

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)**

**VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario - sviluppo complessivo 1390m**

*Relazione di calcolo Pile - P3*

SCALA:

-

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

RS3T 30 D 09 CL VI1705 009 B

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

ITALFERRES P.A.  
U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti  
Dott. Ing. Angelo Vittozzi  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma  
N° A20783

File: RS3T30D09CLVI1705009B

n. Elab.: 09\_455\_8

 <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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705009</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 .....	17
5. ANALISI DEI CARICHI .....	18
5.1 Peso proprio elementi strutturali.....	18
5.2 Carichi strutturali trasmessi dall'impalcato.....	19
5.3 Carichi da traffico verticali .....	19
5.4 Effetti dinamici .....	21
5.5 Disposizione treni di carico.....	21
5.6 Carichi da traffico orizzontali .....	25
5.6.1 <i>Forza centrifuga</i> .....	25
5.6.2 <i>Serpeggio</i> .....	27
5.6.3 <i>Frenatura ed avviamento</i> .....	28
5.6.4 <i>Forza d'attrito</i> .....	29
5.6.5 <i>Azione del Vento</i> .....	29
5.7 Azione Sismica .....	32
5.7.1 <i>Inquadramento Sismico</i> .....	33
5.7.2 <i>Definizione della domanda sismica</i> .....	34
5.7.3 <i>Calcolo dell'azione Sismica</i> .....	39
5.7.4 <i>Risposta sismica locale</i> .....	40
5.7.5 <i>Check analisi statica</i> .....	41
5.7.6 <i>Analisi statica equivalente</i> .....	42
5.7.7 <i>Analisi dinamica modale</i> .....	43
5.8 Azione Idrostatica.....	44
6. SOLLECITAZIONI.....	48
6.1 Combinazioni di carico.....	48

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705009</b>	REV. <b>B</b>

6.1.1	Configurazione 1 .....	48
6.1.2	Configurazione 2 .....	54
6.1.3	Configurazione 3 .....	60
6.2	Tabella riassuntive, massime sollecitazioni .....	66
6.2.1	Stati limiti di esercizio .....	66
6.2.2	Stati limiti ultimi .....	72
7.	VERIFICHE STRUTTURALI.....	76
8.	FUSTO PILA .....	76
8.1	Modellazione .....	78
8.2	Verifica a presso flessione .....	78
8.3	Verifica a taglio .....	87
8.4	Verifica minimi di armatura .....	88
8.5	Verifica spostamenti.....	90
9.	PLINTO DI FONDAZIONE.....	91
9.1	Dimensionamento armature .....	93
9.2	Verifica a presso-flessione.....	95
9.2.1	Direzione trasversale.....	95
9.2.2	Direzione longitudinale.....	100
9.3	Verifica a punzonamento .....	105
10.	PALI DI FONDAZIONE.....	106
10.1	Ridistribuzione sollecitazioni testa palo .....	106
10.2	Verifica strutturale .....	106
10.3	Verifica a taglio .....	114
11.	INCIDENZE .....	115

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m</b>					
	Progetto definitivo <i>Relazione di calcolo Pila – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705009</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 VI17 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 3 che rappresenta la tipologica per tutte le pile di altezza minore o uguale a 10.50m, con variazione di luce 50-50m.

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

### 1.1 Descrizione dell'opera

Il viadotto VI17 è a doppio binario, ha uno sviluppo complessivo di 1390m, ed è costituito da 46 campate isostatiche di luce 25m, 40m e 50m (asse pila-asse pila/ asse pila-asse giunto spalla). Le campate da 25 m sono realizzate con un impalcato in cap a due travi mentre, le campate di luce maggiore sono realizzare con impalcati misti a due travi.

Le pile sono realizzate in c.a. gettato in opera, sono di forma circolare di dimensioni pari a 4.5m. Il pulvino ha una altezza pari a 2.50m. Su esso disposti gli apparecchi di appoggio dell'impalcato secondo lo schema sotto riportato

Il plinto presenta uno spessore di 3metri e una pianta rettangolare di 16.5x12, mentre le fondazioni previste sono su pali in c.a. di grande diametro F1500 sia per le pile che per le spalle. Il numero di pali pari a 12 e disposti ad interessa minimi di 4.5m. Si è assunta una distanza dal bordo degli stessi di 1.50 m.

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

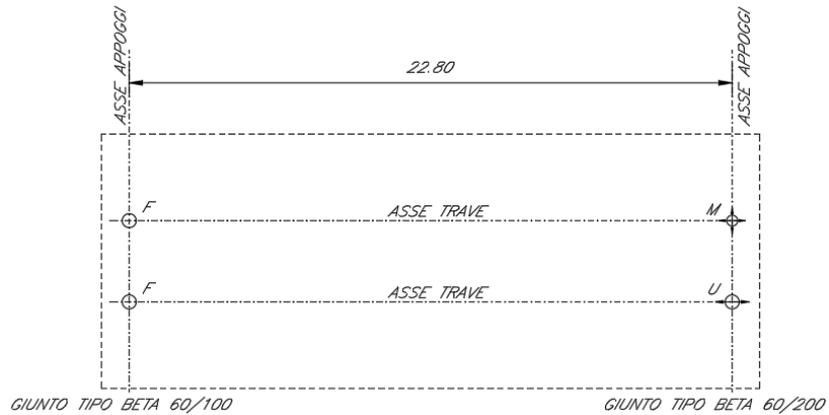
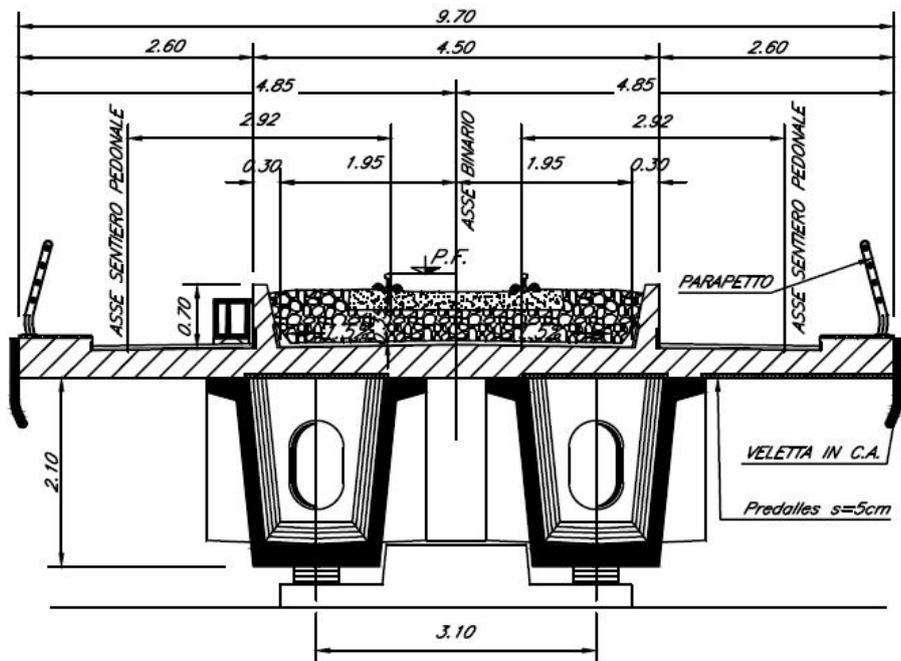


Figura 1: schema appoggi impalcati sx e dx



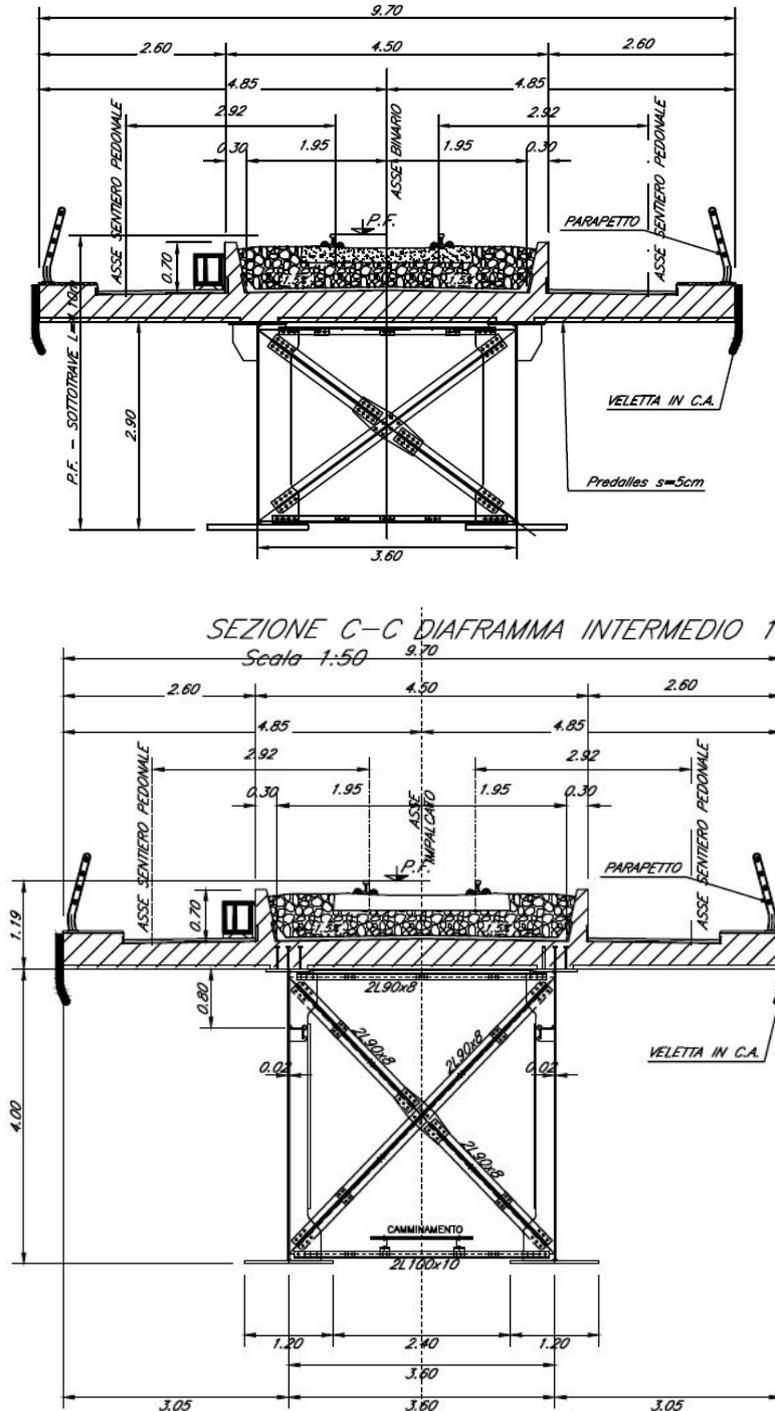


Figura 2: sezione trasversale impalcato

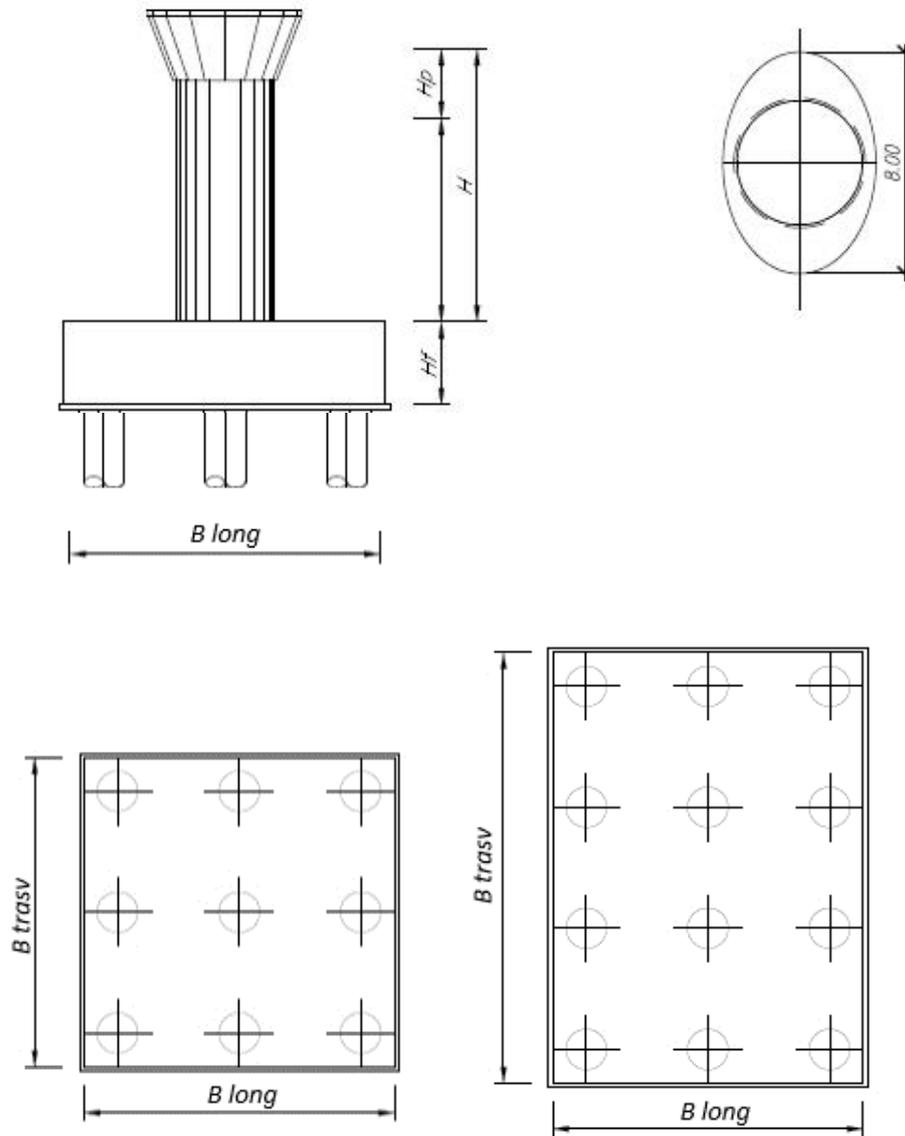


Figura 3: pianta, sezione e prospetti pila

 <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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705009</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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705009</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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705009</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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705009</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 circolare piena di dimensioni 4.5m, una altezza complessiva di 19.80m. Il pulvino è costituito da una sezione piena ellissoidale ed altezza variabile in funzione del tipo d’impalcato. Nei calcoli si è incrementato del 10% la massa del pulvino per tener conto di velette, baggioli e ritegni. Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 1500mm collegate in testa da una platea di spessore 3m.

