	14246.9	
SLE_rar_vento_gr4_25	29904.5	1208.32	799.813	21526.3	14246.9	
SLE_rar_vento_gr4_25	29904.5	1208.32	799.813	21526.3	14246.9	
SLE_rar_vento_gr4_25	29904.5	1208.32	799.813	21526.3	14246.9	
SLE_qp_gr1_Treno_44	25807.5	0	54.5651	2988.49	761.182	
SLE_qp_gr1+vento_48	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43	
SLE_qp_gr1+vento_48	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43	
SLE_qp_gr1+vento_48	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43	
SLE_qp_gr1+vento_48	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43	
E_103x_SLD_q=1_69	25975.9	4636.7	1351.09	59361.7	18021.8	
E_103y_SLD_q=1_70	25975.9	1934.6	3538.12	21531.2	55734.7	
E_103z_SLD_q=1_71	26369	1934.6	1351.09	21531.2	18021.8	

Configurazione2

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85		13430.3	745.5	156.884	7891.63	451.545	
SLE_rar_gr3+vento_91		13430.3	1500.31	538.436	8227.1	2230.8	
SLE_rar_vento_gr4_96		12669	1208.32	774.567	7179.38	3332.83	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87		13430.3	1491	156.858	8227.1	451.379	
SLE_rar_vento_gr4_96		12669	1208.32	774.567	7179.38	3332.83	
SLE_rar_gr4_centrif_88		12669	1192.8	138.603	7179.38	367.129	
SLE_rar_vento_gr4_96		12669	1208.32	774.567	7179.38	3332.83	
SLE_rar_vento_gr4_96		12669	1208.32	774.567	7179.38	3332.83	
SLE_rar_gr4_centrif_88		12669	1192.8	138.603	7179.38	367.129	
SLE_rar_vento_gr4_96		12669	1208.32	774.567	7179.38	3332.83	
SLE_qp_gr1_Treno_115		9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543	
SLE_qp_gr1+vento_119		9623.88	3.10478	181.758	2988.49	617.695	
SLE_qp_gr1+vento_119		9623.88	3.10478	181.758	2988.49	617.695	
SLE_qp_gr1_Treno_115		9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543	
SLE_qp_gr1+vento_119		9623.88	3.10478	181.758	2988.49	617.695	
E_103x_SLD_q=1_140		9741.24	3863.25	1119.06	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141		9741.24	1161.15	3306.09	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142		10015.1	1161.15	1119.06	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	17176.6	745.5	188.442	13262.6	2575.88	
SLE_rar_gr3+vento_91	17176.6	1500.31	538.436	23980.4	7884.38	
SLE_rar_vento_gr4_96	16415.4	1208.32	774.567	19866.8	11465.8	
SLE_rar_gr3+vento_91	17176.6	1500.31	538.436	23980.4	7884.38	
SLE_rar_vento_gr4_96	16415.4	1208.32	774.567	19866.8	11465.8	
SLE_rar_gr4_centrif_88	16415.4	1192.8	138.603	19703.8	1822.46	
SLE_rar_vento_gr4_96	16415.4	1208.32	774.567	19866.8	11465.8	
SLE_rar_vento_gr4_96	16415.4	1208.32	774.567	19866.8	11465.8	
SLE_rar_vento_gr4_96	16415.4	1208.32	774.567	19866.8	11465.8	
SLE_rar_vento_gr4_96	16415.4	1208.32	774.567	19866.8	11465.8	
SLE_qp_gr1_Treno_115	13370.3	0	54.5651	2988.49	597.487	
SLE_qp_gr1+vento_119	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15	
SLE_qp_gr1+vento_119	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15	
SLE_qp_gr1+vento_119	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15	
SLE_qp_gr1+vento_119	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15	
E_103x_SLD_q=1_140	13487.6	3863.25	1119.06	45451.6	13968.5	
E_103y_SLD_q=1_141	13487.6	1161.15	3306.09	15727.4	45120.3	
E_103z_SLD_q=1_142	13761.5	1161.15	1119.06	15727.4	13968.5	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	29613.9	745.5	188.442	15499.1	3141.2	
SLE_rar_gr3+vento_91	29613.9	1500.31	538.436	28481.3	9499.69	
SLE_rar_vento_gr4_96	28852.6	1208.32	774.567	23491.8	13789.5	
SLE_rar_gr3+vento_91	29613.9	1500.31	538.436	28481.3	9499.69	
SLE_rar_vento_gr4_96	28852.6	1208.32	774.567	23491.8	13789.5	
SLE_rar_gr4_centrif_88	28852.6	1192.8	138.603	23282.2	2238.27	
SLE_rar_vento_gr4_96	28852.6	1208.32	774.567	23491.8	13789.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	28852.6	1208.32	774.567	23491.8	13789.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	28852.6	1208.32	774.567	23491.8	13789.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	28852.6	1208.32	774.567	23491.8	13789.5	
SLE_qp_gr1_Treno_115	25807.5	0	54.5651	2988.49	761.182	
SLE_qp_gr1+vento_119	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43	
SLE_qp_gr1+vento_119	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43	
SLE_qp_gr1+vento_119	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43	
SLE_qp_gr1+vento_119	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43	
E_103x_SLD_q=1_140	25975.9	4636.7	1351.09	59361.7	18021.8	
E_103y_SLD_q=1_141	25975.9	1934.6	3538.12	21531.2	55734.7	
E_103z_SLD_q=1_142	26369	1934.6	1351.09	21531.2	18021.8	

Configurazione3

TESTA PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	14745.2	745.5	188.442	5434.82	597.238	
SLE_rar_gr3+vento_162	14745.2	1500.31	569.994	5770.3	2376.5	
SLE_rar_vento_gr4_167	13720.9	1208.32	799.813	5213.94	3449.39	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	14745.2	1491	188.416	5770.3	597.072	
SLE_rar_vento_gr4_167	13720.9	1208.32	799.813	5213.94	3449.39	
SLE_rar_gr4_centrif_159	13720.9	1192.8	163.849	5213.94	483.683	
SLE_rar_vento_gr4_167	13720.9	1208.32	799.813	5213.94	3449.39	
SLE_rar_vento_gr4_167	13720.9	1208.32	799.813	5213.94	3449.39	
SLE_rar_gr4_centrif_159	13720.9	1192.8	163.849	5213.94	483.683	
SLE_rar_vento_gr4_167	13720.9	1208.32	799.813	5213.94	3449.39	
SLE_qp_gr1_Treno_186	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543	
SLE_qp_gr1+vento_190	9623.88	3.10478	181.758	2988.49	617.695	
SLE_qp_gr1+vento_190	9623.88	3.10478	181.758	2988.49	617.695	
SLE_qp_gr1_Treno_186	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543	
SLE_qp_gr1+vento_190	9623.88	3.10478	181.758	181.758	617.695	
E_103x_SLD_q=1_211	9741.24	3863.25	1119.06	0	0	
E_103y_SLD_q=1_212	9741.24	1161.15	3306.09	0	0	
E_103z_SLD_q=1_213	10015.1	1161.15	1119.06	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	18491.6	745.5	188.442	13262.6	2575.88	
SLE_rar_gr3+vento_162	18491.6	1500.31	569.994	21523.6	8361.43	
SLE_rar_vento_gr4_167	17467.3	1208.32	799.813	17901.3	11847.4	
SLE_rar_gr3+vento_162	18491.6	1500.31	569.994	21523.6	8361.43	
SLE_rar_vento_gr4_167	17467.3	1208.32	799.813	17901.3	11847.4	
SLE_rar_gr4_centrif_159	17467.3	1192.8	163.849	17738.3	2204.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	17467.3	1208.32	799.813	17901.3	11847.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	17467.3	1208.32	799.813	17901.3	11847.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	17467.3	1208.32	799.813	17901.3	11847.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	17467.3	1208.32	799.813	17901.3	11847.4	
SLE_qp_gr1_Treno_186	13370.3	0	54.5651	2988.49	597.487	
SLE_qp_gr1+vento_190	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15	
SLE_qp_gr1+vento_190	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15	
SLE_qp_gr1+vento_190	13370.3	3.10478	181.758	3021.09	2526.15	
SLE_qp_gr1+vento_190	13370.3	3.10478	181.758	181.758	2526.15	
E_103x_SLD_q=1_211	13487.6	3863.25	1119.06	45451.6	13968.5	
E_103y_SLD_q=1_212	13487.6	1161.15	3306.09	15727.4	45120.3	
E_103z_SLD_q=1_213	13761.5	1161.15	1119.06	15727.4	13968.5	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	30928.8	745.5	188.442	15499.1	3141.2	
SLE_rar_gr3+vento_162	30928.8	1500.31	569.994	26024.5	10071.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	29904.5	1208.32	799.813	21526.3	14246.9	
SLE_rar_gr3+vento_162	30928.8	1500.31	569.994	26024.5	10071.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	29904.5	1208.32	799.813	21526.3	14246.9	
SLE_rar_gr4_centrif_159	29904.5	1192.8	163.849	21316.7	2695.65	
SLE_rar_vento_gr4_167	29904.5	1208.32	799.813	21526.3	14246.9	
SLE_rar_vento_gr4_167	29904.5	1208.32	799.813	21526.3	14246.9	
SLE_rar_vento_gr4_167	29904.5	1208.32	799.813	21526.3	14246.9	
SLE_rar_vento_gr4_167	29904.5	1208.32	799.813	21526.3	14246.9	
SLE_qp_gr1_Treno_186	25807.5	0	54.5651	2988.49	761.182	
SLE_qp_gr1+vento_190	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43	
SLE_qp_gr1+vento_190	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43	
SLE_qp_gr1+vento_190	25807.5	3.10478	181.758	3030.4	3071.43	
SLE_qp_gr1+vento_190	25807.5	3.10478	181.758	181.758	3071.43	
E_103x_SLD_q=1_211	25975.9	4636.7	1351.09	59361.7	18021.8	
E_103y_SLD_q=1_212	25975.9	1934.6	3538.12	21531.2	55734.7	
E_103z_SLD_q=1_213	26369	1934.6	1351.09	21531.2	18021.8	