<b>PILA</b>						
altezza pila- estradosso fond/estradosso pulvino				Hp	19.8	m
tipologia di sezione					<b>circolare</b>	
larghezza trasversale pila				b	0.000	m
larghezza longitudinale pila				d	0.000	m
raggio della sezione				R	2.25	m
area della sezione				A	15.904	m <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale				I11	20.129	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale				I22	20.129	m <sup>4</sup>
calcestruzzo				fck	32	MPa
massa pulvino				mp	7077	kN
<b>PULVINO</b>						
asse minore ellisse				a	5.48	m
asse maggiore ellisse				b	8	m
altezza pulvino				h	2	m
massa pulvino		<i>compresa del +10%</i>		mp	2173	kN
<b>FONDAZIONE</b>						
asse minore ellisse				a	16.5	m
asse maggiore ellisse				b	12	m
altezza della fondazione				h	3	m
altezza terreno di ricoprimento				ht	1.5	m
area netta per calcolo ricoprimento				A	182.1	m <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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705009</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>	<sup>(1)</sup>	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	<sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>	<sup>(2)</sup>	<sup>(2)</sup>
	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	Treno scarico	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver	Idra
A1_SLU_gr1_Treno	1.35	1.5	1.45	0	0.725	1.45	1.45	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr2_Scarico	1.35	1.5	0	1.45	0	1.45	1.45	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr3_Fre/avv	1.35	1.5	1.45	0	1.45	0.725	0.725	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr4_centrif	1.35	1.5	1.16	0	1.16	1.16	1.16	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr1+vento	1.35	1.5	1.45	0	0.725	1.45	1.45	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr2+vento	1.35	1.5	0	1.45	0	1.45	1.45	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr3+vento	1.35	1.5	1.45	0	1.45	0.725	0.725	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr4+vento	1.35	1.5	1.16	0	1.16	1.16	1.16	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr1	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr2	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr3	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr4	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr1	1.35	1.5	1.16	0	0.58	1.16	1.16	0.72	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr2	1.35	1.5	0	1.16	0	1.16	1.16	0.72	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr3	1.35	1.5	1.16	0	1.16	0.58	0.58	0.72	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr4	1.35	1.5	1.16	0	1.16	1.16	1.16	0.9	0	0	0	0	1.5
SLE_rar_gr1_Treno	1	1	1	0	0.5	1	1	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr2_Scarico	1	1	0	1	0	1	1	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr3_Fre/avv	1	1	1	0	1	0.5	0.5	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr4_centrif	1	1	0.8	0	0.8	0.8	0.8	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr1+vento	1	1	1	0	0.5	1	1	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_gr2+vento	1	1	0	1	0	1	1	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_gr3+vento	1	1	1	0	1	0.5	0.5	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_gr4+vento	1	1	0.8	0	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr2	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr3	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr4	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_fre_gr1_Treno	1	1	0.8	0	0.4	0.8	0.8	0.4	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr2_Scarico	1	1	0	0.8	0	0.8	0.8	0.4	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr3_Fre/avv	1	1	0.8	0	0.8	0.4	0.4	0.4	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr4_centrif	1	1	0.8	0	0.8	0.8	0.8	0.5	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr1+vento	1	1	0.8	0	0.4	0.8	0.8	0.4	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr2+vento	1	1	0	0.8	0	0.8	0.8	0.4	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr3+vento	1	1	0.8	0	0.8	0.4	0.4	0.4	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr4+vento	1	1	0.8	0	0.8	0.8	0.8	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr1	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr2	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr3	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr4	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_gr1_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr2_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0.2	0	0	0	1

Nome Combinazione	G1	G2	Treno	Treno scarico	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver	Idra
SLE_qp_gr1_Treno	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr2_Scarico	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3_Fre/avv	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr4_centrif	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr1+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr2+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr3+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr4+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr1	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr2	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr3	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr4	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr1_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr2_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
E_103x	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	1	0.3	0.3	1
E_103y	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	0.3	1	0.3	1
E_103z	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	0.3	0.3	1	1

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

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

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

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

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

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

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

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



 <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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705009</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:

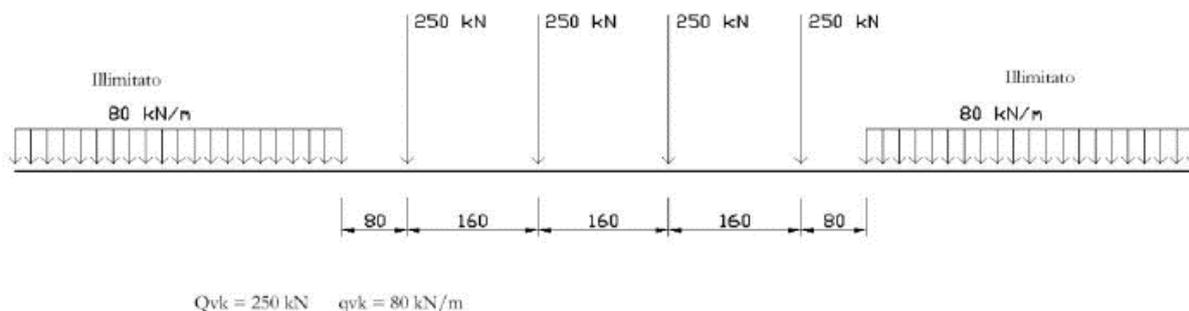
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	5297	1497
scarichi estradosso Pila - G2	4327	1492
scarichi estradosso Fondazione - G1	14566	1497
scarichi estradotto Fondazione - G2	4327	1492
scarichi sui Pali - G1	34606	1497
scarichi sui Pali - G2	4327	1492

## 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;

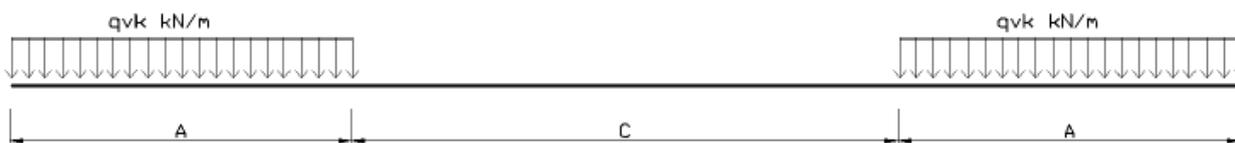
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 <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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705009</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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705009</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:

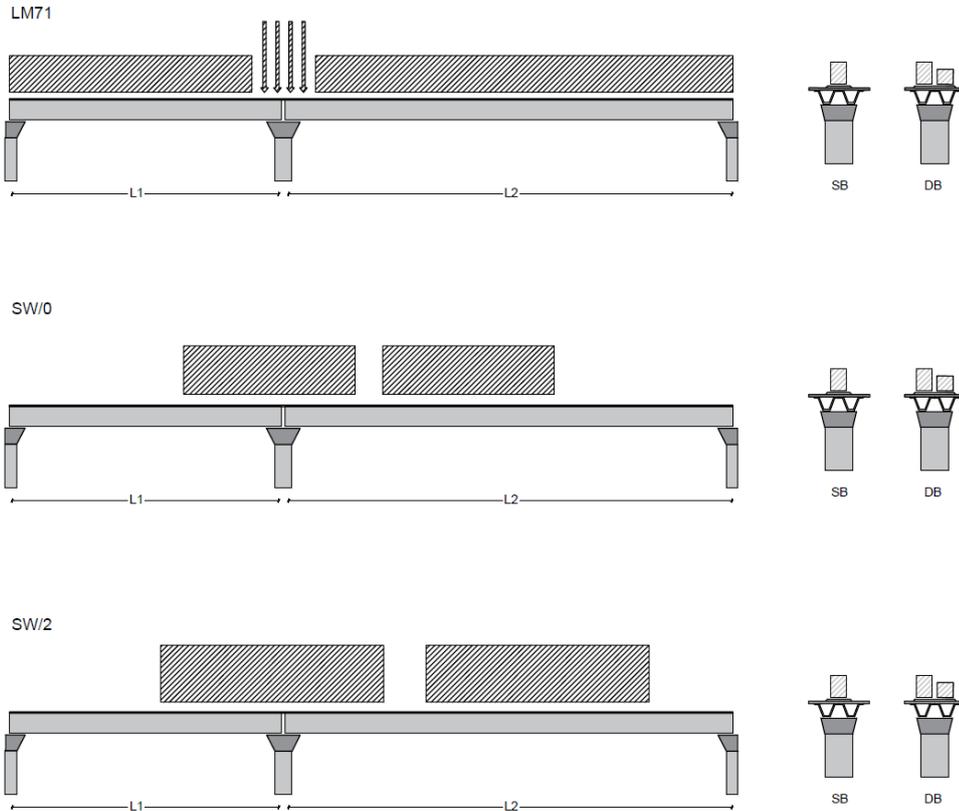


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

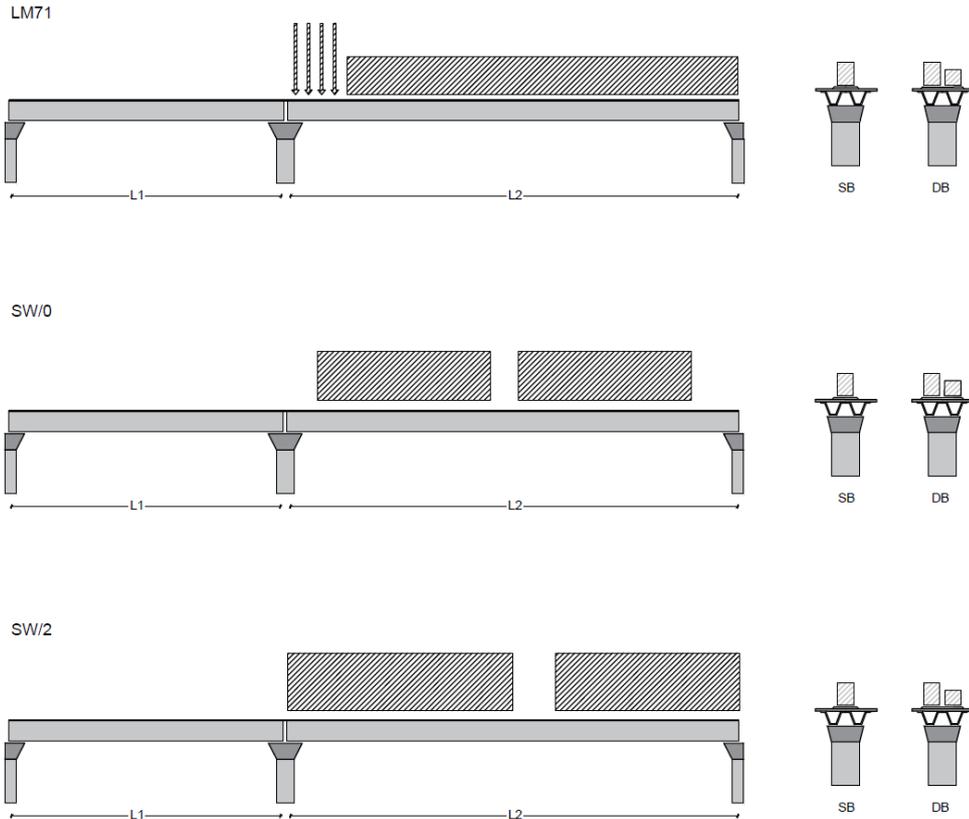


Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

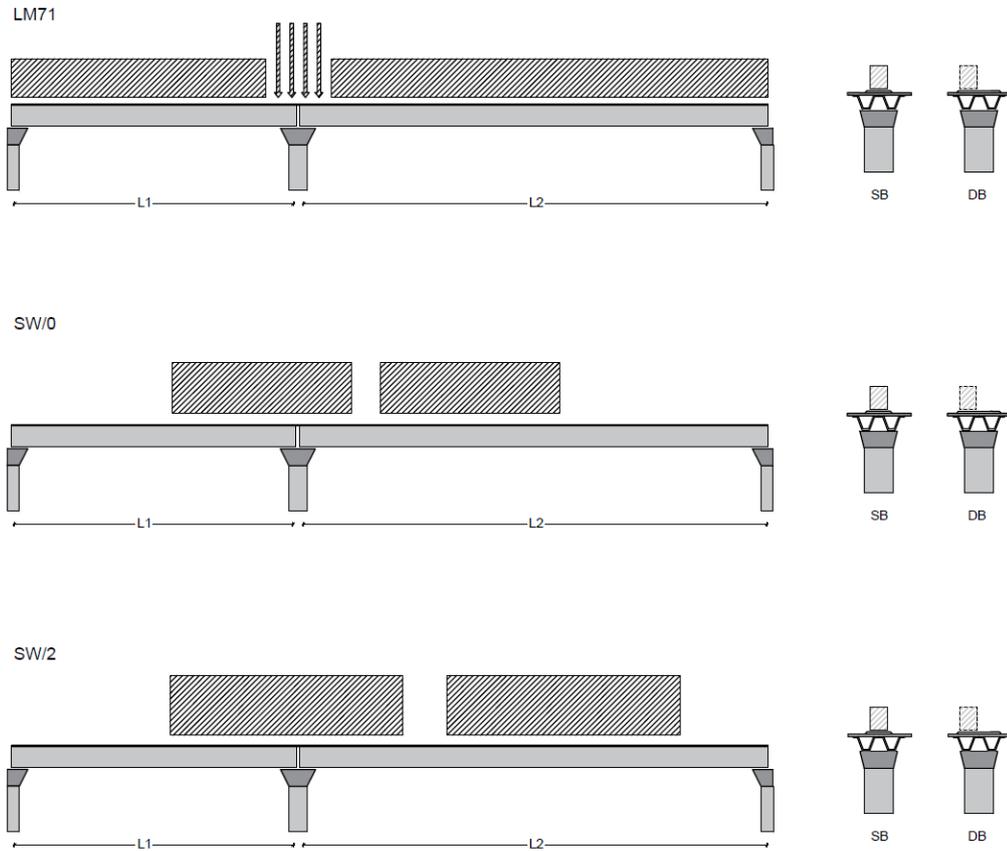


Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

 <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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705009</b>	REV. <b>B</b>

## 5.6 Carichi da traffico orizzontali

### 5.6.1 Forza centrifuga

raggio di curvatura					R	1050	m
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	km/h
						SX	
lunghezza di influenza della parte curva del binario					Lf	22.8	m
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.823704	
<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, $\alpha$ , e f in base al contenuto della tabella 1.4.3.1-1 seguente.							
						SX	
<b>LM71 caso a</b>							
velocità massima					Vmax	120	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	1.00	
coefficiente di adattamento					a	1.10	
valore caratteristico dei carichi verticali					Qvk	330.6	kN x asse
valore caratteristico dei carichi verticali					qvk	105.8	kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga					Qtk	<b>39.3</b>	kN x asse
valore caratteristico della forza centrifuga					qtk	<b>12.6</b>	kN/m
<b>LM71 caso b</b>							
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.82	
coefficiente di adattamento					a	1.0	

	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	<b>47.5</b>	kN x asse
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	<b>15.2</b>	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	<b>180.32</b>	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	<b>13.52</b>	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	13.522361	0	13.5224	499.6512	3162.79

 <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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705009</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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705009</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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705009</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>317</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>				
	ponete carico			
	altezza pila	z1	19.8	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	20.25	m
	altezza di riferimento	z	24.64	m
	coefficiente di topografia	ct	1	
	coefficiente di esposizione	ce	2.95	
	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	1582.82	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	29.1	
	forza equivalente in testa pila	Fx	1076.4	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	5209.7	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	28.7			
	forza equivalente in testa pila	Fx	696.8	kN		
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	3330.7	kn/m		
VENTO SULLA PILA						
direzione trasversale						
	altezza di riferimento	z	19.8	m		
	coefficiente di topografia	ct	1			
	coefficiente di esposizione	ce	2.80306			
	densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m3		
	pressione statica di riferimento	qr	535.732	n/m2		
	pressione statica di picco	qpicco	1582.82	n/m2		
			1.58282	Kpa		
	tipologia di sezione		circolare			
	larghezza trasversale pila	b	0	m		
	larghezza longitudinale pila	d	0	m		
	raggio della sezione	R	2.25	m		
	rapporto geometrico	b/d	0.1			
	rapporto geometrico	r/b	0.1			
	coefficiente di forza trasversale sez. ret.	cf,0	2			
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.75			
	viscosità cinematica dell'aria	$\nu$	1.5E-05	m/s		
	numero di Reynolds	Re	1.3E+07			
	materiale pila		cls ruvido			
	rugosità equivalente	k	1	mm		
	rapporto	k/b	0.00044			

	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.90704	
	rapporto geometrico	l/b	4.4	
	snellezza effettiva	$\lambda$	4.4	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.66119	
	forza trasversale	f tras	<b>0.9</b>	
	forza equivalente in testa pila	F tras	<b>18.8</b>	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	<b>11.9</b>	m
direzione longitudinale				
	tipolgoia di sezione		circolare	
	larghezza trasversale pila	b	0	m
	larghezza longitudinale pila	d	0	m
	raggio della sezione	R	2.25	m
	rapporto geometrico	b/d	0.1	
	rapporto geometrico	r/b	0.1	
	coefficiente di forza longitu sez.ret	cf,0	2	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.75	
	coefficiente di forza trasversale sez.circ.	cf,0	0.90704	
	rapporto geometrico	l/b	4.4	
	snellezza effettiva	$\lambda$	4.4	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.66119	
	forza longitudinale	f lon	0.94926	
	forza equivalente in testa pila	F lon	18.7954	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	11.88	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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705009</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.

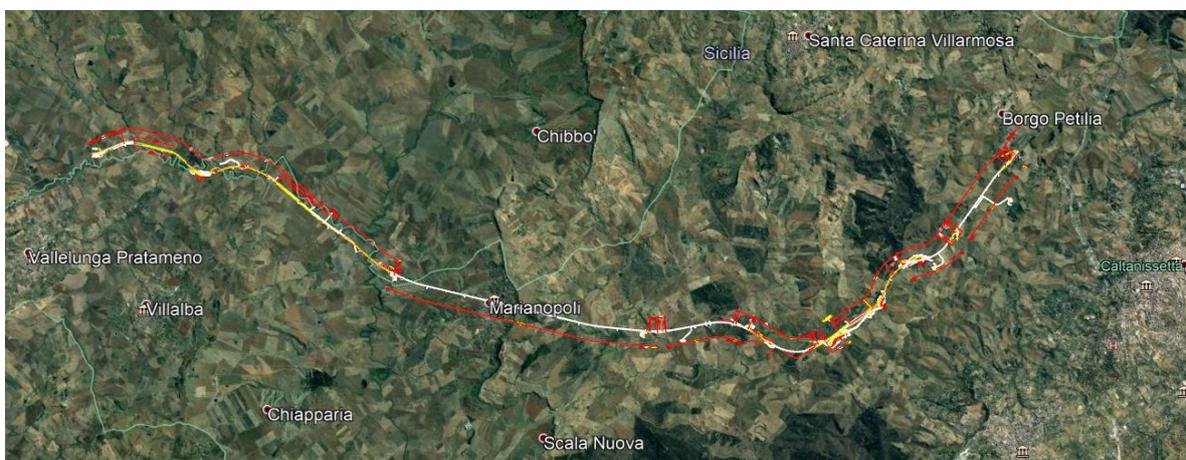


Figura 4 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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

 <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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705009</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.

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	VI1705009	B	35 di 116

## FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:  LATITUDINE:

---

Ricerca per comune

REGIONE:  PROVINCIA:  COMUNE:

---

**Elaborazioni grafiche**

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

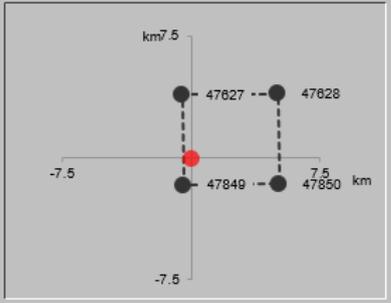
---

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri

---

**Nodi del reticolo intorno al sito**




---

**Reticolo di riferimento**



Controllo sul reticolo

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

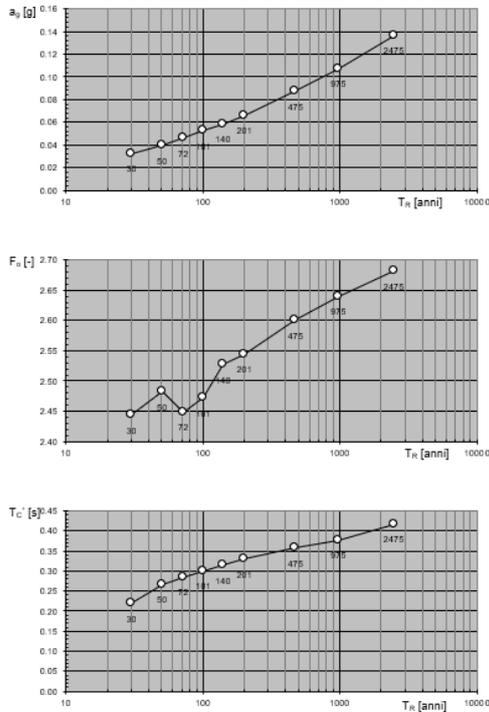
Interpolazione

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

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

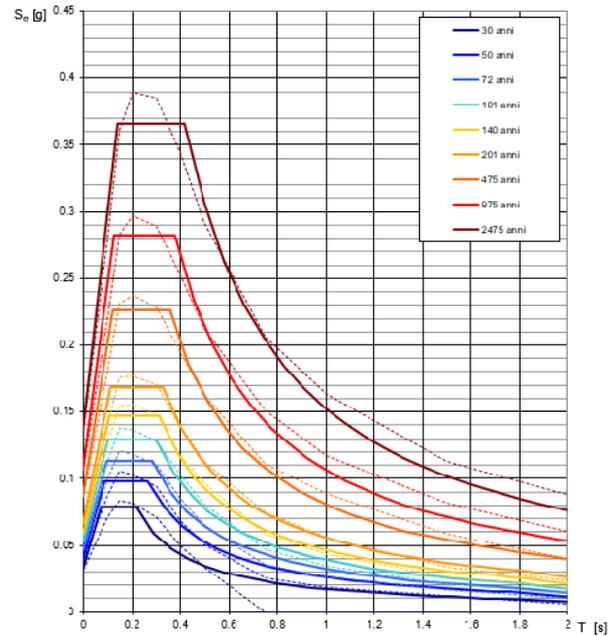
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri\_NTC"

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



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

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



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

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

Figura 6 - Parametri di riferimento del sito secondo "Spettri\_NTC"

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

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

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

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

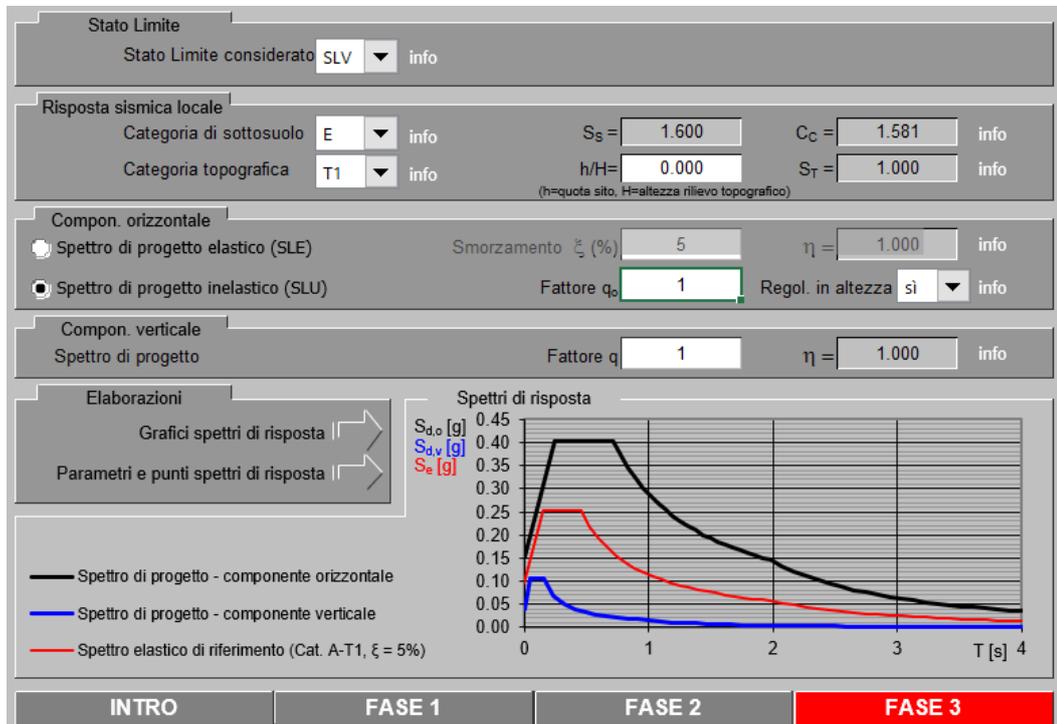


Figura 8 - Definizione della domanda sismica allo SLV

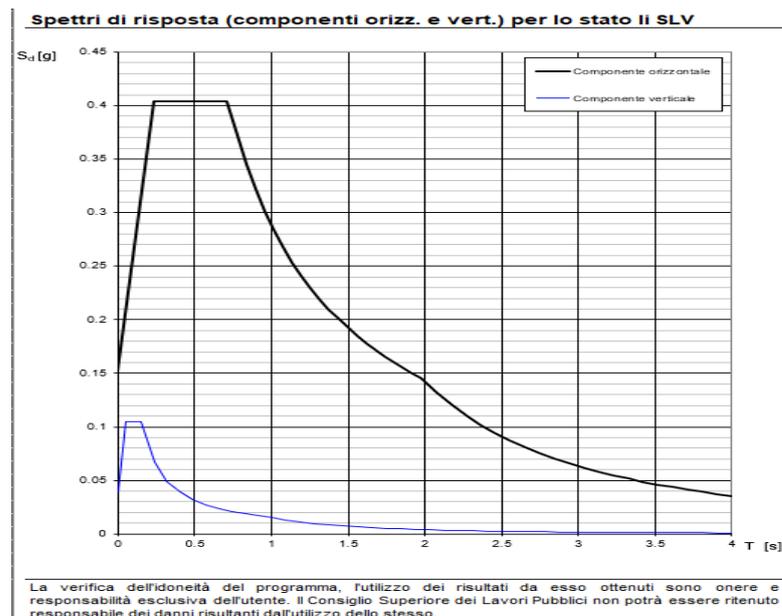


Figura 9 - Spettro in accelerazione SLV orizzontale e verticale

### Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato linSLV

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.095 g
$F_o$	2.667
$T_G$	0.451 s
$S_S$	1.600
$C_C$	1.581
$S_T$	1.000
$q$	1.000

#### Parametri dipendenti

$S$	1.600
$\eta$	1.000
$T_B$	0.238 s
$T_C$	0.713 s
$T_D$	1.978 s

#### Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Lo spettro di progetto  $S_e(T)$  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	0.151
$T_B$	0.238	0.404
$T_C$	0.713	0.404
	0.774	0.372
	0.834	0.345
	0.894	0.322
	0.954	0.302
	1.015	0.284
	1.075	0.268
	1.135	0.254
	1.195	0.241
	1.255	0.229
	1.316	0.219
	1.376	0.209
	1.436	0.200
	1.496	0.192
	1.557	0.185
	1.617	0.178
	1.677	0.172
	1.737	0.166
	1.798	0.160
	1.858	0.155
	1.918	0.150
$T_D$	1.978	0.146
	2.075	0.132
	2.171	0.121
	2.267	0.111
	2.363	0.102
	2.460	0.094
	2.556	0.087
	2.652	0.081
	2.749	0.075
	2.845	0.070
	2.941	0.066
	3.037	0.062
	3.134	0.058
	3.230	0.055
	3.326	0.051
	3.422	0.049
	3.519	0.046
	3.615	0.044
	3.711	0.041
	3.807	0.039
	3.904	0.037
	4.000	0.036

Figura 10 - 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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705009</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.

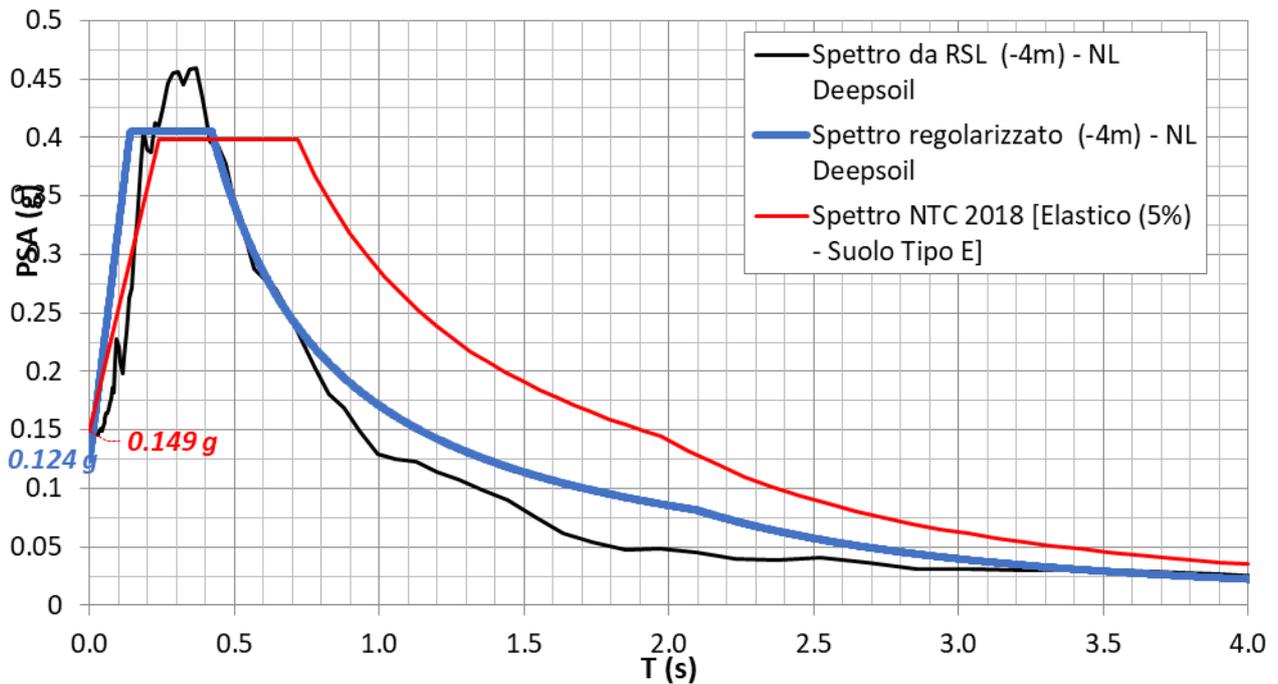
Nella scrittura delle combinazioni di carico si è distinta la posizione del convoglio per massimizzare le singole sollecitazioni (N,Mx,My,Tx,Ty), identificando tre configurazioni, ovvero tre masse statiche.

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.

**VI17 - prova: DH3BS06**



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	6376	kN
massa sismica treno per direzione long			treno	1275	kN
				0	
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	12114	kN
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	13389	kN
1/5 della massa sismica sopra la pila			1/5 Mimp t	2678	kN
massa pulvino			Mpul	2192	kN
massa pila			Mpila	3380	kN
massa efficace pila			Mpe	3319	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long			Mtot long	16708	kN
<i>verifica di requisito di norma</i>		$Mep < 1/5 Mimp$		<b>NO per -640.7 KN</b>	

<b>Direzione Trasversale</b>					
massa treno per direzione long			Com Mmax	5255	kN
massa sismica treno per direzione long			treno	1051	kN
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	12114	kN
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	13165	kN
massa pulvino			Mpul	2192	kN
massa pila			Mpila	3380	kN
massa efficace pila			Mpe	3319	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv			Mtot tras	16484	kN
<i>verifica di requisito di norma</i>		$Mep < 1/5 Mimp$		<b>NO per -685.5 KN</b>	

<b>Direzione Verticale</b>					
massa treno per direzione long			Com Mmax	5255	kN
massa sismica treno per direzione long			treno	1051	kN
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	12114	kN
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	13165	kN
massa pulvino			Mpul	2192	kN
massa pila			Mpila	3380	kN
massa efficace pila			Mpe	3319	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert			Mtot vert	16484	kN
<i>verifica di requisito di norma</i>		$Mep < 1/5 Mimp$		<b>NO per -685.5 KN</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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705009</b>	REV. <b>B</b>

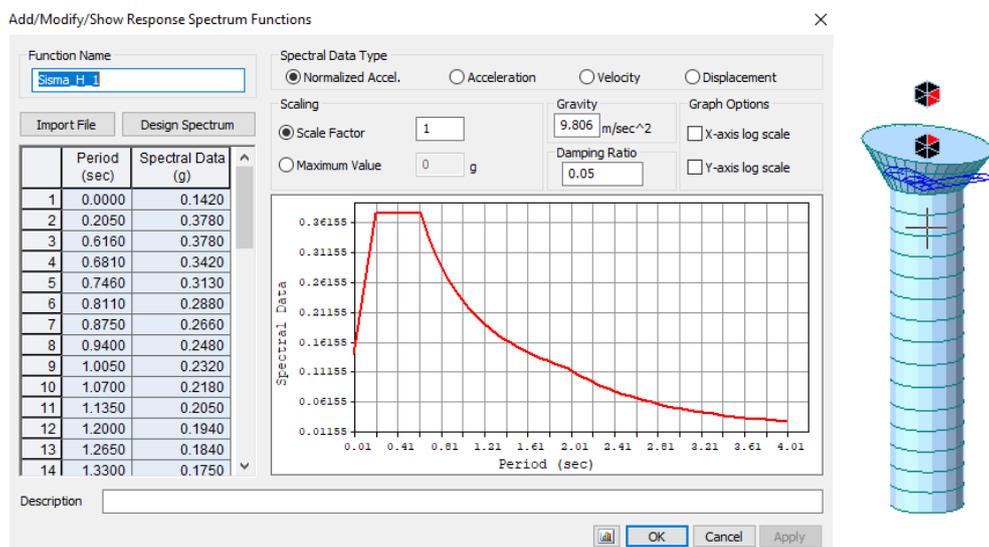
5.7.6 *Analisi statica equivalente*

area della sezione		A	15.90	m <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale		I11	20.13	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale		I22	20.13	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	19.80	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>	20.25	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv		K <sub>tra</sub>	8.5E+07	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long		K <sub>long</sub>	1.3E+08	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert		K <sub>vert</sub>	2.3E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale		T <sub>tra</sub>	1.01	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale		T <sub>long</sub>	0.75	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale		T <sub>vert</sub>	0.06	sec

	SLV			SLD	
Tabella Riassuntiva	q=1.5	q=1.36	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.15	0.15	0.23	0.09	g
accelerazione componente longitudinale	0.21	0.21	0.31	0.12	g
accelerazione componente verticale	0.10	0.10	0.10	0.03	g
Sforzo assiale	1934	1934	1934	640	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	2853	3139	4280	1619	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinale	4469	4916	6704	2518	kN
Momento flessionale trasversale	67182	73900	100772	38127	kN m
Momento flessionale longitudinale	90921	99971	136173	51188	kN m

### 5.7.7 Analisi dinamica modale

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



I risultati ottenuti sono i seguenti:

Load	N (kN)	Vtras (kN)	Vlong (kN)	Mtras (kN*m)	Mlong (kN*m)
SISMA $q=1.5$	1534.69	1795.39	2395.79	38495.94	45558.23
SISMA $q=1$	1534.69	2677.44	3593.12	57470.43	68370.07
SISMA sld	511.58	1006.53	1338.5	21329.14	25339.24

Si procede con tali sollecitazioni.