6.2.2 Stati limiti ultimi

Configurazione1

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_1	21067.2	1080.98	365.625	7805.42	907.568	
A1_SLU_gr3+vento_7	21067.2	2175.92	937.955	8291.86	3576.46	
A1_SLU_vento_gr4_12	19582	1752.85	1266.09	7485.14	5183.45	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	21067.2	2161.95	365.587	8291.86	907.327	
A1_SLU_vento_gr4_12	19582	1752.85	1266.09	7485.14	5183.45	
E_103x_SLV_q=1.5_60	9974.17	5572.76	1534.15	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_61	9974.17	1674	4689.73	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_62	10791.5	1674	1534.15	0	0	
E_103x_SLV_q=1_66	9974.17	8357.58	2210.35	0	0	
E_103y_SLV_q=1_67	9974.17	2509.45	6943.72	0	0	
E_103z_SLV_q=1_68	10791.5	2509.45	2210.35	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_1	26124.8	1080.98	365.625	19155.7	4746.63	
A1_SLU_gr3+vento_7	26124.8	2175.92	937.955	31139	13425	
A1_SLU_vento_gr4_12	24639.6	1752.85	1266.09	25890	18477.4	
A1_SLU_gr3+vento_7	26124.8	2175.92	937.955	31139	13425	
A1_SLU_vento_gr4_12	24639.6	1752.85	1266.09	25890	18477.4	
E_103x_SLV_q=1.5_60	13720.5	5572.76	1534.15	64353.6	19881	
E_103y_SLV_q=1.5_61	13720.5	1674	4689.73	21398	64828.8	
E_103z_SLV_q=1.5_62	14537.9	1674	1534.15	21398	19881	
E_103x_SLV_q=1_66	13720.5	8357.58	2210.35	94847.4	29512.7	
E_103y_SLV_q=1_67	13720.5	2509.45	6943.72	30546.2	96934.3	
E_103z_SLV_q=1_68	14537.9	2509.45	2210.35	30546.2	29512.7	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_1	42915	1080.98	365.625	22398.6	5843.51	
A1_SLU_gr3+vento_7	42915	2175.92	937.955	37666.8	16238.9	
A1_SLU_vento_gr4_12	41429.8	1752.85	1266.09	31148.6	22275.7	
A1_SLU_gr3+vento_7	42915	2175.92	937.955	37666.8	16238.9	
A1_SLU_vento_gr4_12	41429.8	1752.85	1266.09	31148.6	22275.7	
E_103x_SLV_q=1.36_63	26301.2	7704.03	2141.68	93602.2	28232.4	
E_103y_SLV_q=1.36_64	26301.2	3415.4	5612.82	33485.2	88088.3	
E_103z_SLV_q=1.36_65	27453.4	3415.4	2141.68	33485.2	28232.4	
E_103x_SLV_q=1_66	26301.2	9931.89	2682.64	124643	37560.6	
E_103y_SLV_q=1_67	26301.2	4083.76	7416.01	42797.4	119182	
E_103z_SLV_q=1_68	27453.4	4083.76	2682.64	42797.4	37560.6	

Configurazione2

TESTA PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		19160.5	1080.98	296.987	11367.8	686.018
A1_SLU_gr3+vento_78		19160.5	2175.92	869.317	11854.2	3354.91
A1_SLU_vento_gr4_83		18056.7	1752.85	1211.18	10335	5006.21
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74		19160.5	2161.95	296.949	11854.2	685.777
A1_SLU_vento_gr4_83		18056.7	1752.85	1211.18	10335	5006.21
E_103x_SLV_q=1.5_131		9974.17	5572.76	1534.15	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132		9974.17	1674	4689.73	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133		10791.5	1674	1534.15	0	0
E_103x_SLV_q=1_137		9974.17	8357.58	2210.35	0	0
E_103y_SLV_q=1_138		9974.17	2509.45	6943.72	0	0
E_103z_SLV_q=1_139		10791.5	2509.45	2210.35	0	0
BASE PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		24218.1	1080.98	296.987	22718	3804.38
A1_SLU_gr3+vento_78		24218.1	2175.92	869.317	34701.4	12482.7
A1_SLU_vento_gr4_83		23114.3	1752.85	1211.18	28739.9	17723.6
A1_SLU_gr3+vento_78		24218.1	2175.92	869.317	34701.4	12482.7
A1_SLU_vento_gr4_83		23114.3	1752.85	1211.18	28739.9	17723.6
E_103x_SLV_q=1.5_131		13720.5	5572.76	1534.15	64353.6	19881
E_103y_SLV_q=1.5_132		13720.5	1674	4689.73	21398	64828.8
E_103z_SLV_q=1.5_133		14537.9	1674	1534.15	21398	19881
E_103x_SLV_q=1_137		13720.5	8357.58	2210.35	94847.4	29512.7
E_103y_SLV_q=1_138		13720.5	2509.45	6943.72	30546.2	96934.3
E_103z_SLV_q=1_139		14537.9	2509.45	2210.35	30546.2	29512.7
BASE FONDAZIONE						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		41008.4	1080.98	296.987	25961	4695.34
A1_SLU_gr3+vento_78		41008.4	2175.92	869.317	41229.2	15090.7
A1_SLU_vento_gr4_83		39904.5	1752.85	1211.18	33998.4	21357.1
A1_SLU_gr3+vento_78		41008.4	2175.92	869.317	41229.2	15090.7
A1_SLU_vento_gr4_83		39904.5	1752.85	1211.18	33998.4	21357.1
E_103x_SLV_q=1.36_134		26301.2	7704.03	2141.68	93602.2	28232.4
E_103y_SLV_q=1.36_135		26301.2	3415.4	5612.82	33485.2	88088.3
E_103z_SLV_q=1.36_136		27453.4	3415.4	2141.68	33485.2	28232.4
E_103x_SLV_q=1_137		26301.2	9931.89	2682.64	124643	37560.6
E_103y_SLV_q=1_138		26301.2	4083.76	7416.01	42797.4	119182
E_103z_SLV_q=1_139		27453.4	4083.76	2682.64	42797.4	37560.6

Configurazione3

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	21067.2	1080.98	365.625	7805.42	907.568	
A1_SLU_gr3+vento_149	21067.2	2175.92	937.955	8291.86	3576.46	
A1_SLU_vento_gr4_154	19582	1752.85	1266.09	7485.14	5183.45	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	21067.2	2161.95	365.587	8291.86	907.327	
A1_SLU_vento_gr4_154	19582	1752.85	1266.09	7485.14	5183.45	
E_103x_SLV_q=1.5_202	9974.17	5572.76	1534.15	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_203	9974.17	1674	4689.73	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_204	10791.5	1674	1534.15	0	0	
E_103x_SLV_q=1_208	9974.17	8357.58	2210.35	0	0	
E_103y_SLV_q=1_209	9974.17	2509.45	6943.72	0	0	
E_103z_SLV_q=1_210	10791.5	2509.45	2210.35	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	26124.8	1080.98	365.625	19155.7	4746.63	
A1_SLU_gr3+vento_149	26124.8	2175.92	937.955	31139	13425	
A1_SLU_vento_gr4_154	24639.6	1752.85	1266.09	25890	18477.4	
A1_SLU_gr3+vento_149	26124.8	2175.92	937.955	31139	13425	
A1_SLU_vento_gr4_154	24639.6	1752.85	1266.09	25890	18477.4	
E_103x_SLV_q=1.5_202	13720.5	5572.76	1534.15	64353.6	19881	
E_103y_SLV_q=1.5_203	13720.5	1674	4689.73	21398	64828.8	
E_103z_SLV_q=1.5_204	14537.9	1674	1534.15	21398	19881	
E_103x_SLV_q=1_208	13720.5	8357.58	2210.35	94847.4	29512.7	
E_103y_SLV_q=1_209	13720.5	2509.45	6943.72	30546.2	96934.3	
E_103z_SLV_q=1_210	14537.9	2509.45	2210.35	30546.2	29512.7	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	42915	1080.98	365.625	22398.6	5843.51	
A1_SLU_gr3+vento_149	42915	2175.92	937.955	37666.8	16238.9	
A1_SLU_vento_gr4_154	41429.8	1752.85	1266.09	31148.6	22275.7	
A1_SLU_gr3+vento_149	42915	2175.92	937.955	37666.8	16238.9	
A1_SLU_vento_gr4_154	41429.8	1752.85	1266.09	31148.6	22275.7	
E_103x_SLV_q=1.36_205	26301.2	7704.03	2141.68	93602.2	28232.4	
E_103y_SLV_q=1.36_206	26301.2	3415.4	5612.82	33485.2	88088.3	
E_103z_SLV_q=1.36_207	27453.4	3415.4	2141.68	33485.2	28232.4	
E_103x_SLV_q=1_208	26301.2	9931.89	2682.64	124643	37560.6	
E_103y_SLV_q=1_209	26301.2	4083.76	7416.01	42797.4	119182	
E_103z_SLV_q=1_210	27453.4	4083.76	2682.64	42797.4	37560.6	

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805002</b>	REV. <b>B</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	198 $\Phi$ 24 interasse 20 cm*	$\Phi$ 12/10	8.7 cm
plinto	Trasv: 3 strati $\Phi$ 30/10 Long 3 strati $\Phi$ 30/10	-	8.7 cm
pali	56 $\Phi$ 30 interasse 20 cm*	$\Phi$ 12/20	9.7 cm

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 diverse tipologie costruttive; tali regole sono da considerarsi aggiuntive rispetto a quanto previsto nel Cap. 4 e a*

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805002</b>	REV. <b>B</b>

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:

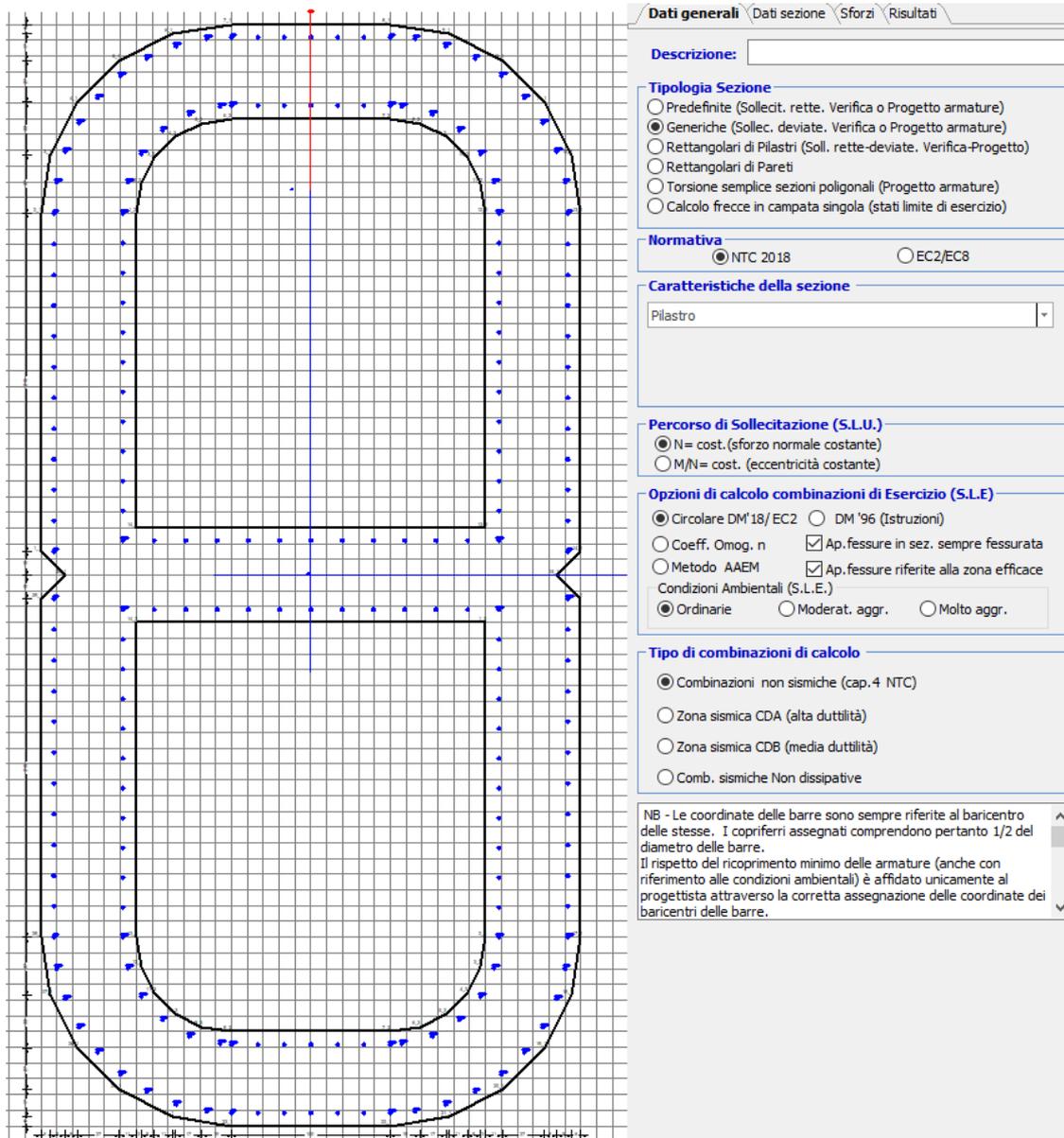
- a 1,2 volte la domanda in duttilità locale, valutata in corrispondenza dello SLV, nel caso si utilizzino modelli lineari,
- alla domanda in duttilità locale e globale allo SLC, nel caso si utilizzino modelli non lineari.

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805002</b>	REV. <b>B</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.



The image shows a screenshot of the RC-SEC software interface. On the left, a cross-section of a pile is displayed on a grid, showing an outer rounded rectangular shape and an inner rectangular shape, both reinforced with blue dots representing longitudinal bars. A vertical red line indicates the center of gravity. On the right, a configuration panel is visible with the following sections:

- Dati generali**: Description field.
- Tipologia Sezione**:
  - Predefinite (Sollecit. rette. Verifica o Progetto armature)
  - Generiche (Sollec. deviate. Verifica o Progetto armature)
  - Rettangolari di Pilastri (Soll. rette-deviate. Verifica-Progetto)
  - Rettangolari di Pareti
  - Torsione semplice sezioni poligonali (Progetto armature)
  - Calcolo frecce in campata singola (stati limite di esercizio)
- Normativa**:
  - NTC 2018
  - EC2/EC8
- Caratteristiche della sezione**:
  - Pilastro
- Percorso di Sollecitazione (S.L.U.)**:
  - N= cost. (sforzo normale costante)
  - M/N= cost. (eccentricità costante)
- Opzioni di calcolo combinazioni di Esercizio (S.L.E.)**:
  - Circolare DM'18/ EC2
  - DM '96 (Istruzioni)
  - Coeff. Omog. n
  - Ap.fessure in sez. sempre fessurata
  - Metodo AAEM
  - Ap.fessure riferite alla zona efficace
  - Condizioni Ambientali (S.L.E.):
    - Ordinarie
    - Moderat. aggr.
    - Molto aggr.
- Tipo di combinazioni di calcolo**:
  - Combinazioni non sismiche (cap.4 NTC)
  - Zona sismica CDA (alta duttilità)
  - Zona sismica CDB (media duttilità)
  - Comb. sismiche Non dissipative
- NB**: Le coordinate delle barre sono sempre riferite al baricentro delle stesse. I copriferrì assegnati comprendono pertanto 1/2 del diametro delle barre. Il rispetto del ricoprimento minimo delle armature (anche con riferimento alle condizioni ambientali) è affidato unicamente al progettista attraverso la corretta assegnazione delle coordinate dei baricentri delle barre.

Figura 12 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 198 di diametro  $\Phi 24$  che corrispondono ad un passo di 20cm lungo il bordo esterno ed interno della sezione.

## 8.2 Verifica a presso flessione

### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

#### NOME SEZIONE: SEZIONE 60

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:	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 <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
	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 DOMINI CONGLOMERATO

#### DOMINIO N° 1

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-170.0	15.0
2	-170.0	230.0
3	-164.1	267.1
4	-147.1	300.5
5	-120.5	327.1
6	-87.1	344.1
7	-50.0	350.0
8	50.0	350.0
9	87.1	344.1
10	120.5	327.1
11	147.1	300.5

12	164.1	267.1
13	170.0	230.0
14	170.0	15.0
15	155.0	0.0
16	170.0	-15.0
17	170.0	-230.0
18	164.1	-267.1
19	147.1	-300.5
20	120.5	-327.1
21	87.1	-344.1
22	50.0	-350.0
23	-50.0	-350.0
24	-87.1	-344.1
25	-120.5	-327.1
26	-147.1	-300.5
27	-164.1	-267.1
28	-170.0	-230.0
29	-170.0	-15.0
30	-155.0	0.0

**DOMINIO N° 2**

Forma del Dominio: Poligonale vuoto  
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-110.0	230.0
2	-107.1	248.5
3	-98.5	265.3
4	-85.3	278.5
5	-68.5	287.1
6	-50.0	290.0
7	50.0	290.0
8	68.5	287.1
9	85.3	278.5
10	98.5	265.3
11	107.1	248.5
12	110.0	230.0
13	110.0	30.0
14	-110.0	30.0

**DOMINIO N° 3**

Forma del Dominio: Poligonale vuoto  
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	110.0	-30.0
2	110.0	-230.0
3	107.1	-248.5
4	98.5	-265.3
5	85.3	-278.5
6	68.5	-287.1
7	50.0	-290.0
8	-50.0	-290.0
9	-68.5	-287.1
10	-85.3	-278.5
11	-98.5	-265.3
12	-107.1	-248.5
13	-110.0	-230.0
14	-110.0	-30.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-161.8	15.0	24
2	-161.8	230.0	24
3	-50.0	341.8	24
4	50.0	341.8	24
5	161.8	230.0	24
6	161.8	15.0	24
7	-161.8	-15.0	24
8	-161.8	-230.0	24
9	-50.0	-341.8	24
10	50.0	-341.8	24
11	161.8	-230.0	24
12	161.8	-15.0	24
13	-118.2	21.8	24
14	-118.2	230.0	24
15	-50.0	298.2	24
16	50.0	298.2	24
17	118.2	230.0	24
18	118.2	21.8	24
19	-118.2	-21.8	24
20	-118.2	-230.0	24
21	-50.0	-298.2	24
22	50.0	-298.2	24
23	118.2	-230.0	24
24	118.2	-21.8	24
25	-160.0	249.9	24
26	-154.7	269.2	24
27	-146.1	287.2	24
28	-134.4	303.3	24
29	-120.0	317.2	24
30	-103.3	328.3	24
31	-85.0	336.2	24
32	-65.6	340.7	24
33	-115.3	249.7	24
34	-106.8	267.7	24
35	-93.5	282.6	24
36	-76.4	292.9	24
37	-57.1	297.8	24
38	160.0	249.9	24
39	154.7	269.2	24
40	146.1	287.2	24
41	134.4	303.3	24
42	120.0	317.2	24
43	103.3	328.3	24
44	85.0	336.2	24
45	65.6	340.7	24
46	115.3	249.7	24
47	106.8	267.7	24
48	93.5	282.6	24
49	76.4	292.9	24
50	57.1	297.8	24
51	-160.0	-249.9	24
52	-154.7	-269.2	24
53	-146.1	-287.2	24
54	-134.4	-303.3	24
55	-120.0	-317.2	24
56	-103.3	-328.3	24

57	-85.0	-336.2	24
58	-65.6	-340.7	24
59	-115.3	-249.7	24
60	-106.8	-267.7	24
61	-93.5	-282.6	24
62	-76.4	-292.9	24
63	-57.1	-297.8	24
64	160.0	-249.9	24
65	154.7	-269.2	24
66	146.1	-287.2	24
67	134.4	-303.3	24
68	120.0	-317.2	24
69	103.3	-328.3	24
70	85.0	-336.2	24
71	65.6	-340.7	24
72	115.3	-249.7	24
73	106.8	-267.7	24
74	93.5	-282.6	24
75	76.4	-292.9	24
76	57.1	-297.8	24

#### 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	1	2	10	24
2	5	6	10	24
3	7	8	10	24
4	11	12	10	24
5	13	14	10	24
6	17	18	10	24
7	19	20	10	24
8	23	24	10	24
9	3	4	5	24
10	9	10	5	24
11	15	16	5	24
12	18	13	11	24
13	21	22	5	24
14	24	19	11	24

#### 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	26124.76	19155.66	4746.63	0.00	0.00
2	26124.76	31139.04	13424.99	0.00	0.00

3	24639.58	25890.02	18477.40	0.00	0.00
4	26124.76	31139.04	13424.99	0.00	0.00
5	24639.58	25890.02	18477.40	0.00	0.00
6	13720.55	64353.57	19881.02	0.00	0.00
7	13720.55	21398.01	64828.77	0.00	0.00
8	14537.90	21398.01	19881.02	0.00	0.00
9	24218.13	22718.03	3804.38	0.00	0.00
10	24218.13	34701.40	12482.74	0.00	0.00
11	23114.28	28739.91	17723.59	0.00	0.00
12	24218.13	34701.40	12482.74	0.00	0.00
13	23114.28	28739.91	17723.59	0.00	0.00
14	13720.55	64353.57	19881.02	0.00	0.00
15	13720.55	21398.01	64828.77	0.00	0.00
16	14537.90	21398.01	19881.02	0.00	0.00
17	26124.76	19155.66	4746.63	0.00	0.00
18	26124.76	31139.04	13424.99	0.00	0.00
19	24639.58	25890.02	18477.40	0.00	0.00
20	26124.76	31139.04	13424.99	0.00	0.00
21	24639.58	25890.02	18477.40	0.00	0.00
22	13720.55	64353.57	19881.02	0.00	0.00
23	13720.55	21398.01	64828.77	0.00	0.00
24	14537.90	21398.01	19881.02	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	18491.56	13262.57	2575.88
2	18491.56	21523.60	8361.43
3	17467.30	17901.34	11847.43
4	18491.56	21523.60	8361.43
5	17467.30	17901.34	11847.43
6	17176.64	13262.57	2575.88
7	17176.64	23980.40	7884.38
8	16415.36	19866.78	11465.79
9	17176.64	23980.40	7884.38
10	16415.36	19866.78	11465.79
11	18491.56	13262.57	2575.88
12	18491.56	21523.60	8361.43
13	17467.30	17901.34	11847.43
14	18491.56	21523.60	8361.43
15	17467.30	17901.34	11847.43
16	13487.61	45451.62	13968.48
17	13487.61	15727.43	45120.31
18	13761.46	15727.43	13968.48
19	13487.61	45451.62	13968.48
20	13487.61	15727.43	45120.31
21	13761.46	15727.43	13968.48
22	13487.61	45451.62	13968.48
23	13487.61	15727.43	45120.31
24	13761.46	15727.43	13968.48

**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	17467.30	17738.34 (0.00)	2204.10 (0.00)
2	17467.30	17901.34 (94153.95)	11847.43 (62312.79)
3	17467.30	17901.34 (94153.95)	11847.43 (62312.79)
4	17467.30	17901.34 (94153.95)	11847.43 (62312.79)
5	17467.30	17901.34 (94153.95)	11847.43 (62312.79)
6	16415.36	19703.78 (0.00)	1822.46 (0.00)
7	16415.36	19866.78 (83125.31)	11465.79 (47974.42)
8	16415.36	19866.78 (83125.31)	11465.79 (47974.42)
9	16415.36	19866.78 (83125.31)	11465.79 (47974.42)
10	16415.36	19866.78 (83125.31)	11465.79 (47974.42)
11	17467.30	17738.34 (0.00)	2204.10 (0.00)
12	17467.30	17901.34 (94153.95)	11847.43 (62312.79)
13	17467.30	17901.34 (94153.95)	11847.43 (62312.79)
14	17467.30	17901.34 (94153.95)	11847.43 (62312.79)
15	17467.30	17901.34 (94153.95)	11847.43 (62312.79)