## 5.8 Azione Idrostatica

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

### 6.3.17 Escavazioni localizzate viadotto VI17

Pila	Tirante idraulico [m]	Velocità [m/s]	Incidenza pila-corrente [°]	Forma pila	Base pila [m]	Lunghezza pila [m]	Forma pilinto	Base pilinto [m]	Lunghezza pilinto [m]	d50 [mm]	Scavo [m]	Tipo di scavo
P01	0.61	0.92	12	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	1.92	plinto non scoperto
P02	0.65	0.65	31	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	1.67	plinto non scoperto
P03	1.78	1.54	33	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	6.68	plinto scoperto
P04	0.24	0.07	48	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	0.13	plinto non scoperto
P05	0.00	0.00	5	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P06	0.00	0.00	6	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P07	0.00	0.00	7	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P08	0.00	0.00	9	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P09	0.62	0.27	18	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	0.87	plinto non scoperto
P10	0.00	0.00	12	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P11	0.00	0.00	13	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P12	0.08	0.37	6	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	0.73	plinto non scoperto
P13	1.69	1.15	24	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	5.33	plinto scoperto
P14	2.70	1.68	15	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	6.80	plinto scoperto
P15	2.41	1.94	16	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	7.49	plinto scoperto
P16	2.28	1.63	22	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	6.91	plinto scoperto
P17	2.16	1.60	13	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	6.36	plinto scoperto
P18	0.96	3.61	14	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	10.21	plinto scoperto
P19	3.18	1.29	14	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	5.76	plinto scoperto
P20	3.16	1.61	25	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	7.27	plinto scoperto
P21	3.59	1.39	26	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	6.69	plinto scoperto
P22	4.11	1.25	31	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	6.42	plinto scoperto
P23	3.66	1.35	25	CIRC	4.50	4.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	6.57	plinto scoperto
P24	3.03	1.24	24	CIRC	4.50	4.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	5.91	plinto scoperto
P25	1.67	1.38	7	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	5.24	plinto scoperto
P26	1.15	2.05	12	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	6.87	plinto scoperto
P27	1.40	1.94	10	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	6.76	plinto scoperto
P28	2.11	1.38	3	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	5.21	plinto scoperto
P29	2.12	0.88	9	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	4.11	plinto scoperto
P30	2.46	0.90	39	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	4.98	plinto scoperto
P31	1.78	1.09	12	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	4.74	plinto scoperto
P32	0.79	2.17	4	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	6.38	plinto scoperto
P33	1.09	1.91	54	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	7.61	plinto scoperto
P34	2.49	1.51	50	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	7.22	plinto scoperto
P35	1.06	0.73	34	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	3.85	plinto scoperto
P36	0.23	0.55	53	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	1.31	plinto non scoperto
P37	0.00	0.00	85	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P38	0.08	0.40	7	CIRC	4.50	4.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	0.90	plinto non scoperto
P39	0.95	1.60	25	CIRC	4.50	4.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	6.20	plinto scoperto
P40	1.34	1.61	5	CIRC	4.50	4.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	3.34	plinto non scoperto
P41	2.70	3.74	25	CIRC	4.50	4.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	12.33	plinto scoperto

à

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

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

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

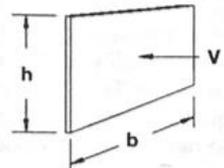
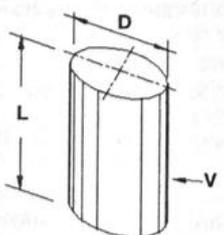
Forme	N.r Reynolds	Dimensioni	Coefficiente $C_n$
	$> 10^3$	$\frac{b}{h} = 1$ 5 10 ∞	1.16 1.20 1.50 1.90
	$10^5$	$\frac{L}{D} = 1$ 2 5 10 20 40 ∞	0.63 0.68 0.74 0.82 0.90 0.98 1.20
	$> 5 \times 10^5$	$\frac{L}{D} = 5$ ∞	0.35 0.34

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

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

velocità dell'acqua	v	<b>1.54</b>	m/sec
densità dell'acqua	ro	<b>1</b>	kN sec <sup>2</sup> /m <sup>4</sup>
altezza di riinterro pila	hri	<b>1.5</b>	m
altezza della pila	hp	<b>10.5</b>	m
altezza idrica Tr 300	h300	<b>1.78</b>	m
scalzamento massimo Tr300	dl	<b>6.68</b>	m
tipologia di sezione		<b>circolare</b>	m
larghezza trasversale pila	b	<b>0</b>	m
larghezza longitudinale pila	d	<b>0</b>	m
raggio della sezione	r	<b>2.25</b>	m
rapporto geometrico	L/D	<b>0.002444</b>	m
viscosità cinematica	mi	<b>0.000894</b>	N s/m <sup>2</sup>
numero di Reynolds	Re	<b>7751678</b>	
coefficiente di forma	Cd	<b>0.35</b>	*
<i>* si utilizzano le formulazioni di Pietrangeli per pile ellittiche</i>			

pressione dell'acqua	p	<b>0.41503</b>	kN/m <sup>2</sup>
forza risultante	Fidro	<b>58.93307</b>	kN
momento alla base pila	Mpila	<b>-77.2982</b>	kN

tabella riassuntiva - Tr300			
	Fusto pila	Fondazioni	Pali
h	3.28	3	2.18
D	2.25	9.6	1.5
L/D	1.458	3.2	1.45333333
Re	3.88E+06	1.65E+07	2.58E+06
forma	smussata	rettangolare	circolare
Cd	0.35	1.18	0.35
p	0.41503	1.399244	0.41503
B	2.25	9.6	4
F	3.06	52.25	3.62
M	5.02	-78.38	-3.94

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m</b>					
	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705009</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>47 di 116</b>

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

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

 <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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705009</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	1090.04	7805.42	5493.14	
A1_SLU_gr2_Scarico_2	14154.6	0	841.19	4477.47	4638.56	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	21067.2	2161.95	727.796	8291.86	3200.11	
A1_SLU_gr4_centrif_4	19582	1729.56	891.678	7485.14	4403.35	
A1_SLU_gr1+vento_5	21067.2	1097.89	1734.08	7805.42	8490.79	
A1_SLU_gr2+vento_6	14154.6	16.9158	1485.23	4477.47	7636.22	
A1_SLU_gr3+vento_7	21067.2	2178.87	1371.84	8291.86	6197.77	
A1_SLU_gr4+vento_8	19582	1746.48	1535.72	7485.14	7401.01	
A1_SLU_vento_gr1_9	19582	892.973	1902.66	7095.98	9371.36	
A1_SLU_vento_gr2_10	14051.9	28.1931	1743.4	4433.63	8705.61	
A1_SLU_vento_gr3_11	19582	1757.75	1612.87	7485.14	7536.94	
A1_SLU_vento_gr4_12	19582	1757.75	1965.08	7485.14	9399.44	
SLE_rar_gr1_Treno_14	14745.2	745.5	688.041	5434.82	3759.7	
SLE_rar_gr2_Scarico_15	9977.88	0	573.625	3139.69	3196.08	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	14745.2	1491	438.215	5770.3	2178.3	
SLE_rar_gr4_centrif_17	13720.9	1192.8	563.528	5213.94	3013.65	
SLE_rar_gr1+vento_18	14745.2	756.777	1117.4	5434.82	5758.14	
SLE_rar_gr2+vento_19	9977.88	11.2772	1002.99	3139.69	5194.52	
SLE_rar_gr3+vento_20	14745.2	1502.28	867.576	5770.3	4176.74	
SLE_rar_gr4+vento_21	13720.9	1204.08	992.889	5213.94	5012.09	
SLE_rar_vento_gr1_22	13720.9	615.195	1246.37	4945.56	6329.64	
SLE_rar_vento_gr2_23	9907.08	18.7954	1173.14	3109.45	5886.98	
SLE_rar_vento_gr3_24	13720.9	1211.6	1046.51	5213.94	5064.52	
SLE_rar_vento_gr4_25	13720.9	1211.6	1279.13	5213.94	6344.38	

SLE_fre_gr1_Treno_27	13720.9	596.4	508.926	4945.56	2989.08
SLE_fre_gr2_Scarico_28	9907.08	0	447.904	3109.45	2551.92
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	13720.9	1192.8	309.065	5213.94	1723.96
SLE_fre_gr4_centrif_30	13720.9	1192.8	536.227	5213.94	3001.37
SLE_fre_gr1+vento_31	13720.9	600.159	652.046	4945.56	3655.23
SLE_fre_gr2+vento_32	9907.08	3.75907	591.024	3109.45	3218.06
SLE_fre_gr3+vento_33	13720.9	1196.56	452.185	5213.94	2390.11
SLE_fre_gr4+vento_34	13720.9	1196.56	679.347	5213.94	3667.51
SLE_fre_vento_gr1_35	9623.88	9.39769	412.365	2988.49	1689.92
SLE_fre_vento_gr2_36	9623.88	9.39769	412.365	2988.49	1689.92
SLE_fre_vento_gr3_37	9623.88	9.39769	412.365	2988.49	1689.92
SLE_fre_vento_gr4_38	9623.88	9.39769	412.365	2988.49	1689.92
SLE_fre_gr1_temp39	9623.88	3.75907	208.598	2988.49	695.611
SLE_fre_gr2_temp40	9623.88	3.75907	208.598	2988.49	695.611
SLE_fre_gr3_temp41	9623.88	3.75907	208.598	2988.49	695.611
SLE_fre_gr3_temp42	9623.88	3.75907	208.598	2988.49	695.611
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	3.75907	197.685	2988.49	690.7
SLE_qp_gr2+vento_49	9623.88	3.75907	197.685	2988.49	690.7
SLE_qp_gr3+vento_50	9623.88	3.75907	197.685	2988.49	690.7
SLE_qp_gr4+vento_51	9623.88	3.75907	197.685	2988.49	690.7
SLE_qp_vento_gr1_52	9623.88	3.75907	197.685	2988.49	690.7
SLE_qp_vento_gr2_53	9623.88	3.75907	197.685	2988.49	690.7
SLE_qp_vento_gr3_54	9623.88	3.75907	197.685	2988.49	690.7
SLE_qp_vento_gr4_55	9623.88	3.75907	197.685	2988.49	690.7
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	10084.3	2399.55	736.302	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	10084.3	722.496	1993.08	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	11158.6	722.496	736.302	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	10084.3	2639.13	790.164	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	10084.3	794.37	2172.61	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	11158.6	794.37	790.164	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	10084.3	3596.88	1000.92	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	10084.3	1081.7	2875.13	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	11158.6	1081.7	1000.92	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	9777.35	1342.26	499.644	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	9777.35	405.309	1204.22	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	10135.5	405.309	499.644	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	33580.9	1080.98	1090.04	29208.7	27076
A1_SLU_gr2_Scarico_2	26668.3	0	841.19	4477.47	21294.1
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	33580.9	2161.95	727.796	51098.5	17610.5
A1_SLU_gr4_centrif_4	32095.7	1729.56	891.678	41730.4	22058.6
A1_SLU_gr1+vento_5	33580.9	1097.89	1734.08	29543.7	42825.7
A1_SLU_gr2+vento_6	26668.3	16.9158	1485.23	4812.41	37043.8
A1_SLU_gr3+vento_7	33580.9	2178.87	1371.84	51433.4	33360.1
A1_SLU_gr4+vento_8	32095.7	1746.48	1535.72	42065.4	37808.2
A1_SLU_vento_gr1_9	32095.7	892.973	1902.66	24776.9	47044.1
A1_SLU_vento_gr2_10	26565.6	28.1931	1743.4	4991.85	43224.9
A1_SLU_vento_gr3_11	32095.7	1757.75	1612.87	42288.6	39471.7
A1_SLU_vento_gr4_12	32095.7	1757.75	1965.08	42288.6	48308
SLE_rar_gr1_Treno_14	24014.6	745.5	688.041	20195.7	17382.9
SLE_rar_gr2_Scarico_15	19247.3	0	573.625	3139.69	14553.9
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	24014.6	1491	438.215	35292.1	10855
SLE_rar_gr4_centrif_17	22990.3	1192.8	563.528	28831.4	14171.5
SLE_rar_gr1+vento_18	24014.6	756.777	1117.4	20419	27882.7
SLE_rar_gr2+vento_19	19247.3	11.2772	1002.99	3362.98	25053.6
SLE_rar_gr3+vento_20	24014.6	1502.28	867.576	35515.4	21354.7
SLE_rar_gr4+vento_21	22990.3	1204.08	992.889	29054.7	24671.3
SLE_rar_vento_gr1_22	22990.3	615.195	1246.37	17126.4	31007.7
SLE_rar_vento_gr2_23	19176.5	18.7954	1173.14	3481.59	29115.2
SLE_rar_vento_gr3_24	22990.3	1211.6	1046.51	29203.5	25785.4
SLE_rar_vento_gr4_25	22990.3	1211.6	1279.13	29203.5	31671.1
SLE_fre_gr1_Treno_27	22990.3	596.4	508.926	16754.3	13065.8
SLE_fre_gr2_Scarico_28	19176.5	0	447.904	3109.45	11420.4
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	22990.3	1192.8	309.065	28831.4	7843.46
SLE_fre_gr4_centrif_30	22990.3	1192.8	536.227	28831.4	13618.7
SLE_fre_gr1+vento_31	22990.3	600.159	652.046	16828.7	16565.7
SLE_fre_gr2+vento_32	19176.5	3.75907	591.024	3183.88	14920.3
SLE_fre_gr3+vento_33	22990.3	1196.56	452.185	28905.8	11343.4
SLE_fre_gr4+vento_34	22990.3	1196.56	679.347	28905.8	17118.6
SLE_fre_vento_gr1_35	18893.3	9.39769	412.365	3174.56	9854.76

SLE_fre_vento_gr2_36	18893.3	9.39769	412.365	3174.56	9854.76
SLE_fre_vento_gr3_37	18893.3	9.39769	412.365	3174.56	9854.76
SLE_fre_vento_gr4_38	18893.3	9.39769	412.365	3174.56	9854.76
SLE_fre_gr1_temp39	18893.3	3.75907	208.598	3062.92	4825.86
SLE_fre_gr2_temp40	18893.3	3.75907	208.598	3062.92	4825.86
SLE_fre_gr3_temp41	18893.3	3.75907	208.598	3062.92	4825.86
SLE_fre_gr3_temp42	18893.3	3.75907	208.598	3062.92	4825.86
SLE_qp_gr1_Treno_44	18893.3	0	54.5651	2988.49	1104.94
SLE_qp_gr2_Scarico_45	18893.3	0	54.5651	2988.49	1104.94
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	18893.3	0	54.5651	2988.49	1104.94
SLE_qp_gr4_centrif_47	18893.3	0	54.5651	2988.49	1104.94
SLE_qp_gr1+vento_48	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87
SLE_qp_gr2+vento_49	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87
SLE_qp_gr3+vento_50	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87
SLE_qp_gr4+vento_51	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87
SLE_qp_vento_gr1_52	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87
SLE_qp_vento_gr2_53	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87
SLE_qp_vento_gr3_54	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87
SLE_qp_vento_gr4_55	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87
SLE_qp_gr1_temp56	18893.3	0	54.5651	2988.49	1104.94
SLE_qp_gr2_temp57	18893.3	0	54.5651	2988.49	1104.94
SLE_qp_gr3_temp58	18893.3	0	54.5651	2988.49	1104.94
SLE_qp_gr3_temp59	18893.3	0	54.5651	2988.49	1104.94
E_103x_SLV_q=1.5_60	19353.7	2399.55	736.302	48546.7	12239.5
E_103y_SLV_q=1.5_61	19353.7	722.496	1993.08	16656	39186.6
E_103z_SLV_q=1.5_62	20428	722.496	736.302	16656	12239.5
E_103x_SLV_q=1.36_63	19353.7	2639.13	790.164	53102.5	13394.4
E_103y_SLV_q=1.36_64	19353.7	794.37	2172.61	18022.7	43036.2
E_103z_SLV_q=1.36_65	20428	794.37	790.164	18022.7	13394.4
E_103x_SLV_q=1_66	19353.7	3596.88	1000.92	71358.6	17931.8
E_103y_SLV_q=1_67	19353.7	1081.7	2875.13	23499.5	58161.1
E_103z_SLV_q=1_68	20428	1081.7	1000.92	23499.5	17931.8
E_103x_SLD_q=1_69	19046.8	1342.26	499.644	28327.7	7089.44
E_103y_SLD_q=1_70	19046.8	405.309	1204.22	10590.3	22019.8
E_103z_SLD_q=1_71	19404.9	405.309	499.644	10590.3	7089.44

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	60634.5	1080.98	1090.04	32451.7	30346.1
A1_SLU_gr2_Scarico_2	53721.9	0	841.19	4477.47	23817.7
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	60634.5	2161.95	727.796	57584.3	19793.9
A1_SLU_gr4_centrif_4	59149.3	1729.56	891.678	46919.1	24733.6
A1_SLU_gr1+vento_5	60634.5	1097.89	1734.08	32837.3	48027.9
A1_SLU_gr2+vento_6	53721.9	16.9158	1485.23	4863.15	41499.5
A1_SLU_gr3+vento_7	60634.5	2178.87	1371.84	57970	37475.7
A1_SLU_gr4+vento_8	59149.3	1746.48	1535.72	47304.8	42415.4
A1_SLU_vento_gr1_9	59149.3	892.973	1902.66	27455.8	52752.1
A1_SLU_vento_gr2_10	53619.2	28.1931	1743.4	5076.43	48455.1
A1_SLU_vento_gr3_11	59149.3	1757.75	1612.87	47561.9	44310.3
A1_SLU_vento_gr4_12	59149.3	1757.75	1965.08	47561.9	54203.3
SLE_rar_gr1_Treno_14	44054.3	745.5	688.041	22432.2	19447
SLE_rar_gr2_Scarico_15	39287	0	573.625	3139.69	16274.7
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	44054.3	1491	438.215	39765.1	12169.6
SLE_rar_gr4_centrif_17	43030.1	1192.8	563.528	32409.8	15862.1
SLE_rar_gr1+vento_18	44054.3	756.777	1117.4	22689.3	31234.9
SLE_rar_gr2+vento_19	39287	11.2772	1002.99	3396.81	28062.6
SLE_rar_gr3+vento_20	44054.3	1502.28	867.576	40022.2	23957.5
SLE_rar_gr4+vento_21	43030.1	1204.08	992.889	32666.9	27650
SLE_rar_vento_gr1_22	43030.1	615.195	1246.37	18972	34746.8
SLE_rar_vento_gr2_23	39216.2	18.7954	1173.14	3537.98	32634.6
SLE_rar_vento_gr3_24	43030.1	1211.6	1046.51	32838.3	28924.9
SLE_rar_vento_gr4_25	43030.1	1211.6	1279.13	32838.3	35508.5
SLE_fre_gr1_Treno_27	43030.1	596.4	508.926	18543.5	14592.6
SLE_fre_gr2_Scarico_28	39216.2	0	447.904	3109.45	12764.1
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	43030.1	1192.8	309.065	32409.8	8770.65
SLE_fre_gr4_centrif_30	43030.1	1192.8	536.227	32409.8	15227.3
SLE_fre_gr1+vento_31	43030.1	600.159	652.046	18629.2	18521.9
SLE_fre_gr2+vento_32	39216.2	3.75907	591.024	3195.15	16693.4
SLE_fre_gr3+vento_33	43030.1	1196.56	452.185	32495.5	12699.9
SLE_fre_gr4+vento_34	43030.1	1196.56	679.347	32495.5	19156.6
SLE_fre_vento_gr1_35	38933	9.39769	412.365	3202.75	11091.9
SLE_fre_vento_gr2_36	38933	9.39769	412.365	3202.75	11091.9

SLE_fre_vento_gr3_37	38933	9.39769	412.365	3202.75	11091.9
SLE_fre_vento_gr4_38	38933	9.39769	412.365	3202.75	11091.9
SLE_fre_gr1_temp39	38933	3.75907	208.598	3074.19	5451.65
SLE_fre_gr2_temp40	38933	3.75907	208.598	3074.19	5451.65
SLE_fre_gr3_temp41	38933	3.75907	208.598	3074.19	5451.65
SLE_fre_gr3_temp42	38933	3.75907	208.598	3074.19	5451.65
SLE_qp_gr1_Treno_44	38933	0	54.5651	2988.49	1268.64
SLE_qp_gr2_Scarico_45	38933	0	54.5651	2988.49	1268.64
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	38933	0	54.5651	2988.49	1268.64
SLE_qp_gr4_centrif_47	38933	0	54.5651	2988.49	1268.64
SLE_qp_gr1+vento_48	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92
SLE_qp_gr2+vento_49	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92
SLE_qp_gr3+vento_50	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92
SLE_qp_gr4+vento_51	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92
SLE_qp_vento_gr1_52	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92
SLE_qp_vento_gr2_53	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92
SLE_qp_vento_gr3_54	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92
SLE_qp_vento_gr4_55	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92
SLE_qp_gr1_temp56	38933	0	54.5651	2988.49	1268.64
SLE_qp_gr2_temp57	38933	0	54.5651	2988.49	1268.64
SLE_qp_gr3_temp58	38933	0	54.5651	2988.49	1268.64
SLE_qp_gr3_temp59	38933	0	54.5651	2988.49	1268.64
E_103x_SLV_q=1.5_60	39629.6	4506.87	1368.5	62067.3	16345
E_103y_SLV_q=1.5_61	39629.6	2829.82	2625.27	25145.4	47062.5
E_103z_SLV_q=1.5_62	41254.9	2829.82	1368.5	25145.4	16345
E_103x_SLV_q=1.36_63	39629.6	4746.45	1422.36	67341.9	17661.4
E_103y_SLV_q=1.36_64	39629.6	2901.69	2804.81	26727.8	51450.7
E_103z_SLV_q=1.36_65	41254.9	2901.69	1422.36	26727.8	17661.4
E_103x_SLV_q=1_66	39629.6	5704.2	1633.11	88471.2	22831.2
E_103y_SLV_q=1_67	39629.6	3189.02	3507.32	33066.6	68683.1
E_103z_SLV_q=1_68	41254.9	3189.02	1633.11	33066.6	22831.2
E_103x_SLD_q=1_69	39169.6	2393.02	814.873	35506.8	9534.06
E_103y_SLD_q=1_70	39169.6	1456.07	1519.44	14958.5	26578.2
E_103z_SLD_q=1_71	39721.8	1456.07	814.873	14958.5	9534.06

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	1021.4	11367.8	5271.59
A1_SLU_gr2_Scarico_73	14154.6	0	841.19	4477.47	4638.56
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	19160.5	2161.95	659.158	11854.2	2978.56
A1_SLU_gr4_centrif_75	18056.7	1729.56	836.767	10335	4226.11
A1_SLU_gr1+vento_76	19160.5	1097.89	1665.45	11367.8	8269.24
A1_SLU_gr2+vento_77	14154.6	16.9158	1485.23	4477.47	7636.22
A1_SLU_gr3+vento_78	19160.5	2178.87	1303.2	11854.2	5976.22
A1_SLU_gr4+vento_79	18056.7	1746.48	1480.81	10335	7223.76
A1_SLU_vento_gr1_80	18056.7	892.973	1858.73	9945.88	9199.06
A1_SLU_vento_gr2_81	14051.9	28.1931	1743.4	4433.63	8705.61
A1_SLU_vento_gr3_82	18056.7	1757.75	1568.94	10335	7364.64
A1_SLU_vento_gr4_83	18056.7	1757.75	1910.17	10335	9222.2
SLE_rar_gr1_Treno_85	13430.3	745.5	656.483	7891.63	3614.01
SLE_rar_gr2_Scarico_86	9977.88	0	573.625	3139.69	3196.08
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	13430.3	1491	406.657	8227.1	2032.61
SLE_rar_gr4_centrif_88	12669	1192.8	538.282	7179.38	2897.1
SLE_rar_gr1+vento_89	13430.3	756.777	1085.84	7891.63	5612.44
SLE_rar_gr2+vento_90	9977.88	11.2772	1002.99	3139.69	5194.52
SLE_rar_gr3+vento_91	13430.3	1502.28	836.018	8227.1	4031.05
SLE_rar_gr4+vento_92	12669	1204.08	967.642	7179.38	4895.54
SLE_rar_vento_gr1_93	12669	615.195	1226.17	6911	6215.36
SLE_rar_vento_gr2_94	9907.08	18.7954	1173.14	3109.45	5886.98
SLE_rar_vento_gr3_95	12669	1211.6	1026.31	7179.38	4950.24
SLE_rar_vento_gr4_96	12669	1211.6	1253.88	7179.38	6227.83
SLE_fre_gr1_Treno_98	12669	596.4	492.095	6911	2876.31
SLE_fre_gr2_Scarico_99	9907.08	0	447.904	3109.45	2551.92
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	12669	1192.8	292.234	7179.38	1611.2
SLE_fre_gr4_centrif_101	12669	1192.8	515.188	7179.38	2886.71
SLE_fre_gr1+vento_102	12669	600.159	635.215	6911	3542.46
SLE_fre_gr2+vento_103	9907.08	3.75907	591.024	3109.45	3218.06
SLE_fre_gr3+vento_104	12669	1196.56	435.354	7179.38	2277.34
SLE_fre_gr4+vento_105	12669	1196.56	658.308	7179.38	3552.85

SLE_fre_vento_gr1_106	9623.88	9.39769	412.365	2988.49	1689.92
SLE_fre_vento_gr2_107	9623.88	9.39769	412.365	2988.49	1689.92
SLE_fre_vento_gr3_108	9623.88	9.39769	412.365	2988.49	1689.92
SLE_fre_vento_gr4_109	9623.88	9.39769	412.365	2988.49	1689.92
SLE_fre_gr1_temp110	9623.88	3.75907	208.598	2988.49	695.611
SLE_fre_gr2_temp111	9623.88	3.75907	208.598	2988.49	695.611
SLE_fre_gr3_temp112	9623.88	3.75907	208.598	2988.49	695.611
SLE_fre_gr3_temp113	9623.88	3.75907	208.598	2988.49	695.611
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	3.75907	197.685	2988.49	690.7
SLE_qp_gr2+vento_120	9623.88	3.75907	197.685	2988.49	690.7
SLE_qp_gr3+vento_121	9623.88	3.75907	197.685	2988.49	690.7
SLE_qp_gr4+vento_122	9623.88	3.75907	197.685	2988.49	690.7
SLE_qp_vento_gr1_123	9623.88	3.75907	197.685	2988.49	690.7
SLE_qp_vento_gr2_124	9623.88	3.75907	197.685	2988.49	690.7
SLE_qp_vento_gr3_125	9623.88	3.75907	197.685	2988.49	690.7
SLE_qp_vento_gr4_126	9623.88	3.75907	197.685	2988.49	690.7
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	10084.3	2399.55	736.302	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	10084.3	722.496	1993.08	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	11158.6	722.496	736.302	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	10084.3	2639.13	790.164	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	10084.3	794.37	2172.61	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	11158.6	794.37	790.164	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	10084.3	3596.88	1000.92	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	10084.3	1081.7	2875.13	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	11158.6	1081.7	1000.92	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	9815.81	2521.39	683.507	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	9815.81	759.049	1817.09	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	10263.7	759.049	683.507	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	31674.2	1080.98	1021.4	32771.1	25495.4
A1_SLU_gr2_Scarico_73	26668.3	0	841.19	4477.47	21294.1
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	31674.2	2161.95	659.158	54660.8	16029.9
A1_SLU_gr4_centrif_75	30570.4	1729.56	836.767	44580.3	20794.1
A1_SLU_gr1+vento_76	31674.2	1097.89	1665.45	33106	41245.1
A1_SLU_gr2+vento_77	26668.3	16.9158	1485.23	4812.41	37043.8
A1_SLU_gr3+vento_78	31674.2	2178.87	1303.2	54995.8	31779.5
A1_SLU_gr4+vento_79	30570.4	1746.48	1480.81	44915.3	36543.8
A1_SLU_vento_gr1_80	30570.4	892.973	1858.73	27626.7	46002
A1_SLU_vento_gr2_81	26565.6	28.1931	1743.4	4991.85	43224.9
A1_SLU_vento_gr3_82	30570.4	1757.75	1568.94	45138.5	38429.6
A1_SLU_vento_gr4_83	30570.4	1757.75	1910.17	45138.5	47043.5
SLE_rar_gr1_Treno_85	22699.7	745.5	656.483	22652.5	16612.4
SLE_rar_gr2_Scarico_86	19247.3	0	573.625	3139.69	14553.9
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	22699.7	1491	406.657	37748.9	10084.4
SLE_rar_gr4_centrif_88	21938.4	1192.8	538.282	30796.8	13555.1
SLE_rar_gr1+vento_89	22699.7	756.777	1085.84	22875.8	27112.1
SLE_rar_gr2+vento_90	19247.3	11.2772	1002.99	3362.98	25053.6
SLE_rar_gr3+vento_91	22699.7	1502.28	836.018	37972.2	20584.2
SLE_rar_gr4+vento_92	21938.4	1204.08	967.642	31020.1	24054.9
SLE_rar_vento_gr1_93	21938.4	615.195	1226.17	19091.9	30493.5
SLE_rar_vento_gr2_94	19176.5	18.7954	1173.14	3481.59	29115.2
SLE_rar_vento_gr3_95	21938.4	1211.6	1026.31	31169	25271.2
SLE_rar_vento_gr4_96	21938.4	1211.6	1253.88	31169	31054.7
SLE_fre_gr1_Treno_98	21938.4	596.4	492.095	18719.7	12619.8
SLE_fre_gr2_Scarico_99	19176.5	0	447.904	3109.45	11420.4
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	21938.4	1192.8	292.234	30796.8	7397.44
SLE_fre_gr4_centrif_101	21938.4	1192.8	515.188	30796.8	13087.4
SLE_fre_gr1+vento_102	21938.4	600.159	635.215	18794.1	16119.7
SLE_fre_gr2+vento_103	19176.5	3.75907	591.024	3183.88	14920.3
SLE_fre_gr3+vento_104	21938.4	1196.56	435.354	30871.2	10897.4
SLE_fre_gr4+vento_105	21938.4	1196.56	658.308	30871.2	16587.4
SLE_fre_vento_gr1_106	18893.3	9.39769	412.365	3174.56	9854.76

SLE_fre_vento_gr2_107	18893.3	9.39769	412.365	3174.56	9854.76
SLE_fre_vento_gr3_108	18893.3	9.39769	412.365	3174.56	9854.76
SLE_fre_vento_gr4_109	18893.3	9.39769	412.365	3174.56	9854.76
SLE_fre_gr1_temp110	18893.3	3.75907	208.598	3062.92	4825.86
SLE_fre_gr2_temp111	18893.3	3.75907	208.598	3062.92	4825.86
SLE_fre_gr3_temp112	18893.3	3.75907	208.598	3062.92	4825.86
SLE_fre_gr3_temp113	18893.3	3.75907	208.598	3062.92	4825.86
SLE_qp_gr1_Treno_115	18893.3	0	54.5651	2988.49	1104.94
SLE_qp_gr2_Scarico_116	18893.3	0	54.5651	2988.49	1104.94
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	18893.3	0	54.5651	2988.49	1104.94
SLE_qp_gr4_centrif_118	18893.3	0	54.5651	2988.49	1104.94
SLE_qp_gr1+vento_119	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87
SLE_qp_gr2+vento_120	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87
SLE_qp_gr3+vento_121	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87
SLE_qp_gr4+vento_122	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87
SLE_qp_vento_gr1_123	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87
SLE_qp_vento_gr2_124	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87
SLE_qp_vento_gr3_125	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87
SLE_qp_vento_gr4_126	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87
SLE_qp_gr1_temp127	18893.3	0	54.5651	2988.49	1104.94
SLE_qp_gr2_temp128	18893.3	0	54.5651	2988.49	1104.94
SLE_qp_gr3_temp129	18893.3	0	54.5651	2988.49	1104.94
SLE_qp_gr3_temp130	18893.3	0	54.5651	2988.49	1104.94
E_103x_SLV_q=1.5_131	19353.7	2399.55	736.302	48546.7	12239.5
E_103y_SLV_q=1.5_132	19353.7	722.496	1993.08	16656	39186.6
E_103z_SLV_q=1.5_133	20428	722.496	736.302	16656	12239.5
E_103x_SLV_q=1.36_134	19353.7	2639.13	790.164	53102.5	13394.4
E_103y_SLV_q=1.36_135	19353.7	794.37	2172.61	18022.7	43036.2
E_103z_SLV_q=1.36_136	20428	794.37	790.164	18022.7	13394.4
E_103x_SLV_q=1_137	19353.7	3596.88	1000.92	71358.6	17931.8
E_103y_SLV_q=1_138	19353.7	1081.7	2875.13	23499.5	58161.1
E_103z_SLV_q=1_139	20428	1081.7	1000.92	23499.5	17931.8
E_103x_SLD_q=1_140	19085.2	2521.39	683.507	54176.6	12128.8
E_103y_SLD_q=1_141	19085.2	759.049	1817.09	18344.9	38817.8
E_103z_SLD_q=1_142	19533.1	759.049	683.507	18344.9	12128.8