#### 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	13370.25	2988.49 (0.00)	597.49 (0.00)
2	13370.25	3021.09 (0.00)	2526.15 (0.00)
3	13370.25	3021.09 (0.00)	2526.15 (0.00)
4	13370.25	3021.09 (0.00)	2526.15 (0.00)
5	13370.25	3021.09 (0.00)	2526.15 (0.00)
6	13370.25	2988.49 (0.00)	597.49 (0.00)
7	13370.25	3021.09 (0.00)	2526.15 (0.00)
8	13370.25	3021.09 (0.00)	2526.15 (0.00)
9	13370.25	3021.09 (0.00)	2526.15 (0.00)
10	13370.25	3021.09 (0.00)	2526.15 (0.00)
11	13370.25	2988.49 (0.00)	597.49 (0.00)
12	13370.25	3021.09 (0.00)	2526.15 (0.00)
13	13370.25	3021.09 (0.00)	2526.15 (0.00)
14	13370.25	3021.09 (0.00)	2526.15 (0.00)
15	13370.25	181.76 (0.00)	2526.15 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.6 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.7 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	26124.76	19155.66	4746.63	26124.65	159855.84	40015.20	8.35895.7(340.0)	
2	S	26124.76	31139.04	13424.99	26124.70	137471.10	59022.04	4.41895.7(340.0)	
3	S	24639.58	25890.02	18477.40	24639.86	102972.15	73223.22	3.97895.7(340.0)	
4	S	26124.76	31139.04	13424.99	26124.70	137471.10	59022.04	4.41895.7(340.0)	
5	S	24639.58	25890.02	18477.40	24639.86	102972.15	73223.22	3.97895.7(340.0)	
6	S	13720.55	64353.57	19881.02	13720.84	129788.19	40762.46	2.02895.7(340.0)	
7	S	13720.55	21398.01	64828.77	13720.43	23757.89	72831.89	1.12895.7(340.0)	
8	S	14537.90	21398.01	19881.02	14538.05	73096.42	67932.12	3.42895.7(340.0)	
9	S	24218.13	22718.03	3804.38	24218.30	164525.90	27863.46	7.24895.7(340.0)	
10	S	24218.13	34701.40	12482.74	24217.88	143332.15	51735.08	4.13895.7(340.0)	
11	S	23114.28	28739.91	17723.59	23114.36	110376.48	68566.16	3.85895.7(340.0)	
12	S	24218.13	34701.40	12482.74	24217.88	143332.15	51735.08	4.13895.7(340.0)	
13	S	23114.28	28739.91	17723.59	23114.36	110376.48	68566.16	3.85895.7(340.0)	
14	S	13720.55	64353.57	19881.02	13720.84	129788.19	40762.46	2.02895.7(340.0)	
15	S	13720.55	21398.01	64828.77	13720.43	23757.89	72831.89	1.12895.7(340.0)	
16	S	14537.90	21398.01	19881.02	14538.05	73096.42	67932.12	3.42895.7(340.0)	
17	S	26124.76	19155.66	4746.63	26124.65	159855.84	40015.20	8.35895.7(340.0)	
18	S	26124.76	31139.04	13424.99	26124.70	137471.10	59022.04	4.41895.7(340.0)	
19	S	24639.58	25890.02	18477.40	24639.86	102972.15	73223.22	3.97895.7(340.0)	
20	S	26124.76	31139.04	13424.99	26124.70	137471.10	59022.04	4.41895.7(340.0)	
21	S	24639.58	25890.02	18477.40	24639.86	102972.15	73223.22	3.97895.7(340.0)	
22	S	13720.55	64353.57	19881.02	13720.84	129788.19	40762.46	2.02895.7(340.0)	
23	S	13720.55	21398.01	64828.77	13720.43	23757.89	72831.89	1.12895.7(340.0)	
24	S	14537.90	21398.01	19881.02	14538.05	73096.42	67932.12	3.42895.7(340.0)	

**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	120.5	327.1	0.00335	120.0	317.2	-0.00886	-120.0	-317.2
2	0.00350	147.1	300.5	0.00333	146.1	287.2	-0.00813	-146.1	-287.2
3	0.00350	164.1	267.1	0.00329	154.7	269.2	-0.00896	-154.7	-269.2
4	0.00350	147.1	300.5	0.00333	146.1	287.2	-0.00813	-146.1	-287.2
5	0.00350	164.1	267.1	0.00329	154.7	269.2	-0.00896	-154.7	-269.2
6	0.00350	120.5	327.1	0.00332	134.4	303.3	-0.01177	-134.4	-303.3
7	0.00350	170.0	230.0	0.00298	161.8	230.0	-0.01900	-161.8	-230.0
8	0.00350	164.1	267.1	0.00321	160.0	249.9	-0.01278	-160.0	-249.9
9	0.00350	120.5	327.1	0.00336	103.3	328.3	-0.01023	-103.3	-328.3
10	0.00350	147.1	300.5	0.00334	134.4	303.3	-0.00867	-134.4	-303.3
11	0.00350	164.1	267.1	0.00330	154.7	269.2	-0.00895	-154.7	-269.2
12	0.00350	147.1	300.5	0.00334	134.4	303.3	-0.00867	-134.4	-303.3
13	0.00350	164.1	267.1	0.00330	154.7	269.2	-0.00895	-154.7	-269.2

14	0.00350	120.5	327.1	0.00332	134.4	303.3	-0.01177	-134.4	-303.3
15	0.00350	170.0	230.0	0.00298	161.8	230.0	-0.01900	-161.8	-230.0
16	0.00350	164.1	267.1	0.00321	160.0	249.9	-0.01278	-160.0	-249.9
17	0.00350	120.5	327.1	0.00335	120.0	317.2	-0.00886	-120.0	-317.2
18	0.00350	147.1	300.5	0.00333	146.1	287.2	-0.00813	-146.1	-287.2
19	0.00350	164.1	267.1	0.00329	154.7	269.2	-0.00896	-154.7	-269.2
20	0.00350	147.1	300.5	0.00333	146.1	287.2	-0.00813	-146.1	-287.2
21	0.00350	164.1	267.1	0.00329	154.7	269.2	-0.00896	-154.7	-269.2
22	0.00350	120.5	327.1	0.00332	134.4	303.3	-0.01177	-134.4	-303.3
23	0.00350	170.0	230.0	0.00298	161.8	230.0	-0.01900	-161.8	-230.0
24	0.00350	164.1	267.1	0.00321	160.0	249.9	-0.01278	-160.0	-249.9

### 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	0.000011824	0.000014776	-0.002758187	----	----
2	0.000016847	0.000011386	-0.002399744	----	----
3	0.000024720	0.000008535	-0.002836741	----	----
4	0.000016847	0.000011386	-0.002399744	----	----
5	0.000024720	0.000008535	-0.002836741	----	----
6	0.000016894	0.000017392	-0.004225111	----	----
7	0.000063309	0.000003250	-0.008009865	----	----
8	0.000038011	0.000007655	-0.004783033	----	----
9	0.000009260	0.000017784	-0.003432840	----	----
10	0.000015503	0.000012935	-0.002667601	----	----
11	0.000023086	0.000009486	-0.002822684	----	----
12	0.000015503	0.000012935	-0.002667601	----	----
13	0.000023086	0.000009486	-0.002822684	----	----
14	0.000016894	0.000017392	-0.004225111	----	----
15	0.000063309	0.000003250	-0.008009865	----	----
16	0.000038011	0.000007655	-0.004783033	----	----
17	0.000011824	0.000014776	-0.002758187	----	----
18	0.000016847	0.000011386	-0.002399744	----	----
19	0.000024720	0.000008535	-0.002836741	----	----
20	0.000016847	0.000011386	-0.002399744	----	----
21	0.000024720	0.000008535	-0.002836741	----	----
22	0.000016894	0.000017392	-0.004225111	----	----
23	0.000063309	0.000003250	-0.008009865	----	----
24	0.000038011	0.000007655	-0.004783033	----	----

### 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	2.40	120.5	327.1	8.1	-103.3	-328.3	----	----
2	S	3.34	147.1	300.5	-6.0	-134.4	-303.3	2168	27.1
3	S	3.41	164.1	267.1	-10.3	-154.7	-269.2	3135	36.2
4	S	3.34	147.1	300.5	-6.0	-134.4	-303.3	2168	27.1

5	S	3.41	164.1	267.1	-10.3	-154.7	-269.2	3135	36.2
6	S	2.30	120.5	327.1	6.5	-103.3	-328.3	---	---
7	S	3.40	147.1	300.5	-11.2	-134.4	-303.3	3662	40.7
8	S	3.47	147.1	300.5	-14.9	-146.1	-287.2	4072	45.2
9	S	3.40	147.1	300.5	-11.2	-134.4	-303.3	3662	40.7
10	S	3.47	147.1	300.5	-14.9	-146.1	-287.2	4072	45.2
11	S	2.40	120.5	327.1	8.1	-103.3	-328.3	---	---
12	S	3.34	147.1	300.5	-6.0	-134.4	-303.3	2168	27.1
13	S	3.41	164.1	267.1	-10.3	-154.7	-269.2	3135	36.2
14	S	3.34	147.1	300.5	-6.0	-134.4	-303.3	2168	27.1
15	S	3.41	164.1	267.1	-10.3	-154.7	-269.2	3135	36.2
16	S	6.66	120.5	327.1	-124.2	-134.4	-303.3	15124	158.3
17	S	9.73	170.0	230.0	-314.3	-161.8	-230.0	27485	266.9
18	S	3.49	164.1	267.1	-25.3	-154.7	-269.2	6531	67.9
19	S	6.66	120.5	327.1	-124.2	-134.4	-303.3	15124	158.3
20	S	9.73	170.0	230.0	-314.3	-161.8	-230.0	27485	266.9
21	S	3.49	164.1	267.1	-25.3	-154.7	-269.2	6531	67.9
22	S	6.66	120.5	327.1	-124.2	-134.4	-303.3	15124	158.3
23	S	9.73	170.0	230.0	-314.3	-161.8	-230.0	27485	266.9
24	S	3.49	164.1	267.1	-25.3	-154.7	-269.2	6531	67.9