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	58727.9	1080.98	1021.4	36014	28559.6
A1_SLU_gr2_Scarico_73	53721.9	0	841.19	4477.47	23817.7
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	58727.9	2161.95	659.158	61146.7	18007.4
A1_SLU_gr4_centrif_75	57624	1729.56	836.767	49769	23304.4
A1_SLU_gr1+vento_76	58727.9	1097.89	1665.45	36399.7	46241.4
A1_SLU_gr2+vento_77	53721.9	16.9158	1485.23	4863.15	41499.5
A1_SLU_gr3+vento_78	58727.9	2178.87	1303.2	61532.4	35689.1
A1_SLU_gr4+vento_79	57624	1746.48	1480.81	50154.7	40986.2
A1_SLU_vento_gr1_80	57624	892.973	1858.73	30305.7	51578.2
A1_SLU_vento_gr2_81	53619.2	28.1931	1743.4	5076.43	48455.1
A1_SLU_vento_gr3_82	57624	1757.75	1568.94	50411.8	43136.4
A1_SLU_vento_gr4_83	57624	1757.75	1910.17	50411.8	52774
SLE_rar_gr1_Treno_85	42739.4	745.5	656.483	24889	18581.8
SLE_rar_gr2_Scarico_86	39287	0	573.625	3139.69	16274.7
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	42739.4	1491	406.657	42221.9	11304.4
SLE_rar_gr4_centrif_88	41978.1	1192.8	538.282	34375.2	15169.9
SLE_rar_gr1+vento_89	42739.4	756.777	1085.84	25146.1	30369.7
SLE_rar_gr2+vento_90	39287	11.2772	1002.99	3396.81	28062.6
SLE_rar_gr3+vento_91	42739.4	1502.28	836.018	42479	23092.2
SLE_rar_gr4+vento_92	41978.1	1204.08	967.642	34632.3	26957.8
SLE_rar_vento_gr1_93	41978.1	615.195	1226.17	20937.5	34172
SLE_rar_vento_gr2_94	39216.2	18.7954	1173.14	3537.98	32634.6
SLE_rar_vento_gr3_95	41978.1	1211.6	1026.31	34803.8	28350.1
SLE_rar_vento_gr4_96	41978.1	1211.6	1253.88	34803.8	34816.3
SLE_fre_gr1_Treno_98	41978.1	596.4	492.095	20508.9	14096.1
SLE_fre_gr2_Scarico_99	39216.2	0	447.904	3109.45	12764.1
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	41978.1	1192.8	292.234	34375.2	8274.14
SLE_fre_gr4_centrif_101	41978.1	1192.8	515.188	34375.2	14633
SLE_fre_gr1+vento_102	41978.1	600.159	635.215	20594.6	18025.4
SLE_fre_gr2+vento_103	39216.2	3.75907	591.024	3195.15	16693.4
SLE_fre_gr3+vento_104	41978.1	1196.56	435.354	34460.9	12203.4
SLE_fre_gr4+vento_105	41978.1	1196.56	658.308	34460.9	18562.3
SLE_fre_vento_gr1_106	38933	9.39769	412.365	3202.75	11091.9

SLE_fre_vento_gr2_107	38933	9.39769	412.365	3202.75	11091.9
SLE_fre_vento_gr3_108	38933	9.39769	412.365	3202.75	11091.9
SLE_fre_vento_gr4_109	38933	9.39769	412.365	3202.75	11091.9
SLE_fre_gr1_temp110	38933	3.75907	208.598	3074.19	5451.65
SLE_fre_gr2_temp111	38933	3.75907	208.598	3074.19	5451.65
SLE_fre_gr3_temp112	38933	3.75907	208.598	3074.19	5451.65
SLE_fre_gr3_temp113	38933	3.75907	208.598	3074.19	5451.65
SLE_qp_gr1_Treno_115	38933	0	54.5651	2988.49	1268.64
SLE_qp_gr2_Scarico_116	38933	0	54.5651	2988.49	1268.64
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	38933	0	54.5651	2988.49	1268.64
SLE_qp_gr4_centrif_118	38933	0	54.5651	2988.49	1268.64
SLE_qp_gr1+vento_119	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92
SLE_qp_gr2+vento_120	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92
SLE_qp_gr3+vento_121	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92
SLE_qp_gr4+vento_122	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92
SLE_qp_vento_gr1_123	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92
SLE_qp_vento_gr2_124	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92
SLE_qp_vento_gr3_125	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92
SLE_qp_vento_gr4_126	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92
SLE_qp_gr1_temp127	38933	0	54.5651	2988.49	1268.64
SLE_qp_gr2_temp128	38933	0	54.5651	2988.49	1268.64
SLE_qp_gr3_temp129	38933	0	54.5651	2988.49	1268.64
SLE_qp_gr3_temp130	38933	0	54.5651	2988.49	1268.64
E_103x_SLV_q=1.5_131	39629.6	4506.87	1368.5	62067.3	16345
E_103y_SLV_q=1.5_132	39629.6	2829.82	2625.27	25145.4	47062.5
E_103z_SLV_q=1.5_133	41254.9	2829.82	1368.5	25145.4	16345
E_103x_SLV_q=1.36_134	39629.6	4746.45	1422.36	67341.9	17661.4
E_103y_SLV_q=1.36_135	39629.6	2901.69	2804.81	26727.8	51450.7
E_103z_SLV_q=1.36_136	41254.9	2901.69	1422.36	26727.8	17661.4
E_103x_SLV_q=1_137	39629.6	5704.2	1633.11	88471.2	22831.2
E_103y_SLV_q=1_138	39629.6	3189.02	3507.32	33066.6	68683.1
E_103z_SLV_q=1_139	41254.9	3189.02	1633.11	33066.6	22831.2
E_103x_SLD_q=1_140	39208.1	3572.16	998.735	64893.1	15125
E_103y_SLD_q=1_141	39208.1	1809.81	2132.32	23774.4	45214.7
E_103z_SLD_q=1_142	39850	1809.81	998.735	23774.4	15125

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	1090.04	7805.42	5493.14
A1_SLU_gr2_Scarico_144	14154.6	0	841.19	4477.47	4638.56
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	21067.2	2161.95	727.796	8291.86	3200.11
A1_SLU_gr4_centrif_146	19582	1729.56	891.678	7485.14	4403.35
A1_SLU_gr1+vento_147	21067.2	1097.89	1734.08	7805.42	8490.79
A1_SLU_gr2+vento_148	14154.6	16.9158	1485.23	4477.47	7636.22
A1_SLU_gr3+vento_149	21067.2	2178.87	1371.84	8291.86	6197.77
A1_SLU_gr4+vento_150	19582	1746.48	1535.72	7485.14	7401.01
A1_SLU_vento_gr1_151	19582	892.973	1902.66	7095.98	9371.36
A1_SLU_vento_gr2_152	14051.9	28.1931	1743.4	4433.63	8705.61
A1_SLU_vento_gr3_153	19582	1757.75	1612.87	7485.14	7536.94
A1_SLU_vento_gr4_154	19582	1757.75	1965.08	7485.14	9399.44
SLE_rar_gr1_Treno_156	14745.2	745.5	688.041	5434.82	3759.7
SLE_rar_gr2_Scarico_157	9977.88	0	573.625	3139.69	3196.08
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	14745.2	1491	438.215	5770.3	2178.3
SLE_rar_gr4_centrif_159	13720.9	1192.8	563.528	5213.94	3013.65
SLE_rar_gr1+vento_160	14745.2	756.777	1117.4	5434.82	5758.14
SLE_rar_gr2+vento_161	9977.88	11.2772	1002.99	3139.69	5194.52
SLE_rar_gr3+vento_162	14745.2	1502.28	867.576	5770.3	4176.74
SLE_rar_gr4+vento_163	13720.9	1204.08	992.889	5213.94	5012.09
SLE_rar_vento_gr1_164	13720.9	615.195	1246.37	4945.56	6329.64
SLE_rar_vento_gr2_165	9907.08	18.7954	1173.14	3109.45	5886.98
SLE_rar_vento_gr3_166	13720.9	1211.6	1046.51	5213.94	5064.52
SLE_rar_vento_gr4_167	13720.9	1211.6	1279.13	5213.94	6344.38
SLE_fre_gr1_Treno_169	13720.9	596.4	508.926	4945.56	2989.08
SLE_fre_gr2_Scarico_170	9907.08	0	447.904	3109.45	2551.92
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	13720.9	1192.8	309.065	5213.94	1723.96
SLE_fre_gr4_centrif_172	13720.9	1192.8	536.227	5213.94	3001.37
SLE_fre_gr1+vento_173	13720.9	600.159	652.046	4945.56	3655.23
SLE_fre_gr2+vento_174	9907.08	3.75907	591.024	3109.45	3218.06
SLE_fre_gr3+vento_175	13720.9	1196.56	452.185	5213.94	2390.11
SLE_fre_gr4+vento_176	13720.9	1196.56	679.347	5213.94	3667.51
SLE_fre_vento_gr1_177	9623.88	9.39769	412.365	2988.49	1689.92

SLE_fre_vento_gr2_178	9623.88	9.39769	412.365	2988.49	1689.92
SLE_fre_vento_gr3_179	9623.88	9.39769	412.365	2988.49	1689.92
SLE_fre_vento_gr4_180	9623.88	9.39769	412.365	2988.49	1689.92
SLE_fre_gr1_temp181	9623.88	3.75907	208.598	2988.49	695.611
SLE_fre_gr2_temp182	9623.88	3.75907	208.598	2988.49	695.611
SLE_fre_gr3_temp183	9623.88	3.75907	208.598	2988.49	695.611
SLE_fre_gr3_temp184	9623.88	3.75907	208.598	2988.49	695.611
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	3.75907	197.685	2988.49	690.7
SLE_qp_gr2+vento_191	9623.88	3.75907	197.685	2988.49	690.7
SLE_qp_gr3+vento_192	9623.88	3.75907	197.685	2988.49	690.7
SLE_qp_gr4+vento_193	9623.88	3.75907	197.685	2988.49	690.7
SLE_qp_vento_gr1_194	9623.88	3.75907	197.685	2988.49	690.7
SLE_qp_vento_gr2_195	9623.88	3.75907	197.685	2988.49	690.7
SLE_qp_vento_gr3_196	9623.88	3.75907	197.685	2988.49	690.7
SLE_qp_vento_gr4_197	9623.88	3.75907	197.685	2988.49	690.7
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	10084.3	2399.55	736.302	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	10084.3	722.496	1993.08	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	11158.6	722.496	736.302	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	10084.3	2639.13	790.164	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	10084.3	794.37	2172.61	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	11158.6	794.37	790.164	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	10084.3	3596.88	1000.92	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	10084.3	1081.7	2875.13	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	11158.6	1081.7	1000.92	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	9815.81	2521.39	683.507	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	9815.81	759.049	1817.09	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	10263.7	759.049	683.507	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	33580.9	1080.98	1090.04	29208.7	27076
A1_SLU_gr2_Scarico_144	26668.3	0	841.19	4477.47	21294.1
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	33580.9	2161.95	727.796	51098.5	17610.5
A1_SLU_gr4_centrif_146	32095.7	1729.56	891.678	41730.4	22058.6
A1_SLU_gr1+vento_147	33580.9	1097.89	1734.08	29543.7	42825.7
A1_SLU_gr2+vento_148	26668.3	16.9158	1485.23	4812.41	37043.8
A1_SLU_gr3+vento_149	33580.9	2178.87	1371.84	51433.4	33360.1
A1_SLU_gr4+vento_150	32095.7	1746.48	1535.72	42065.4	37808.2
A1_SLU_vento_gr1_151	32095.7	892.973	1902.66	24776.9	47044.1
A1_SLU_vento_gr2_152	26565.6	28.1931	1743.4	4991.85	43224.9
A1_SLU_vento_gr3_153	32095.7	1757.75	1612.87	42288.6	39471.7
A1_SLU_vento_gr4_154	32095.7	1757.75	1965.08	42288.6	48308
SLE_rar_gr1_Treno_156	24014.6	745.5	688.041	20195.7	17382.9
SLE_rar_gr2_Scarico_157	19247.3	0	573.625	3139.69	14553.9
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	24014.6	1491	438.215	35292.1	10855
SLE_rar_gr4_centrif_159	22990.3	1192.8	563.528	28831.4	14171.5
SLE_rar_gr1+vento_160	24014.6	756.777	1117.4	20419	27882.7
SLE_rar_gr2+vento_161	19247.3	11.2772	1002.99	3362.98	25053.6
SLE_rar_gr3+vento_162	24014.6	1502.28	867.576	35515.4	21354.7
SLE_rar_gr4+vento_163	22990.3	1204.08	992.889	29054.7	24671.3
SLE_rar_vento_gr1_164	22990.3	615.195	1246.37	17126.4	31007.7
SLE_rar_vento_gr2_165	19176.5	18.7954	1173.14	3481.59	29115.2
SLE_rar_vento_gr3_166	22990.3	1211.6	1046.51	29203.5	25785.4
SLE_rar_vento_gr4_167	22990.3	1211.6	1279.13	29203.5	31671.1
SLE_fre_gr1_Treno_169	22990.3	596.4	508.926	16754.3	13065.8
SLE_fre_gr2_Scarico_170	19176.5	0	447.904	3109.45	11420.4
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	22990.3	1192.8	309.065	28831.4	7843.46
SLE_fre_gr4_centrif_172	22990.3	1192.8	536.227	28831.4	13618.7
SLE_fre_gr1+vento_173	22990.3	600.159	652.046	16828.7	16565.7
SLE_fre_gr2+vento_174	19176.5	3.75907	591.024	3183.88	14920.3
SLE_fre_gr3+vento_175	22990.3	1196.56	452.185	28905.8	11343.4
SLE_fre_gr4+vento_176	22990.3	1196.56	679.347	28905.8	17118.6
SLE_fre_vento_gr1_177	18893.3	9.39769	412.365	3174.56	9854.76

SLE_fre_vento_gr2_178	18893.3	9.39769	412.365	3174.56	9854.76
SLE_fre_vento_gr3_179	18893.3	9.39769	412.365	3174.56	9854.76
SLE_fre_vento_gr4_180	18893.3	9.39769	412.365	3174.56	9854.76
SLE_fre_gr1_temp181	18893.3	3.75907	208.598	3062.92	4825.86
SLE_fre_gr2_temp182	18893.3	3.75907	208.598	3062.92	4825.86
SLE_fre_gr3_temp183	18893.3	3.75907	208.598	3062.92	4825.86
SLE_fre_gr3_temp184	18893.3	3.75907	208.598	3062.92	4825.86
SLE_qp_gr1_Treno_186	18893.3	0	54.5651	2988.49	1104.94
SLE_qp_gr2_Scarico_187	18893.3	0	54.5651	2988.49	1104.94
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	18893.3	0	54.5651	2988.49	1104.94
SLE_qp_gr4_centrif_189	18893.3	0	54.5651	2988.49	1104.94
SLE_qp_gr1+vento_190	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87
SLE_qp_gr2+vento_191	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87
SLE_qp_gr3+vento_192	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87
SLE_qp_gr4+vento_193	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87
SLE_qp_vento_gr1_194	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87
SLE_qp_vento_gr2_195	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87
SLE_qp_vento_gr3_196	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87
SLE_qp_vento_gr4_197	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87
SLE_qp_gr1_temp198	18893.3	0	54.5651	2988.49	1104.94
SLE_qp_gr2_temp199	18893.3	0	54.5651	2988.49	1104.94
SLE_qp_gr3_temp200	18893.3	0	54.5651	2988.49	1104.94
SLE_qp_gr3_temp201	18893.3	0	54.5651	2988.49	1104.94
E_103x_SLV_q=1.5_202	19353.7	2399.55	736.302	48546.7	12239.5
E_103y_SLV_q=1.5_203	19353.7	722.496	1993.08	16656	39186.6
E_103z_SLV_q=1.5_204	20428	722.496	736.302	16656	12239.5
E_103x_SLV_q=1.36_205	19353.7	2639.13	790.164	53102.5	13394.4
E_103y_SLV_q=1.36_206	19353.7	794.37	2172.61	18022.7	43036.2
E_103z_SLV_q=1.36_207	20428	794.37	790.164	18022.7	13394.4
E_103x_SLV_q=1_208	19353.7	3596.88	1000.92	71358.6	17931.8
E_103y_SLV_q=1_209	19353.7	1081.7	2875.13	23499.5	58161.1
E_103z_SLV_q=1_210	20428	1081.7	1000.92	23499.5	17931.8
E_103x_SLD_q=1_211	19085.2	2521.39	683.507	54176.6	12128.8
E_103y_SLD_q=1_212	19085.2	759.049	1817.09	18344.9	38817.8
E_103z_SLD_q=1_213	19533.1	759.049	683.507	18344.9	12128.8

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	60634.5	1080.98	1090.04	32451.7	30346.1
A1_SLU_gr2_Scarico_144	53721.9	0	841.19	4477.47	23817.7
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	60634.5	2161.95	727.796	57584.3	19793.9
A1_SLU_gr4_centrif_146	59149.3	1729.56	891.678	46919.1	24733.6
A1_SLU_gr1+vento_147	60634.5	1097.89	1734.08	32837.3	48027.9
A1_SLU_gr2+vento_148	53721.9	16.9158	1485.23	4863.15	41499.5
A1_SLU_gr3+vento_149	60634.5	2178.87	1371.84	57970	37475.7
A1_SLU_gr4+vento_150	59149.3	1746.48	1535.72	47304.8	42415.4
A1_SLU_vento_gr1_151	59149.3	892.973	1902.66	27455.8	52752.1
A1_SLU_vento_gr2_152	53619.2	28.1931	1743.4	5076.43	48455.1
A1_SLU_vento_gr3_153	59149.3	1757.75	1612.87	47561.9	44310.3
A1_SLU_vento_gr4_154	59149.3	1757.75	1965.08	47561.9	54203.3
SLE_rar_gr1_Treno_156	44054.3	745.5	688.041	22432.2	19447
SLE_rar_gr2_Scarico_157	39287	0	573.625	3139.69	16274.7
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	44054.3	1491	438.215	39765.1	12169.6
SLE_rar_gr4_centrif_159	43030.1	1192.8	563.528	32409.8	15862.1
SLE_rar_gr1+vento_160	44054.3	756.777	1117.4	22689.3	31234.9
SLE_rar_gr2+vento_161	39287	11.2772	1002.99	3396.81	28062.6
SLE_rar_gr3+vento_162	44054.3	1502.28	867.576	40022.2	23957.5
SLE_rar_gr4+vento_163	43030.1	1204.08	992.889	32666.9	27650
SLE_rar_vento_gr1_164	43030.1	615.195	1246.37	18972	34746.8
SLE_rar_vento_gr2_165	39216.2	18.7954	1173.14	3537.98	32634.6
SLE_rar_vento_gr3_166	43030.1	1211.6	1046.51	32838.3	28924.9
SLE_rar_vento_gr4_167	43030.1	1211.6	1279.13	32838.3	35508.5
SLE_fre_gr1_Treno_169	43030.1	596.4	508.926	18543.5	14592.6
SLE_fre_gr2_Scarico_170	39216.2	0	447.904	3109.45	12764.1
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	43030.1	1192.8	309.065	32409.8	8770.65
SLE_fre_gr4_centrif_172	43030.1	1192.8	536.227	32409.8	15227.3
SLE_fre_gr1+vento_173	43030.1	600.159	652.046	18629.2	18521.9
SLE_fre_gr2+vento_174	39216.2	3.75907	591.024	3195.15	16693.4
SLE_fre_gr3+vento_175	43030.1	1196.56	452.185	32495.5	12699.9
SLE_fre_gr4+vento_176	43030.1	1196.56	679.347	32495.5	19156.6
SLE_fre_vento_gr1_177	38933	9.39769	412.365	3202.75	11091.9

SLE_fre_vento_gr2_178	38933	9.39769	412.365	3202.75	11091.9
SLE_fre_vento_gr3_179	38933	9.39769	412.365	3202.75	11091.9
SLE_fre_vento_gr4_180	38933	9.39769	412.365	3202.75	11091.9
SLE_fre_gr1_temp181	38933	3.75907	208.598	3074.19	5451.65
SLE_fre_gr2_temp182	38933	3.75907	208.598	3074.19	5451.65
SLE_fre_gr3_temp183	38933	3.75907	208.598	3074.19	5451.65
SLE_fre_gr3_temp184	38933	3.75907	208.598	3074.19	5451.65
SLE_qp_gr1_Treno_186	38933	0	54.5651	2988.49	1268.64
SLE_qp_gr2_Scarico_187	38933	0	54.5651	2988.49	1268.64
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	38933	0	54.5651	2988.49	1268.64
SLE_qp_gr4_centrif_189	38933	0	54.5651	2988.49	1268.64
SLE_qp_gr1+vento_190	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92
SLE_qp_gr2+vento_191	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92
SLE_qp_gr3+vento_192	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92
SLE_qp_gr4+vento_193	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92
SLE_qp_vento_gr1_194	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92
SLE_qp_vento_gr2_195	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92
SLE_qp_vento_gr3_196	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92
SLE_qp_vento_gr4_197	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92
SLE_qp_gr1_temp198	38933	0	54.5651	2988.49	1268.64
SLE_qp_gr2_temp199	38933	0	54.5651	2988.49	1268.64
SLE_qp_gr3_temp200	38933	0	54.5651	2988.49	1268.64
SLE_qp_gr3_temp201	38933	0	54.5651	2988.49	1268.64
E_103x_SLV_q=1.5_202	39629.6	4506.87	1368.5	62067.3	16345
E_103y_SLV_q=1.5_203	39629.6	2829.82	2625.27	25145.4	47062.5
E_103z_SLV_q=1.5_204	41254.9	2829.82	1368.5	25145.4	16345
E_103x_SLV_q=1.36_205	39629.6	4746.45	1422.36	67341.9	17661.4
E_103y_SLV_q=1.36_206	39629.6	2901.69	2804.81	26727.8	51450.7
E_103z_SLV_q=1.36_207	41254.9	2901.69	1422.36	26727.8	17661.4
E_103x_SLV_q=1_208	39629.6	5704.2	1633.11	88471.2	22831.2
E_103y_SLV_q=1_209	39629.6	3189.02	3507.32	33066.6	68683.1
E_103z_SLV_q=1_210	41254.9	3189.02	1633.11	33066.6	22831.2
E_103x_SLD_q=1_211	39208.1	3572.16	998.735	64893.1	15125
E_103y_SLD_q=1_212	39208.1	1809.81	2132.32	23774.4	45214.7
E_103z_SLD_q=1_213	39850	1809.81	998.735	23774.4	15125

 <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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705009</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	688.041	5434.82	3759.7
SLE_rar_gr3+vento_20		14745.2	1502.28	867.576	5770.3	4176.74
SLE_rar_vento_gr4_25		13720.9	1211.6	1279.13	5213.94	6344.38
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		14745.2	1491	438.215	5770.3	2178.3
SLE_rar_vento_gr4_25		13720.9	1211.6	1279.13	5213.94	6344.38
SLE_rar_gr4_centrif_17		13720.9	1192.8	563.528	5213.94	3013.65
SLE_rar_vento_gr4_25		13720.9	1211.6	563.528	5213.94	6344.38
SLE_rar_vento_gr4_25		13720.9	1211.6	1279.13	5213.94	6344.38
SLE_rar_gr4_centrif_17		13720.9	1192.8	563.528	5213.94	3013.65
SLE_rar_vento_gr4_25		13720.9	1211.6	1279.13	5213.94	6344.38
SLE_qp_gr1_Treno_44		9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr1+vento_48		9623.88	3.75907	197.685	2988.49	690.7
SLE_qp_gr1+vento_48		9623.88	3.75907	197.685	2988.49	690.7
SLE_qp_gr1_Treno_44		9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr1+vento_48		9623.88	3.75907	197.685	2988.49	690.7
E_103x_SLD_q=1_69		9777.35	1342.26	499.644	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		9777.35	405.309	1204.22	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		10135.5	405.309	499.644	0	0

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	24014.6	745.5	688.041	20195.7	17382.9	
SLE_rar_gr3+vento_20	24014.6	1502.28	867.576	35515.4	21354.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	22990.3	1211.6	1279.13	29203.5	31671.1	
SLE_rar_gr3+vento_20	24014.6	1502.28	867.576	35515.4	21354.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	22990.3	1211.6	1279.13	29203.5	31671.1	
SLE_rar_gr4_centrif_17	22990.3	1192.8	563.528	28831.4	14171.5	
SLE_rar_vento_gr4_25	22990.3	1211.6	1279.13	29203.5	31671.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	22990.3	1211.6	1279.13	29203.5	31671.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	22990.3	1211.6	1279.13	29203.5	31671.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	22990.3	1211.6	1279.13	29203.5	31671.1	
SLE_qp_gr1_Treno_44	18893.3	0	54.5651	2988.49	1104.94	
SLE_qp_gr1+vento_48	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87	
SLE_qp_gr1+vento_48	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87	
SLE_qp_gr1+vento_48	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87	
SLE_qp_gr1+vento_48	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87	
E_103x_SLD_q=1_69	19046.8	1342.26	499.644	28327.7	7089.44	
E_103y_SLD_q=1_70	19046.8	405.309	1204.22	10590.3	22019.8	
E_103z_SLD_q=1_71	19404.9	405.309	499.644	10590.3	7089.44	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	44054.3	745.5	688.041	22432.2	19447	
SLE_rar_gr3+vento_20	44054.3	1502.28	867.576	40022.2	23957.5	
SLE_rar_vento_gr4_25	43030.1	1211.6	1279.13	32838.3	35508.5	
SLE_rar_gr3+vento_20	44054.3	1502.28	867.576	40022.2	23957.5	
SLE_rar_vento_gr4_25	43030.1	1211.6	1279.13	32838.3	35508.5	
SLE_rar_gr4_centrif_17	43030.1	1192.8	563.528	32409.8	15862.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	43030.1	1211.6	1279.13	32838.3	35508.5	
SLE_rar_vento_gr4_25	43030.1	1211.6	1279.13	32838.3	35508.5	
SLE_rar_vento_gr4_25	43030.1	1211.6	1279.13	32838.3	35508.5	
SLE_rar_vento_gr4_25	43030.1	1211.6	1279.13	32838.3	35508.5	
SLE_qp_gr1_Treno_44	38933	0	54.5651	2988.49	1268.64	
SLE_qp_gr1+vento_48	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92	
SLE_qp_gr1+vento_48	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92	
SLE_qp_gr1+vento_48	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92	
SLE_qp_gr1+vento_48	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92	
E_103x_SLD_q=1_69	39169.6	2393.02	814.873	35506.8	9534.06	
E_103y_SLD_q=1_70	39169.6	1456.07	1519.44	14958.5	26578.2	
E_103z_SLD_q=1_71	39721.8	1456.07	814.873	14958.5	9534.06	

Configurazione2

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85		13430.3	745.5	656.483	7891.63	3614.01	
SLE_rar_gr3+vento_91		13430.3	1502.28	836.018	8227.1	4031.05	
SLE_rar_vento_gr4_96		12669	1211.6	1253.88	7179.38	6227.83	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87		13430.3	1491	406.657	8227.1	2032.61	
SLE_rar_vento_gr4_96		12669	1211.6	1253.88	7179.38	6227.83	
SLE_rar_gr4_centrif_88		12669	1192.8	538.282	7179.38	2897.1	
SLE_rar_vento_gr4_96		12669	1211.6	1253.88	7179.38	6227.83	
SLE_rar_vento_gr4_96		12669	1211.6	1253.88	7179.38	6227.83	
SLE_rar_gr4_centrif_88		12669	1192.8	538.282	7179.38	2897.1	
SLE_rar_vento_gr4_96		12669	1211.6	1253.88	7179.38	6227.83	
SLE_qp_gr1_Treno_115		9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543	
SLE_qp_gr1+vento_119		9623.88	3.75907	197.685	2988.49	690.7	
SLE_qp_gr1+vento_119		9623.88	3.75907	197.685	2988.49	690.7	
SLE_qp_gr1_Treno_115		9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543	
SLE_qp_gr1+vento_119		9623.88	3.75907	197.685	2988.49	690.7	
E_103x_SLD_q=1_140		9815.81	2521.39	683.507	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141		9815.81	759.049	1817.09	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142		10263.7	759.049	683.507	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	22699.7	745.5	688.041	20195.7	17382.9	
SLE_rar_gr3+vento_91	22699.7	1502.28	836.018	37972.2	20584.2	
SLE_rar_vento_gr4_96	21938.4	1211.6	1253.88	31169	31054.7	
SLE_rar_gr3+vento_91	22699.7	1502.28	836.018	37972.2	20584.2	
SLE_rar_vento_gr4_96	21938.4	1211.6	1253.88	31169	31054.7	
SLE_rar_gr4_centrif_88	21938.4	1192.8	538.282	30796.8	13555.1	
SLE_rar_vento_gr4_96	21938.4	1211.6	1253.88	31169	31054.7	
SLE_rar_vento_gr4_96	21938.4	1211.6	1253.88	31169	31054.7	
SLE_rar_vento_gr4_96	21938.4	1211.6	1253.88	31169	31054.7	
SLE_rar_vento_gr4_96	21938.4	1211.6	1253.88	31169	31054.7	
SLE_qp_gr1_Treno_115	18893.3	0	54.5651	2988.49	1104.94	
SLE_qp_gr1+vento_119	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87	
SLE_qp_gr1+vento_119	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87	
SLE_qp_gr1+vento_119	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87	
SLE_qp_gr1+vento_119	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87	
E_103x_SLD_q=1_140	19085.2	2521.39	683.507	54176.6	12128.8	
E_103y_SLD_q=1_141	19085.2	759.049	1817.09	18344.9	38817.8	
E_103z_SLD_q=1_142	19533.1	759.049	683.507	18344.9	12128.8	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	42739.4	745.5	688.041	22432.2	19447	
SLE_rar_gr3+vento_91	42739.4	1502.28	836.018	42479	23092.2	
SLE_rar_vento_gr4_96	41978.1	1211.6	1253.88	34803.8	34816.3	
SLE_rar_gr3+vento_91	42739.4	1502.28	836.018	42479	23092.2	
SLE_rar_vento_gr4_96	41978.1	1211.6	1253.88	34803.8	34816.3	
SLE_rar_gr4_centrif_88	41978.1	1192.8	538.282	34375.2	15169.9	
SLE_rar_vento_gr4_96	41978.1	1211.6	1253.88	34803.8	34816.3	
SLE_rar_vento_gr4_96	41978.1	1211.6	1253.88	34803.8	34816.3	
SLE_rar_vento_gr4_96	41978.1	1211.6	1253.88	34803.8	34816.3	
SLE_rar_vento_gr4_96	41978.1	1211.6	1253.88	34803.8	34816.3	
SLE_qp_gr1_Treno_115	38933	0	54.5651	2988.49	1268.64	
SLE_qp_gr1+vento_119	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92	
SLE_qp_gr1+vento_119	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92	
SLE_qp_gr1+vento_119	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92	
SLE_qp_gr1+vento_119	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92	
E_103x_SLD_q=1_140	39208.1	3572.16	998.735	64893.1	15125	
E_103y_SLD_q=1_141	39208.1	1809.81	2132.32	23774.4	45214.7	
E_103z_SLD_q=1_142	39850	1809.81	998.735	23774.4	15125	

Configurazione3

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156		14745.2	745.5	688.041	5434.82	3759.7	
SLE_rar_gr3+vento_162		14745.2	1502.28	867.576	5770.3	4176.74	
SLE_rar_vento_gr4_167		13720.9	1211.6	1279.13	5213.94	6344.38	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158		14745.2	1491	438.215	5770.3	2178.3	
SLE_rar_vento_gr4_167		13720.9	1211.6	1279.13	5213.94	6344.38	
SLE_rar_gr4_centrif_159		13720.9	1192.8	563.528	5213.94	3013.65	
SLE_rar_vento_gr4_167		13720.9	1211.6	1279.13	5213.94	6344.38	
SLE_rar_vento_gr4_167		13720.9	1211.6	1279.13	5213.94	6344.38	
SLE_rar_gr4_centrif_159		13720.9	1192.8	563.528	5213.94	3013.65	
SLE_rar_vento_gr4_167		13720.9	1211.6	1279.13	5213.94	6344.38	
SLE_qp_gr1_Treno_186		9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543	
SLE_qp_gr1+vento_190		9623.88	3.75907	197.685	2988.49	690.7	
SLE_qp_gr1+vento_190		9623.88	3.75907	197.685	2988.49	690.7	
SLE_qp_gr1_Treno_186		9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543	
SLE_qp_gr1+vento_190		9623.88	3.75907	197.685	197.685	690.7	
E_103x_SLD_q=1_211		9815.81	2521.39	683.507	0	0	
E_103y_SLD_q=1_212		9815.81	759.049	1817.09	0	0	
E_103z_SLD_q=1_213		10263.7	759.049	683.507	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	24014.6	745.5	688.041	20195.7	17382.9	
SLE_rar_gr3+vento_162	24014.6	1502.28	867.576	35515.4	21354.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	22990.3	1211.6	1279.13	29203.5	31671.1	
SLE_rar_gr3+vento_162	24014.6	1502.28	867.576	35515.4	21354.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	22990.3	1211.6	1279.13	29203.5	31671.1	
SLE_rar_gr4_centrif_159	22990.3	1192.8	563.528	28831.4	14171.5	
SLE_rar_vento_gr4_167	22990.3	1211.6	1279.13	29203.5	31671.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	22990.3	1211.6	1279.13	29203.5	31671.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	22990.3	1211.6	1279.13	29203.5	31671.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	22990.3	1211.6	1279.13	29203.5	31671.1	
SLE_qp_gr1_Treno_186	18893.3	0	54.5651	2988.49	1104.94	
SLE_qp_gr1+vento_190	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87	
SLE_qp_gr1+vento_190	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87	
SLE_qp_gr1+vento_190	18893.3	3.75907	197.685	3062.92	4604.87	
SLE_qp_gr1+vento_190	18893.3	3.75907	197.685	197.685	4604.87	
E_103x_SLD_q=1_211	19085.2	2521.39	683.507	54176.6	12128.8	
E_103y_SLD_q=1_212	19085.2	759.049	1817.09	18344.9	38817.8	
E_103z_SLD_q=1_213	19533.1	759.049	683.507	18344.9	12128.8	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	44054.3	745.5	688.041	22432.2	19447	
SLE_rar_gr3+vento_162	44054.3	1502.28	867.576	40022.2	23957.5	
SLE_rar_vento_gr4_167	43030.1	1211.6	1279.13	32838.3	35508.5	
SLE_rar_gr3+vento_162	44054.3	1502.28	867.576	40022.2	23957.5	
SLE_rar_vento_gr4_167	43030.1	1211.6	1279.13	32838.3	35508.5	
SLE_rar_gr4_centrif_159	43030.1	1192.8	563.528	32409.8	15862.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	43030.1	1211.6	1279.13	32838.3	35508.5	
SLE_rar_vento_gr4_167	43030.1	1211.6	1279.13	32838.3	35508.5	
SLE_rar_vento_gr4_167	43030.1	1211.6	1279.13	32838.3	35508.5	
SLE_rar_vento_gr4_167	43030.1	1211.6	1279.13	32838.3	35508.5	
SLE_qp_gr1_Treno_186	38933	0	54.5651	2988.49	1268.64	
SLE_qp_gr1+vento_190	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92	
SLE_qp_gr1+vento_190	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92	
SLE_qp_gr1+vento_190	38933	3.75907	197.685	3074.19	5197.92	
SLE_qp_gr1+vento_190	38933	3.75907	197.685	197.685	5197.92	
E_103x_SLD_q=1_211	39208.1	3572.16	998.735	64893.1	15125	
E_103y_SLD_q=1_212	39208.1	1809.81	2132.32	23774.4	45214.7	
E_103z_SLD_q=1_213	39850	1809.81	998.735	23774.4	15125	