**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 Ac eff
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= $(e1 + e2)/(2 * e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} * (e_{sm} - e_{cm})$ [(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	-0.00003	0	0.833	24.0	58	0.00002 (0.00002)	740	0.013 (990.00)	169048.20	65671.39
3	S	-0.00006	0	0.833	24.0	62	0.00003 (0.00003)	801	0.025 (990.00)	94153.95	62312.79
4	S	-0.00003	0	0.833	24.0	58	0.00002 (0.00002)	740	0.013 (990.00)	169048.20	65671.39
5	S	-0.00006	0	0.833	24.0	62	0.00003 (0.00003)	801	0.025 (990.00)	94153.95	62312.79
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
7	S	-0.00006	0	0.833	24.0	58	0.00003 (0.00003)	809	0.027 (990.00)	124834.12	41043.50
8	S	-0.00008	0	0.833	24.0	58	0.00004 (0.00004)	808	0.036 (990.00)	83125.31	47974.42
9	S	-0.00006	0	0.833	24.0	58	0.00003 (0.00003)	809	0.027 (990.00)	124834.12	41043.50
10	S	-0.00008	0	0.833	24.0	58	0.00004 (0.00004)	808	0.036 (990.00)	83125.31	47974.42
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
12	S	-0.00003	0	0.833	24.0	58	0.00002 (0.00002)	740	0.013 (990.00)	169048.20	65671.39
13	S	-0.00006	0	0.833	24.0	62	0.00003 (0.00003)	801	0.025 (990.00)	94153.95	62312.79
14	S	-0.00003	0	0.833	24.0	58	0.00002 (0.00002)	740	0.013 (990.00)	169048.20	65671.39
15	S	-0.00006	0	0.833	24.0	62	0.00003 (0.00003)	801	0.025 (990.00)	94153.95	62312.79
16	S	-0.00063	0	0.833	24.0	58	0.00037 (0.00037)	847	0.315 (990.00)	54156.64	16643.76
17	S	-0.00162	0	0.833	24.0	69	0.00094 (0.00094)	935	0.881 (990.00)	12008.14	34450.07
18	S	-0.00013	0	0.833	24.0	62	0.00008 (0.00008)	867	0.066 (990.00)	49261.54	43752.15
19	S	-0.00063	0	0.833	24.0	58	0.00037 (0.00037)	847	0.315 (990.00)	54156.64	16643.76
20	S	-0.00162	0	0.833	24.0	69	0.00094 (0.00094)	935	0.881 (990.00)	12008.14	34450.07

21	S	-0.00013	0	0.833	24.0	62	0.00008 (0.00008)	867	0.066 (990.00)	49261.54	43752.15
22	S	-0.00063	0	0.833	24.0	58	0.00037 (0.00037)	847	0.315 (990.00)	54156.64	16643.76
23	S	-0.00162	0	0.833	24.0	69	0.00094 (0.00094)	935	0.881 (990.00)	12008.14	34450.07
24	S	-0.00013	0	0.833	24.0	62	0.00008 (0.00008)	867	0.066 (990.00)	49261.54	43752.15

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.57	87.1	344.1	3.3	-85.0	-336.2	---	---
2	S	3.41	164.1	267.1	-10.3	-154.7	-269.2	3135	36.2
3	S	3.41	164.1	267.1	-10.3	-154.7	-269.2	3135	36.2
4	S	3.41	164.1	267.1	-10.3	-154.7	-269.2	3135	36.2
5	S	3.41	164.1	267.1	-10.3	-154.7	-269.2	3135	36.2
6	S	2.58	87.1	344.1	0.6	-85.0	-336.2	---	---
7	S	3.47	147.1	300.5	-14.9	-146.1	-287.2	4072	45.2
8	S	3.47	147.1	300.5	-14.9	-146.1	-287.2	4072	45.2
9	S	3.47	147.1	300.5	-14.9	-146.1	-287.2	4072	45.2
10	S	3.47	147.1	300.5	-14.9	-146.1	-287.2	4072	45.2
11	S	2.57	87.1	344.1	3.3	-85.0	-336.2	---	---
12	S	3.41	164.1	267.1	-10.3	-154.7	-269.2	3135	36.2
13	S	3.41	164.1	267.1	-10.3	-154.7	-269.2	3135	36.2
14	S	3.41	164.1	267.1	-10.3	-154.7	-269.2	3135	36.2
15	S	3.41	164.1	267.1	-10.3	-154.7	-269.2	3135	36.2

**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 (0.40)	0.00	0.00
2	S	-0.00006	0	0.833	24.0	62	0.00003 (0.00003)	801	0.025 (0.40)	94153.95	62312.79
3	S	-0.00006	0	0.833	24.0	62	0.00003 (0.00003)	801	0.025 (0.40)	94153.95	62312.79
4	S	-0.00006	0	0.833	24.0	62	0.00003 (0.00003)	801	0.025 (0.40)	94153.95	62312.79
5	S	-0.00006	0	0.833	24.0	62	0.00003 (0.00003)	801	0.025 (0.40)	94153.95	62312.79
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
7	S	-0.00008	0	0.833	24.0	58	0.00004 (0.00004)	808	0.036 (0.40)	83125.31	47974.42
8	S	-0.00008	0	0.833	24.0	58	0.00004 (0.00004)	808	0.036 (0.40)	83125.31	47974.42
9	S	-0.00008	0	0.833	24.0	58	0.00004 (0.00004)	808	0.036 (0.40)	83125.31	47974.42
10	S	-0.00008	0	0.833	24.0	58	0.00004 (0.00004)	808	0.036 (0.40)	83125.31	47974.42
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
12	S	-0.00006	0	0.833	24.0	62	0.00003 (0.00003)	801	0.025 (0.40)	94153.95	62312.79
13	S	-0.00006	0	0.833	24.0	62	0.00003 (0.00003)	801	0.025 (0.40)	94153.95	62312.79
14	S	-0.00006	0	0.833	24.0	62	0.00003 (0.00003)	801	0.025 (0.40)	94153.95	62312.79
15	S	-0.00006	0	0.833	24.0	62	0.00003 (0.00003)	801	0.025 (0.40)	94153.95	62312.79

**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	1.27	120.5	327.1	12.7	-103.3	-328.3	---	---
2	S	1.43	164.1	267.1	10.3	-154.7	-269.2	---	---
3	S	1.43	164.1	267.1	10.3	-154.7	-269.2	---	---
4	S	1.43	164.1	267.1	10.3	-154.7	-269.2	---	---
5	S	1.43	164.1	267.1	10.3	-154.7	-269.2	---	---
6	S	1.27	120.5	327.1	12.7	-103.3	-328.3	---	---
7	S	1.43	164.1	267.1	10.3	-154.7	-269.2	---	---
8	S	1.43	164.1	267.1	10.3	-154.7	-269.2	---	---
9	S	1.43	164.1	267.1	10.3	-154.7	-269.2	---	---
10	S	1.43	164.1	267.1	10.3	-154.7	-269.2	---	---
11	S	1.27	120.5	327.1	12.7	-103.3	-328.3	---	---
12	S	1.43	164.1	267.1	10.3	-154.7	-269.2	---	---

13	S	1.43	164.1	267.1	10.3	-154.7	-269.2	---	---
14	S	1.43	164.1	267.1	10.3	-154.7	-269.2	---	---
15	S	1.31	170.0	230.0	12.2	-161.8	-230.0	---	---

**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 (0.30)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
12	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
13	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
14	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
15	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00

### 8.3 Verifica a taglio

diametro armature trasversale	$\varphi$	16	mm	
bracci staffe	bs	6		
area armature trasversale	$A_{sw}$	12	cm <sup>2</sup>	
passo staffe	s	10	cm	
copriferro netto + staffa + $f_i/2$	$c'$	9	cm	
spessore anima sezione rettangolar	sb	60	cm	
sezione	tipo	rettangolare		
tipologia di varifica taglio	secondo	statica $q=1$		
<b>Direzione Longidinale</b>				
resistenza ridotta	$f'c$	9	Mpa	
braccio delle forze interne	$z_1=0.9d$	298	cm	
braccio delle forze interne	$z_2=0.9d$	90	cm	
larghezza biella	bw1	86	gradi	
larghezza biella	bw2	43	gradi	
inclinazione staffe	$\alpha$	90	kN	
inclinazione biella	$\vartheta$	39	kN	
resistenza puntoni laterali	$V_{c1}$	3443	kN	
resistenza puntone interno	$V_{c1}$	5706	kN	
resistenza puntoni	$V_c$	9149	kN	
resistenza staffe	$V_s$	9149	kN	
taglio resisistente	$V_r$	9149	kN	
taglio massimo agente	$V_{ed}$	8645	kN	
	$V_{ed}/V_{rd}$	0.94		
<b>Direzione Trasversale</b>				
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	622.35	cm	
larghezza biella	bw	86.00	cm	
inclinazione biella	$\vartheta$	39.42	gradi	
resistenza puntoni	$V_c$	23805	kN	
resistenza staffe	$V_s$	23805	kN	
taglio resisistente	$V_r$	23805	kN	
taglio massimo agente	$V_{ed}$	7383.26	kN	
	$V_{ed}/V_{rd}$	0.31		

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805002</b>	REV. <b>B</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 (spiral);*
- *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;*

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805002</b>	REV. <b>B</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:*

<b>minimi per armatura flessionale</b>				
numero di ferri longitudinali	n	<b>198</b>		
diametro del ferro longitudinale	fi	<b>22</b>	mm	
diametro minimo armatura a taglio	fi	8	mm	
passo massimo longitudinale	p	30	cm	
area dell'armatura longitudinale	As	75266	mm <sup>2</sup>	
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	12030000.00	mm <sup>3</sup>	
		<b>0.63%</b>	>0.6%	
<b>minimi per confinamento se <math>q \leq 1.5</math></b>				
accelerazione al suolo per SLV	ag	<b>0.17</b>	g	
coefficiente di verifica	$\zeta$	0.04		
interasse staffe	s	<b>100</b>	mm	
diametro armature trasversale	$\varphi$	<b>16</b>	mm	
Area della singola staffa	Asw	2.011	mm <sup>2</sup>	
Area totale staffe	Asw	4.02	mm <sup>2</sup>	
area totale legature	Asl	5.55	mm <sup>2</sup>	
percentuale meccanica arm. Trasv	<b>wwd,r</b>	<b>0.3318</b>		

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805002</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>86 di 111</b>

### 8.5 Verifica spostamenti

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

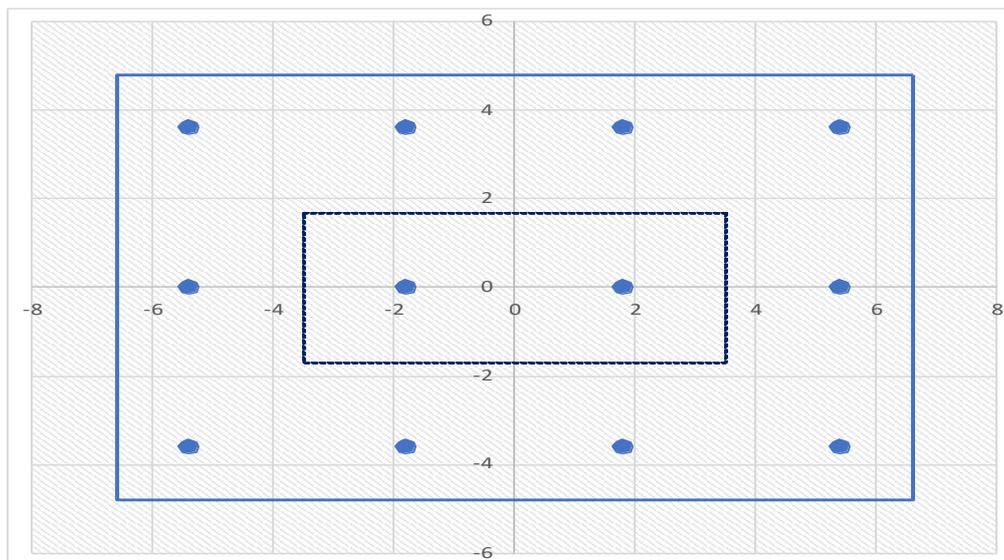
$$E_L \geq 2,30 \cdot \frac{L}{1000} + 0,073 \text{ e } E_L \geq 0,10m$$

<b>L imp (m)</b>	<b>EL (cm)</b>	<b>Corsa appoggi (cm)</b>	<b>Escursione giunti (cm)</b>	<b>Varco (cm)</b>
<b>17.9</b>	12.0	7.5	7.0	8.0
<b>25</b>	14.0	8.8	8.0	9.0
<b>40</b>	17.0	10.6	9.5	10.5
<b>50</b>	19.0	11.9	10.5	11.5
<b>60</b>	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	1.2	m	
interasse pali	i	3.6	m	
altezza plinto di fondazione	h	3	m	
Check verifica				
sbalzo direzione trasversale	at	1.9	m	
sbalzo direzione longitudinale	al	1.9	m	
direzione trasversale	a/h	0.633333	<i>Plinto basso</i>	
direzione longitudinale	a/h	0.633333	<i>Plinto basso</i>	



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

Scarichi $q=1.5/1.1$ se plinto snello					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	1.8	3.6	5034.5	4781.3	6867.4
2	1.8	-3.6	2418.7	1809.3	-1788.3
3	5.4	3.6	5335.2	6988.4	7563.0
4	5.4	-3.6	2719.5	4016.4	-1092.8
5	-5.4	-3.6	1817.3	-2604.9	-3179.5
6	-5.4	3.6	4433.0	367.2	5476.3
7	5.4	0	4027.3	5502.4	3235.1
8	-5.4	0	3125.2	-1118.9	1148.4
9	-1.8	0	3425.9	1088.2	1844.0
10	1.8	0	3726.6	3295.3	2539.6
11	-1.8	-3.6	2118.0	-397.8	-2483.9
12	-1.8	3.6	4733.8	2574.3	6171.9
taglio combinato in			197.4559	705.5057	857.318
Scarichi $q=1$ se plinto tozzo e verifica a taglio					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	1.8	3.6	4121.6	4781.3	6867.4
2	1.8	-3.6	1149.5	1809.3	-1788.3
3	5.4	3.6	4817.2	6988.4	7563.0
4	5.4	-3.6	1845.1	4016.4	-1092.8
5	-5.4	-3.6	-241.6	-2604.9	-3179.5
6	-5.4	3.6	2730.5	367.2	5476.3
7	5.4	0	3331.1	5502.4	3235.1
8	-5.4	0	1244.4	-1118.9	1148.4
9	-1.8	0	1940.0	1088.2	1844.0
10	1.8	0	2635.6	3295.3	2539.6
11	-1.8	-3.6	454.0	-397.8	-2483.9
12	-1.8	3.6	3426.0	2574.3	6171.9
taglio combinato in			407.1722	705.5057	857.318

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.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805002</b>	REV. <b>B</b>

## 9.1 Dimensionamento armature

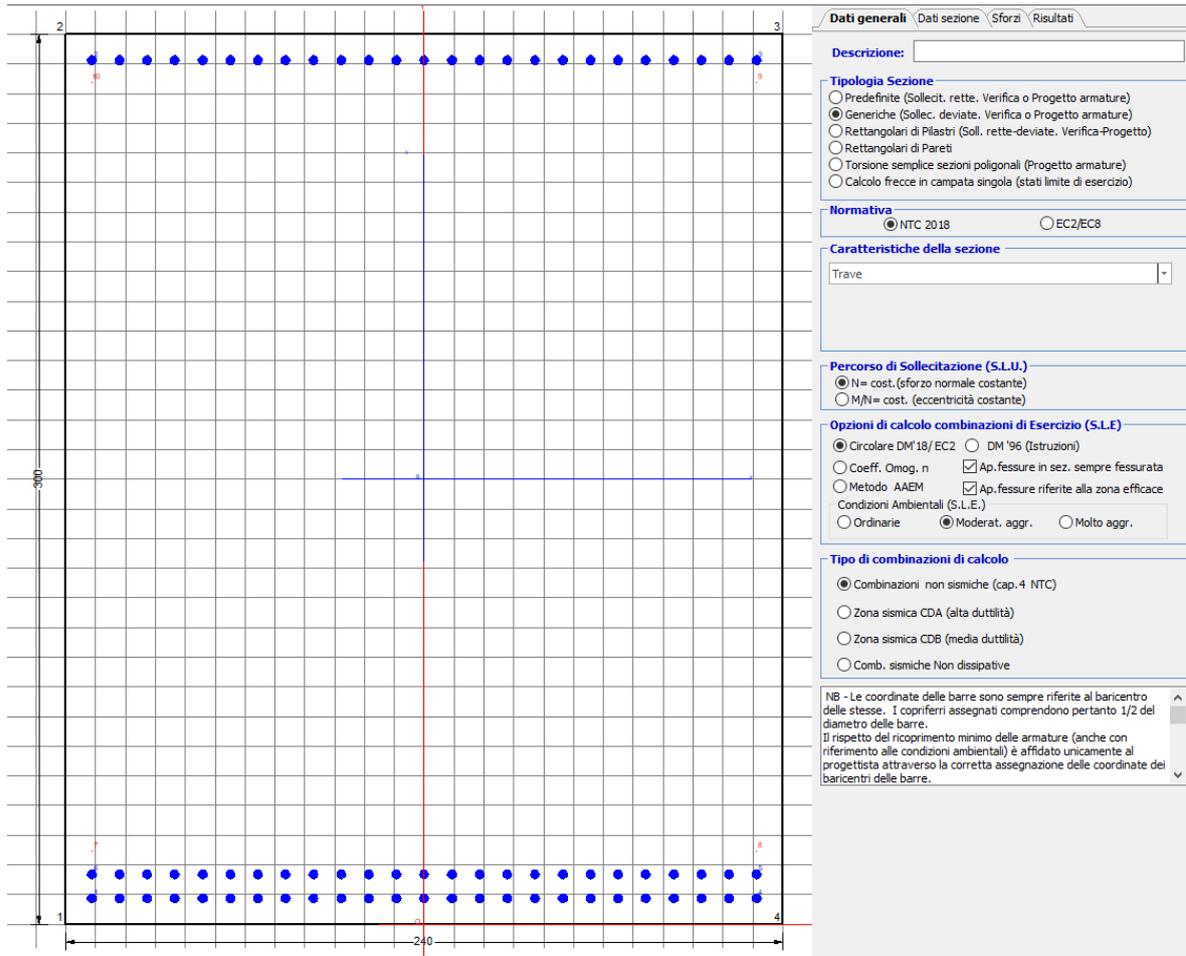
<b><i>posizione del palo più sollecitato</i></b>				
coordinata in direzione trasversale		X	5.4	m
coordinata in direzione longitudinale		Y	3.6	m
angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse		$\alpha$	33.6901	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone		L	6.48999	m
altezza della fondazione		h	3	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone		$\vartheta$	24.8087	gradi
reazione in testa palo più sollecitato		Rmax	6226.08	KN
forza di trazione risultante		T	13469.1	KN
proiezione forza di trazione in trasversale		Tt	11206.9	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale		Tl	7471.29	KN
lunghezza collaborante				media 45°

<b><i>dimensionamento armature</i></b>				
area dell'armatura inferiore richiesta in tras		At	28640.3	mm2
diametro armatura		$\Phi$	30	mm
passo armatura trasversale		p	10	cm
numero di strati		ns	1.5	
lunghezza di collaborazione		L	2.4	m
numero di ferri per strato		n	24	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	25446.9	mm2
		coef. Sicur	1.12549	
area dell'armatura inferiore richiesta in long		Al	19093.5	mm2
diametro armatura		$\Phi$	30	
passo armatura longitudinale		p	10	cm
numero di strati		ns	1.5	
lunghezza di collaborazione		L	2.1	m
numero di ferri per strato		n	21	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	22266	mm2
		coef. Sicur	0.85752	
tasso di lavoro armatura allo SLU		$\sigma_t$	440.405	MPa
tasso di lavoro armatura allo SLU		$\sigma_l$	335.547	MPa

## 9.2 Verifica a prso-flessione

### 9.2.1 Direzione trasversale

Armatura disposta lungo la direzione trasversale all'asse del ponte



#### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: fondazione X 240x300

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 <sup>2</sup>
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 <sup>2</sup>
	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	-120.0	0.0
2	-120.0	300.0
3	120.0	300.0
4	120.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-111.3	8.7	30
2	-111.3	291.3	30
3	111.3	291.3	30
4	111.3	8.7	30
5	111.3	16.7	30
6	-111.3	16.7	30
7	-111.3	24.7	1
8	111.3	24.7	1
9	111.3	283.7	1
10	-111.3	283.7	1

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

3

1

4

23

30

### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	10677.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	12957.00	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	7977.00	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	9604.00 (12157.99)	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	4272.00 (12157.99)	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 <sup>2</sup> ] 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	10677.00	0.00	0.00	38409.67	0.00	3.60353.4(103.4)	
2	S	0.00	12957.00	0.00	0.00	38409.67	0.00	2.96353.4(103.4)	

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.086	-120.0	300.0	0.00229	-111.3	291.3	-0.03706	-111.3	8.7
2	0.00350	0.086	-120.0	300.0	0.00229	-111.3	291.3	-0.03706	-111.3	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	0.000139245	-0.038273425	0.086	0.700
2	0.000000000	0.000139245	-0.038273425	0.086	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 <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.41	-120.0	300.0	-87.6	-111.3	8.7	7680	353.4

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area $A_{c\text{ eff}}$
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	= $(e1 + e2)/(2 * e1)$ [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 = $sr\ max * (e\_sm - e\_cm)$ [(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	-0.00046	0	0.926	30.0	72	0.00026 (0.00026)	450	0.118 (990.00)	12157.99	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.90	120.0	300.0	-105.5	0.0	8.7	7680	353.4

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00055	0	0.926	30.0	72	0.00032 (0.00032)	450	0.142 (0.20)	12157.99	0.00

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

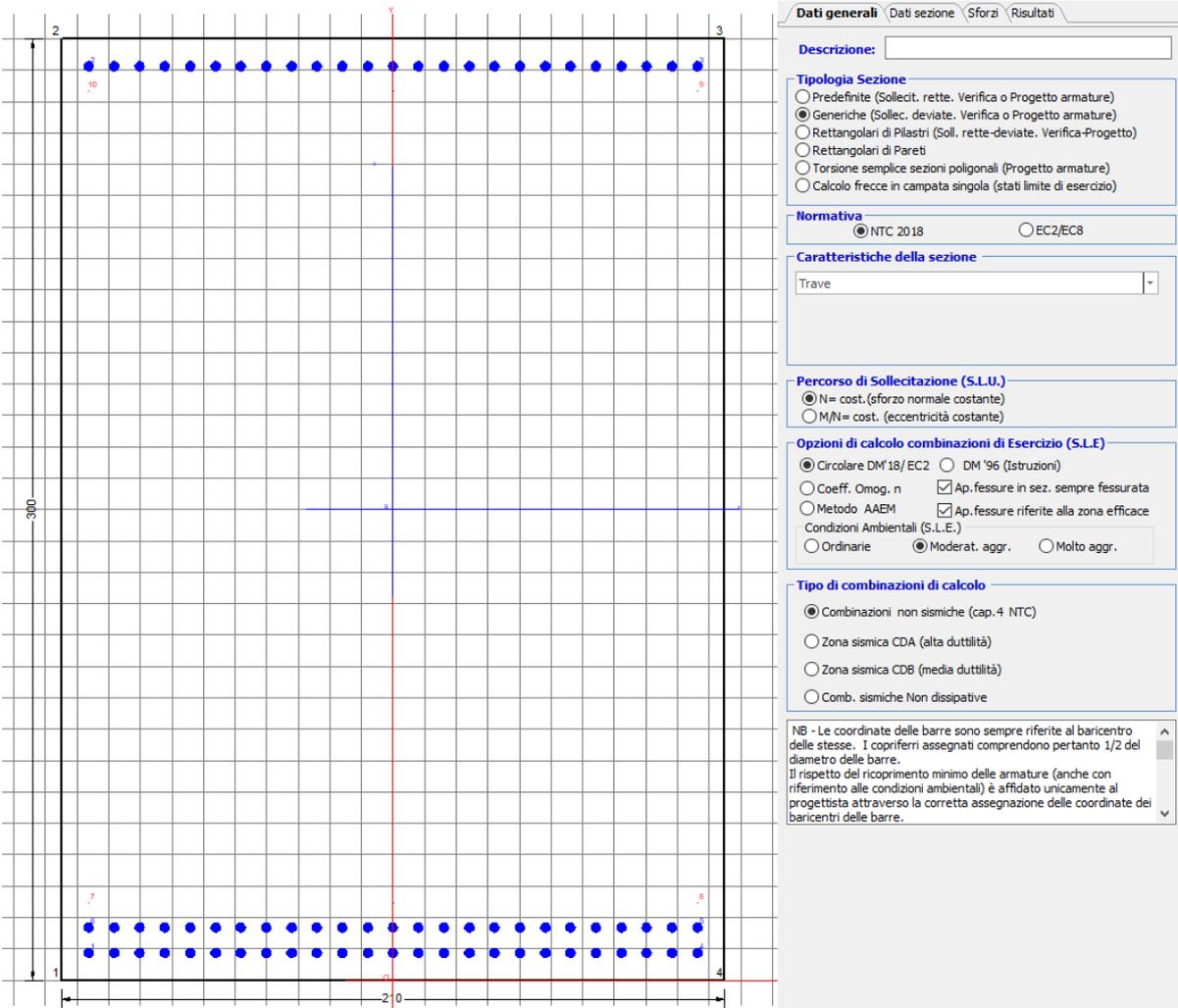
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.29	-120.0	300.0	-46.9	-83.5	8.7	7680	353.4

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00024	0	0.926	30.0	72	0.00014 (0.00014)	450	0.063 (0.20)	12157.99	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 210x300

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	

Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
Resis. media a trazione fctm:	2.560 MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50 daN/cm <sup>2</sup>
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 <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1^* \beta_2$ :	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1^* \beta_2$ :	0.50
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50 MPa

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C25/30

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

#### DATI BARRE ISOLATE

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

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

3	1	4	23	30
4	7	8	1	1
5	10	9	1	1

**CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	7118.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	8638.00	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	6403.00	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	4776.00 (11009.99)	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	2848.00 (11009.99)	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<sup>2</sup>] 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	7118.00	0.00	0.00	38307.58	0.00	5.38	353.5(90.5)
2	S	0.00	8638.00	0.00	0.00	38307.58	0.00	4.43	353.5(90.5)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

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

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

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000121823	-0.033046789	0.099	0.700
2	0.000000000	0.000121823	-0.033046789	0.099	0.700

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.08	105.0	300.0	-70.6	-64.2	8.7	6720	353.5

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area $A_c$ eff
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
$\emptyset$	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_c$ 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 = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(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	$\emptyset$	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00037	0	0.925	29.9	72	0.00021 (0.00021)	424	0.090 (990.00)	11009.99	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	1.55	105.0	300.0	-52.6	32.1	8.7	6720	353.5

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	$\emptyset$	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00027	0	0.925	29.9	72	0.00016 (0.00016)	424	0.067 (0.20)	11009.99	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	0.92	105.0	300.0	-31.4	-16.1	8.7	6720	353.5

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	$\emptyset$	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00016	0	0.925	29.9	72	0.00009 (0.00009)	424	0.040 (0.20)	11009.99	0.00

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805002</b>	REV. <b>B</b>

### 9.3 Verifica a punzonamento

perimetro del palo			uo	3.76991	m
diffusione dello sforzo			secondo	NS 3483E	
angolo d'inclinazione superficie			$\vartheta$	45	gradi
perimetro zona critica			u1	20.169	m
altezza della sezione utile			d	2.61	m
raggio interno			r	0.6	m
raggio esterno			R	3.21	m
ipotenusa triangolo interno del cono			a	3.6911	m
angolo massimo di sviluppo			$\alpha 1$	25	gradi
angolo minimo di sviluppo			$\alpha 2$	-115	gradi
sviluppo della superficie resistente			$\alpha$	1.22173	rad
superficie totale del tronco cono			S1	17.1813	m <sup>2</sup>
coefficiente carico			$\beta$	1.4	
resistenza caratteristica del calcestruzzo			fck	25	MPa
resistenza di calcolo del calcestruzzo			fcd	14.1667	MPa
valore di progetto del taglio			Ved	6226.08	kN
<b>valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo</b>					
tensione di progetto di verifica su perimetro uo			ved	0.88587	MPa
resistenza associata			vRd,max	5	MPa
				0.17717	
<b>valore di progetto di una piastra priva di armature a punzonamento</b>					
coefficiente di dato dai carichi			CRd,c	0.12	
fattore di scala			k	1.97358	
percentuale geometrica armatura fless. trasv			$\rho_{ly}$	0.00542	
percentuale geometrica armatura fless. long			$\rho_{lz}$	0.00406	
percentuale meccanica complessiva			$\rho_l$	0.00677	
coefficiente			k1	0.1	
tensione di progetto di verifica su perimetro u1			ved	0.50733	MPa
			vRd,c	0.59986	MPa
				0.84574	

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805002</b>	REV. <b>B</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<sub>l</sub>, M<sub>t</sub> sono lo sforzo normale e i momenti flettenti longitudinale e trasversale agenti al baricentro della palificata, n è il numero di pali e J<sub>l</sub>, J<sub>t</sub> 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<sub>l</sub>, H<sub>t</sub> 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:

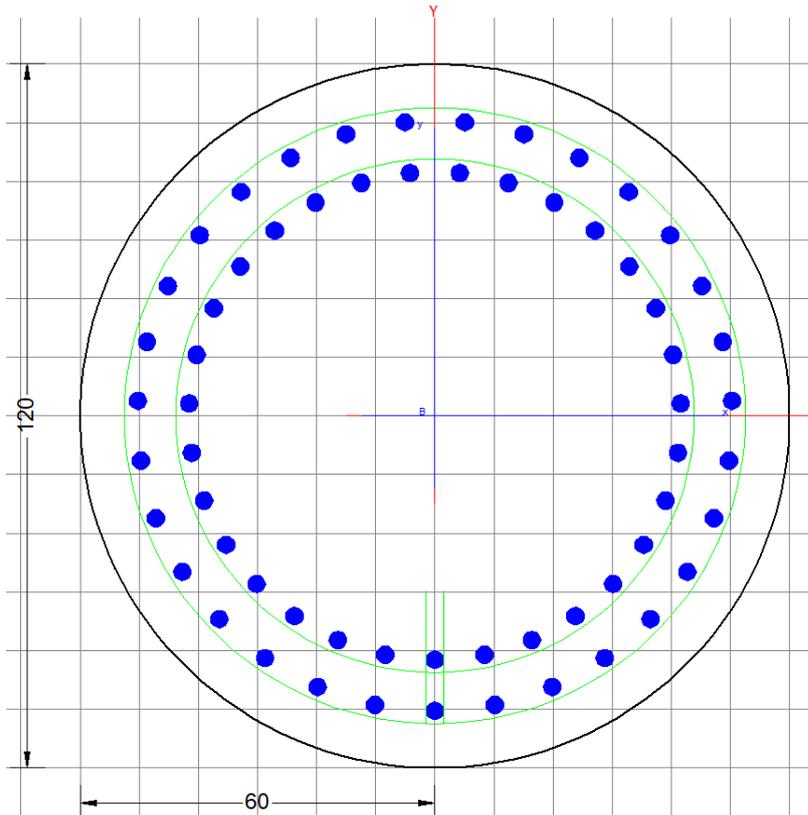
Sollecitazioni nel baricentro della fondazione per analisi di presso-flessione

TABELLA PER FLESSIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	<b>42915</b>	2176	938	37667	16239	
E_103x_SLV_q=1.36_63	26301	7704	2142	93602	28232	
E_103y_SLV_q=1.36_64	26301	3415	5613	33485	88088	
E_103x_SLV_q=1.36_63	26301	7704	2142	<b>93602</b>	28232	
E_103y_SLV_q=1.36_64	26301	3415	5613	33485	<b>88088</b>	

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805002</b>	REV. <b>B</b>

Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	1.8	3.6	5034.49	5703.26	4170.08
2	1.8	-3.6	2418.74	-796.89	1844.72
3	5.4	3.6	5335.21	6226.08	5801.35
4	5.4	-3.6	2719.46	-274.07	3475.99
5	-5.4	-3.6	1817.3	-1842.5	-1417.8
6	-5.4	3.6	4433.05	4657.61	907.551
7	5.4	0	4027.33	2976	4638.67
8	-5.4	0	3125.17	1407.54	-255.13
9	-1.8	0	3425.89	1930.36	1376.14
10	1.8	0	3726.61	2453.18	3007.4
11	-1.8	-3.6	2118.02	-1319.7	213.458
12	-1.8	3.6	4733.77	5180.43	2538.82
taglio equivalente			197.456	666.348	547.524
alfa derivante dall'analisi geotecnica				$\alpha$	2.22
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	5335	181	78	544	234
combo2	6226	642	178	1926	535
combo3	5801	285	468	854	1403
combo4	-1843	642	178	1926	535



Dati generali | Dati sezione | Sforzi | Risultati

Descrizione:

**Tipologia Sezione**

Predefinite (Sollec. rette. Verifica o Progetto armature)

Generiche (Sollec. deviate. Verifica o Progetto armature)

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

Rettangolari di Pareti

Torsione semplice sezioni poligonali (Progetto armature)

Calcolo frecce in campata singola (stati limite di esercizio)

**Normativa**

NTC 2018  EC2/EC8

**Caratteristiche della sezione**

Pilastro

**Percorso di Sollecitazione (S.L.U.)**

N= cost. (sforzo normale costante)

M/N= cost. (eccentricità costante)

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

Circolare DM'18/EC2  DM '96 (Istruzioni)

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

Metodo AAEM  Ap.fessure riferite alla zona efficace Condizioni Ambientali (S.L.E.)

Ordinarie  Moderat. aggr.  Molto aggr.

**Tipo di combinazioni di calcolo**

Combinazioni non sismiche (cap.4 NTC)

Zona sismica CDA (alta duttilità)

Zona sismica CDB (media duttilità)

Comb. sismiche Non dissipative

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

**DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.**

**NOME SEZIONE: palo 1.2**

Descrizione Sezione: Resistenze agli Stati Limite Ultimi

Metodo di calcolo resistenza: Sezione generica di Pilastro

Tipologia sezione: N.T.C.

Normativa di riferimento: A Sforzo Norm. costante

Percorso sollecitazione: Poco aggressive

Condizioni Ambientali: Assi x,y principali d'inerzia

Riferimento Sforzi assegnati: Zona non sismica

Riferimento alla sismicità:

**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<sup>2</sup>

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 <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare  
Classe Conglomerato: C25/30

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

### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	$\emptyset$
1	0.0	0.0	50.3	28	30
2	0.0	0.0	41.6	28	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	5335.21	402.55	173.52	0.00	0.00
2	1551.62	199.98	67.64	0.00	0.00
3	5335.21	402.55	173.52	0.00	0.00
4	5152.80	324.28	234.23	0.00	0.00
5	5335.21	402.55	173.52	0.00	0.00
6	5152.80	324.28	234.23	0.00	0.00
7	6226.08	1425.25	396.21	0.00	0.00
8	-1842.54	1425.25	396.21	0.00	0.00
9	6226.08	1425.25	396.21	0.00	0.00
10	5801.35	631.85	1038.37	0.00	0.00
11	6226.08	1425.25	396.21	0.00	0.00
12	5801.35	631.85	1038.37	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	3760.79	277.56	105.45
2	1205.65	223.54	143.29
3	3760.79	277.56	105.45
4	3635.23	223.54	147.97
5	3760.79	277.56	105.45
6	3635.23	223.54	147.97
7	4726.44	857.79	249.95
8	-397.12	857.79	249.95
9	4726.44	857.79	249.95
10	4460.46	357.90	654.55
11	4726.44	857.79	249.95
12	4460.46	357.90	654.55

**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	3635.23	223.54 (0.00)	147.97 (0.00)
2	1205.65	223.54 (2148.87)	143.29 (1377.43)
3	3635.23	223.54 (0.00)	147.97 (0.00)
4	3635.23	223.54 (0.00)	147.97 (0.00)
5	3635.23	223.54 (0.00)	147.97 (0.00)
6	3635.23	223.54 (0.00)	147.97 (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	2341.16	0.57 (0.00)	33.63 (0.00)
2	1960.08	0.57 (0.00)	33.63 (0.00)
3	2341.16	0.57 (0.00)	33.63 (0.00)
4	2341.16	0.57 (0.00)	33.63 (0.00)
5	2341.16	0.57 (0.00)	33.63 (0.00)
6	2341.16	0.57 (0.00)	33.63 (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 [cm <sup>2</sup> ]. [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	5335.21	402.55	173.52	5335.07	5469.70	2358.66	13.59	395.8(33.9)
2	S	1551.62	199.98	67.64	1551.82	5382.04	1820.58	26.91	395.8(33.9)
3	S	5335.21	402.55	173.52	5335.07	5469.70	2358.66	13.59	395.8(33.9)
4	S	5152.80	324.28	234.23	5152.90	4825.15	3487.26	14.88	395.8(33.9)
5	S	5335.21	402.55	173.52	5335.07	5469.70	2358.66	13.59	395.8(33.9)
6	S	5152.80	324.28	234.23	5152.90	4825.15	3487.26	14.88	395.8(33.9)
7	S	6226.08	1425.25	396.21	6226.21	5739.54	1602.70	4.03	395.8(33.9)
8	S	-1842.54	1425.25	396.21	-1842.74	4884.17	1360.36	3.43	395.8(33.9)
9	S	6226.08	1425.25	396.21	6226.21	5739.54	1602.70	4.03	395.8(33.9)
10	S	5801.35	631.85	1038.37	5801.45	3098.49	5089.12	4.90	395.8(33.9)
11	S	6226.08	1425.25	396.21	6226.21	5739.54	1602.70	4.03	395.8(33.9)
12	S	5801.35	631.85	1038.37	5801.45	3098.49	5089.12	4.90	395.8(33.9)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	23.8	1.0	0.00291	21.8	45.3	-0.00316	-21.8	-45.3
2	0.00350	19.2	1.0	0.00277	11.2	49.0	-0.00457	-11.2	-49.0
3	0.00350	23.8	1.0	0.00291	21.8	45.3	-0.00316	-21.8	-45.3
4	0.00350	35.1	1.0	0.00291	31.4	39.3	-0.00321	-31.4	-39.3
5	0.00350	23.8	1.0	0.00291	21.8	45.3	-0.00316	-21.8	-45.3
6	0.00350	35.1	1.0	0.00291	31.4	39.3	-0.00321	-31.4	-39.3
7	0.00350	16.1	57.6	0.00293	11.2	49.0	-0.00290	-11.2	-49.0
8	0.00350	16.1	57.6	0.00262	11.2	49.0	-0.00646	-11.2	-49.0
9	0.00350	16.1	57.6	0.00293	11.2	49.0	-0.00290	-11.2	-49.0
10	0.00350	51.3	28.8	0.00291	45.3	21.8	-0.00301	-45.3	-21.8
11	0.00350	16.1	57.6	0.00293	11.2	49.0	-0.00290	-11.2	-49.0
12	0.00350	51.3	28.8	0.00291	45.3	21.8	-0.00301	-45.3	-21.8

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000023894	0.000055432	-0.000121778	----	----
2	0.000023484	0.000069432	-0.000897766	----	----
3	0.000023894	0.000055432	-0.000121778	----	----
4	0.000035644	0.000049348	-0.000152480	----	----
5	0.000023894	0.000055432	-0.000121778	----	----
6	0.000035644	0.000049348	-0.000152480	----	----
7	0.000015539	0.000055896	0.000019037	----	----
8	0.000024202	0.000087059	-0.001921612	----	----
9	0.000015539	0.000055896	0.000019037	----	----
10	0.000050511	0.000030736	-0.000047673	----	----
11	0.000015539	0.000055896	0.000019037	----	----
12	0.000050511	0.000030736	-0.000047673	----	----

**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 <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] 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	3.26	21.3	0.0	19.2	-21.8	-45.3	----	----
2	S	1.68	32.4	0.0	-2.0	-31.4	-39.3	482	14.1
3	S	3.26	21.3	0.0	19.2	-21.8	-45.3	----	----
4	S	3.08	33.1	0.0	19.4	-31.4	-39.3	----	----
5	S	3.26	21.3	0.0	19.2	-21.8	-45.3	----	----
6	S	3.08	33.1	0.0	19.4	-31.4	-39.3	----	----
7	S	6.00	16.8	0.0	0.0	-11.2	-49.0	0	0.0
8	S	4.22	16.8	0.0	-100.7	-11.2	-49.0	1787	84.8
9	S	6.00	16.8	0.0	0.0	-11.2	-49.0	0	0.0
10	S	5.30	52.6	0.0	4.7	-45.3	-21.8	0	0.0
11	S	6.00	16.8	0.0	0.0	-11.2	-49.0	0	0.0
12	S	5.30	52.6	0.0	4.7	-45.3	-21.8	0	0.0

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= $(e1 + e2)/(2 * e1)$ [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 = $sr_{max} * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
-------	-----	----	----	----	---	----	-------------	--------	----	---------	---------

1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
2	S	-0.00002	0	0.694	30.0	82	0.00001 (0.00001)	520	0.003 (990.00)	2148.87	1377.43
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	-0.00004	0	0.694	30.0	82	0.00001 (0.00001)	0	0.005 (990.00)	4323.33	1259.77
8	S	-0.00058	0	0.833	30.0	82	0.00030 (0.00030)	458	0.138 (990.00)	631.28	183.95
9	S	-0.00004	0	0.833	30.0	82	0.00030 (0.00030)	0	0.005 (990.00)	4323.33	1259.77
10	S	-0.00001	0	0.833	30.0	82	0.00030 (0.00030)	0	0.004 (990.00)	7268.99	13293.99
11	S	-0.00004	0	0.833	30.0	82	0.00030 (0.00030)	0	0.005 (990.00)	4323.33	1259.77
12	S	-0.00001	0	0.833	30.0	82	0.00030 (0.00030)	0	0.004 (990.00)	7268.99	13293.99

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.08	33.1	0.0	19.4	-31.4	-39.3	---	---
2	S	1.68	32.4	0.0	-2.0	-31.4	-39.3	482	14.1
3	S	3.08	33.1	0.0	19.4	-31.4	-39.3	---	---
4	S	3.08	33.1	0.0	19.4	-31.4	-39.3	---	---
5	S	3.08	33.1	0.0	19.4	-31.4	-39.3	---	---
6	S	3.08	33.1	0.0	19.4	-31.4	-39.3	---	---

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	-0.00002	0	0.694	30.0	82	0.00001 (0.00001)	520	0.003 (0.20)	2148.87	1377.43
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	1.48	60.0	0.0	18.8	-50.3	0.0	---	---
2	S	1.26	60.0	0.0	15.5	-50.3	0.0	---	---
3	S	1.48	60.0	0.0	18.8	-50.3	0.0	---	---
4	S	1.48	60.0	0.0	18.8	-50.3	0.0	---	---
5	S	1.48	60.0	0.0	18.8	-50.3	0.0	---	---
6	S	1.48	60.0	0.0	18.8	-50.3	0.0	---	---

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

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805002</b>	REV. <b>B</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	42915	2176	938	37667	16239	
E_103x_SLV_q=1_66	26301	<b>9932</b>	2683	124643	37561	
E_103y_SLV_q=1_67	26301	4084	<b>7416</b>	42797	119182	
E_103x_SLV_q=1_66	26301	9932	2683	124643	37561	
E_103y_SLV_q=1_67	26301	4084	7416	42797	119182	

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	Tx	9932	4084
sollecitazione massima direzione y	Ty	2683	7416
vettore complessivo, singolo palo	T	857	706

Progetto armature

diametro armature trasversale	$\varphi$	12	mm
bracci staffe	bs	2	
diametro pali	R	0.6	m
area armature trasversale	Asw	2.3	cm <sup>2</sup>
passo staffe	s	20.0	cm
copriferro netto + staffa + fi/2	c'	9.7	cm
resistenza di calcolo armatura	f <sub>yd</sub>	391.0	Mpa
resistenza caratteristica res cls	f <sub>ck</sub>	25.0	
resistenza di calcolo res. Calc	f <sub>cd</sub>	18.5	Mpa
resistenza ridotta	f' <sub>c</sub>	9.2	Mpa
braccio delle forze interne	z=0.9d	88.3	cm
larghezza biella	bw	100.9	cm
inclinazione staffe	$\alpha$	90	gradi
inclinazione biella	$\beta$	22	gradi
resistenza puntoni	V <sub>c</sub>	2839	kN
resistenza staffe	V <sub>s</sub>	977	kN
taglio resisistente	V <sub>r</sub>	977	kN
taglio massimo agente	V <sub>ed</sub>	857	kN
	V <sub>ed</sub> /V <sub>r</sub>	0.88	

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805002</b>	REV. <b>B</b>

## 11. INCIDENZE

Baggioli/Ritegni	350 kg/mc
Pulvino	180 kg/mc
Fusto Pila	140 kg/mc
Plinto di fondazione	125 kg/mc
Pali di fondazione	primo tratto 290 kg/mc