 <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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705009</b>	REV. <b>B</b>

## 6.2.2 Stati limiti ultimi

### Configurazione1

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_1	21067.2	1080.98	1090.04	7805.42	5493.14	
A1_SLU_gr3+vento_7	21067.2	2178.87	1371.84	8291.86	6197.77	
A1_SLU_vento_gr4_12	19582	1757.75	1965.08	7485.14	9399.44	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	21067.2	2161.95	727.796	8291.86	3200.11	
A1_SLU_vento_gr4_12	19582	1757.75	1965.08	7485.14	9399.44	
E_103x_SLV_q=1.5_60	10084.3	2399.55	736.302	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_61	10084.3	722.496	1993.08	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_62	11158.6	722.496	736.302	0	0	
E_103x_SLV_q=1_66	10084.3	3596.88	1000.92	0	0	
E_103y_SLV_q=1_67	10084.3	1081.7	2875.13	0	0	
E_103z_SLV_q=1_68	11158.6	1081.7	1000.92	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_1	33580.9	1080.98	1090.04	29208.7	27076	
A1_SLU_gr3+vento_7	33580.9	2178.87	1371.84	51433.4	33360.1	
A1_SLU_vento_gr4_12	32095.7	1757.75	1965.08	42288.6	48308	
A1_SLU_gr3+vento_7	33580.9	2178.87	1371.84	51433.4	33360.1	
A1_SLU_vento_gr4_12	32095.7	1757.75	1965.08	42288.6	48308	
E_103x_SLV_q=1.5_60	19353.7	2399.55	736.302	48546.7	12239.5	
E_103y_SLV_q=1.5_61	19353.7	722.496	1993.08	16656	39186.6	
E_103z_SLV_q=1.5_62	20428	722.496	736.302	16656	12239.5	
E_103x_SLV_q=1_66	19353.7	3596.88	1000.92	71358.6	17931.8	
E_103y_SLV_q=1_67	19353.7	1081.7	2875.13	23499.5	58161.1	
E_103z_SLV_q=1_68	20428	1081.7	1000.92	23499.5	17931.8	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_1	60634.5	1080.98	1090.04	32451.7	30346.1	
A1_SLU_gr3+vento_7	60634.5	2178.87	1371.84	57970	37475.7	
A1_SLU_vento_gr4_12	59149.3	1757.75	1965.08	47561.9	54203.3	
A1_SLU_gr3+vento_7	60634.5	2178.87	1371.84	57970	37475.7	
A1_SLU_vento_gr4_12	59149.3	1757.75	1965.08	47561.9	54203.3	
E_103x_SLV_q=1.36_63	39629.6	4746.45	1422.36	67341.9	17661.4	
E_103y_SLV_q=1.36_64	39629.6	2901.69	2804.81	26727.8	51450.7	
E_103z_SLV_q=1.36_65	41254.9	2901.69	1422.36	26727.8	17661.4	
E_103x_SLV_q=1_66	39629.6	5704.2	1633.11	88471.2	22831.2	
E_103y_SLV_q=1_67	39629.6	3189.02	3507.32	33066.6	68683.1	
E_103z_SLV_q=1_68	41254.9	3189.02	1633.11	33066.6	22831.2	

Configurazione2

TESTA PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		19160.5	1080.98	1021.4	11367.8	5271.59
A1_SLU_gr3+vento_78		19160.5	2178.87	1303.2	11854.2	5976.22
A1_SLU_vento_gr4_83		18056.7	1757.75	1910.17	10335	9222.2
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74		19160.5	2161.95	659.158	11854.2	2978.56
A1_SLU_vento_gr4_83		18056.7	1757.75	1910.17	10335	9222.2
E_103x_SLV_q=1.5_131		10084.3	2399.55	736.302	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132		10084.3	722.496	1993.08	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133		11158.6	722.496	736.302	0	0
E_103x_SLV_q=1_137		10084.3	3596.88	1000.92	0	0
E_103y_SLV_q=1_138		10084.3	1081.7	2875.13	0	0
E_103z_SLV_q=1_139		11158.6	1081.7	1000.92	0	0
BASE PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		31674.2	1080.98	1021.4	32771.1	25495.4
A1_SLU_gr3+vento_78		31674.2	2178.87	1303.2	54995.8	31779.5
A1_SLU_vento_gr4_83		30570.4	1757.75	1910.17	45138.5	47043.5
A1_SLU_gr3+vento_78		31674.2	2178.87	1303.2	54995.8	31779.5
A1_SLU_vento_gr4_83		30570.4	1757.75	1910.17	45138.5	47043.5
E_103x_SLV_q=1.5_131		19353.7	2399.55	736.302	48546.7	12239.5
E_103y_SLV_q=1.5_132		19353.7	722.496	1993.08	16656	39186.6
E_103z_SLV_q=1.5_133		20428	722.496	736.302	16656	12239.5
E_103x_SLV_q=1_137		19353.7	3596.88	1000.92	71358.6	17931.8
E_103y_SLV_q=1_138		19353.7	1081.7	2875.13	23499.5	58161.1
E_103z_SLV_q=1_139		20428	1081.7	1000.92	23499.5	17931.8
BASE FONDAZIONE						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		58727.9	1080.98	1021.4	36014	28559.6
A1_SLU_gr3+vento_78		58727.9	2178.87	1303.2	61532.4	35689.1
A1_SLU_vento_gr4_83		57624	1757.75	1910.17	50411.8	52774
A1_SLU_gr3+vento_78		58727.9	2178.87	1303.2	61532.4	35689.1
A1_SLU_vento_gr4_83		57624	1757.75	1910.17	50411.8	52774
E_103x_SLV_q=1.36_134		39629.6	4746.45	1422.36	67341.9	17661.4
E_103y_SLV_q=1.36_135		39629.6	2901.69	2804.81	26727.8	51450.7
E_103z_SLV_q=1.36_136		41254.9	2901.69	1422.36	26727.8	17661.4
E_103x_SLV_q=1_137		39629.6	5704.2	1633.11	88471.2	22831.2
E_103y_SLV_q=1_138		39629.6	3189.02	3507.32	33066.6	68683.1
E_103z_SLV_q=1_139		41254.9	3189.02	1633.11	33066.6	22831.2

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m</b>					
	Progetto definitivo <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705009</b>	REV. <b>B</b>

Configurazione3

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	14950.6	616.613	724.011	622.402	3284.42	
A1_SLU_gr3+vento_149	14950.6	1239.85	941.978	899.878	3804.27	
A1_SLU_vento_gr4_154	13979	997.627	1354.07	719.902	5739.85	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	14950.6	1233.23	485.78	899.878	1940.8	
A1_SLU_vento_gr4_154	13979	997.627	1354.07	719.902	5739.85	
E_103x_SLV_q=1.5_202	7443.19	2458.65	845.041	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_203	7443.19	738.627	2486.06	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_204	8165.86	738.627	845.041	0	0	
E_103x_SLV_q=1_208	7443.19	3686.24	1196.16	0	0	
E_103y_SLV_q=1_209	7443.19	1106.9	3656.46	0	0	
E_103z_SLV_q=1_210	8165.86	1106.9	1196.16	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	20280.2	616.613	724.011	6356.9	10017.7	
A1_SLU_gr3+vento_149	20280.2	1239.85	941.978	12430.5	12564.7	
A1_SLU_vento_gr4_154	19308.6	997.627	1354.07	9997.84	18332.7	
A1_SLU_gr3+vento_149	20280.2	1239.85	941.978	12430.5	12564.7	
A1_SLU_vento_gr4_154	19308.6	997.627	1354.07	9997.84	18332.7	
E_103x_SLV_q=1.5_202	11391	2458.65	845.041	22139.3	8422.81	
E_103y_SLV_q=1.5_203	11391	738.627	2486.06	6641.8	27067.4	
E_103z_SLV_q=1.5_204	12113.7	738.627	845.041	6641.8	8422.81	
E_103x_SLV_q=1_208	11391	3686.24	1196.16	33208.5	12417.8	
E_103y_SLV_q=1_209	11391	1106.9	3656.46	9962.56	40384.1	
E_103z_SLV_q=1_210	12113.7	1106.9	1196.16	9962.56	12417.8	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	31231.9	616.613	724.011	7898.43	11827.7	
A1_SLU_gr3+vento_149	31231.9	1239.85	941.978	15530.1	14919.6	
A1_SLU_vento_gr4_154	30260.3	997.627	1354.07	12491.9	21717.9	
A1_SLU_gr3+vento_149	31231.9	1239.85	941.978	15530.1	14919.6	
A1_SLU_vento_gr4_154	30260.3	997.627	1354.07	12491.9	21717.9	
E_103x_SLV_q=1.36_205	19595.9	3504.25	1155.34	33113.9	12110.2	
E_103y_SLV_q=1.36_206	19595.9	1612.23	2960.45	11336.5	37132.1	
E_103z_SLV_q=1.36_207	20534.6	1612.23	1155.34	11336.5	12110.2	
E_103x_SLV_q=1_208	19595.9	4486.13	1436.13	44423.8	16008.1	
E_103y_SLV_q=1_209	19595.9	1906.79	3896.42	14729.5	50125.1	
E_103z_SLV_q=1_210	20534.6	1906.79	1436.13	14729.5	16008.1	

 <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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705009</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	200 $\Phi$ 30 interasse 10 cm*	$\Phi$ 12/20	8.7 cm
plinto	Trasv: 6 strati $\Phi$ 30/10 Long 4 strati $\Phi$ 30/10	-	8.7 cm
pali	58 $\Phi$ 30 interasse 15 cm*	$\Phi$ 12/15	9.7 cm

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

Le spille adottate sono disposte nel rispetto della norma vigente.

## 8. FUSTO PILA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 8.1 Modellazione

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

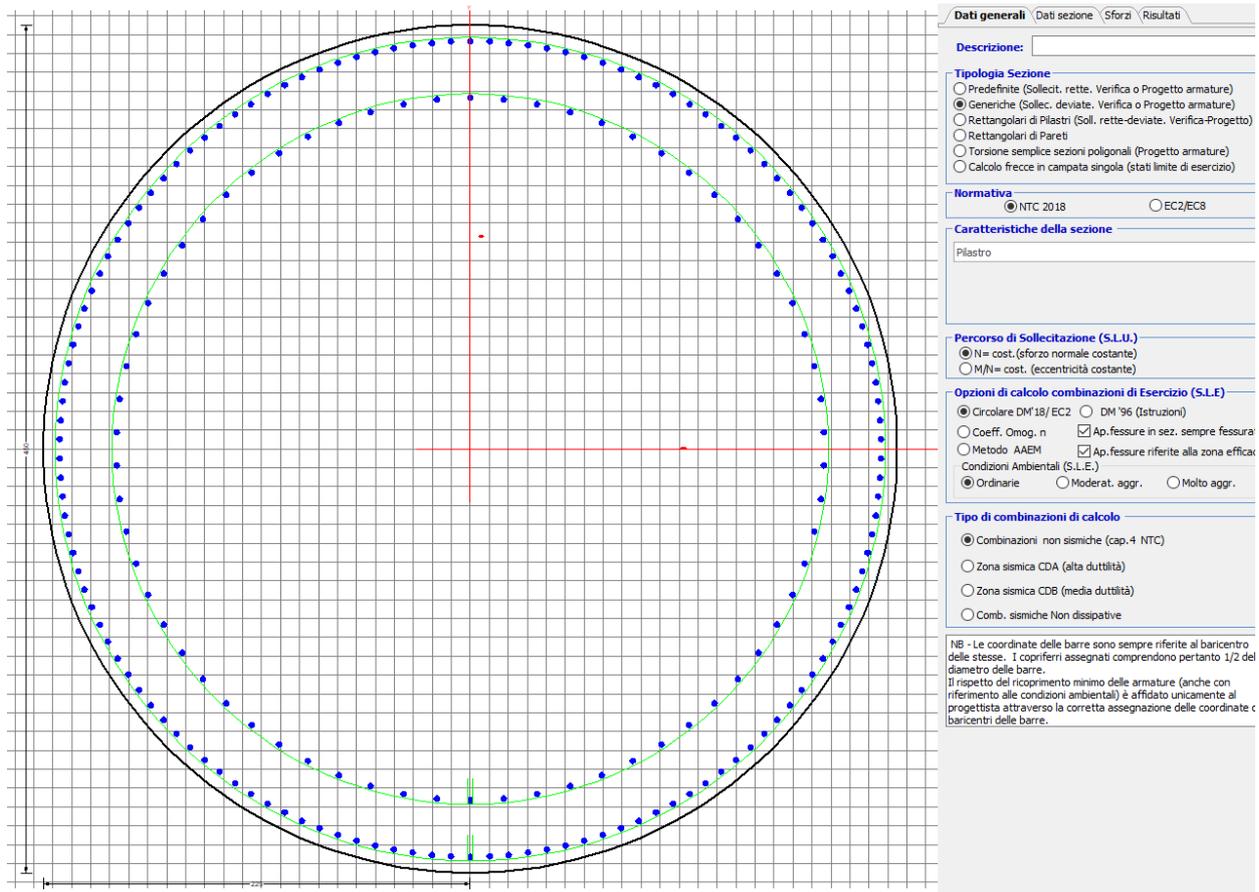


Figura 12 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 200 di diametro  $\Phi 30$  che corrispondono ad un passo di 10cm lungo il bordo esterno e speculari internamente alla sezione.

## 8.2 Verifica a presso flessione

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

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

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	3334.6 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.000 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	176.00 daN/cm <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:
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: C32/40

Raggio circ.: 225.0 cm  
X centro circ.: 0.0 cm  
Y centro circ.: 0.0 cm

### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	$\emptyset$
1	0.0	0.0	216.5	134	30
2	0.0	0.0	186.5	66	30

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X' // asse X coordinate  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y' // asse Y coord.  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y delle coord.

Vx

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

N°Comb.	N	MX	MY	VY	VX
1	32331.01	12747.42	19431.12	0.00	0.00
2	32331.01	24664.70	31682.58	0.00	0.00
3	30807.11	19801.61	48160.32	0.00	0.00
4	32331.01	24664.70	31682.58	0.00	0.00
5	30807.11	19801.61	48160.32	0.00	0.00
6	18175.41	39690.15	16332.40	0.00	0.00
7	18175.41	11907.05	51097.39	0.00	0.00
8	19317.51	11907.05	16332.40	0.00	0.00
9	29333.84	17383.44	17949.92	0.00	0.00
10	29333.84	29300.71	30201.38	0.00	0.00
11	28409.38	23510.42	46975.37	0.00	0.00
12	29333.84	29300.71	30201.38	0.00	0.00
13	28409.38	23510.42	46975.37	0.00	0.00
14	18175.41	39690.15	16332.40	0.00	0.00
15	18175.41	11907.05	51097.39	0.00	0.00
16	19317.51	11907.05	16332.40	0.00	0.00
17	32331.01	12747.42	19431.12	0.00	0.00
18	32331.01	24664.70	31682.58	0.00	0.00
19	30807.11	19801.61	48160.32	0.00	0.00
20	32331.01	24664.70	31682.58	0.00	0.00
21	30807.11	19801.61	48160.32	0.00	0.00
22	18175.41	39690.15	16332.40	0.00	0.00
23	18175.41	11907.05	51097.39	0.00	0.00
24	19317.51	11907.05	16332.40	0.00	0.00

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

N

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

Mx

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

My

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

N°Comb.	N	MX	MY
1	22940.75	8791.32	12679.14
2	22940.75	17008.28	20682.29
3	21889.79	13653.19	31886.93
4	22940.75	17008.28	20682.29
5	21889.79	13653.19	31886.93
6	20873.74	8791.32	12679.14
7	20873.74	20205.54	19932.38
8	20236.18	16211.00	31287.00
9	20873.74	20205.54	19932.38
10	20236.18	16211.00	31287.00
11	22940.75	8791.32	12679.14
12	22940.75	17008.28	20682.29
13	21889.79	13653.19	31886.93
14	22940.75	17008.28	20682.29
15	21889.79	13653.19	31886.93
16	17849.10	27877.48	10058.98
17	17849.10	8363.24	30186.00
18	18229.81	8363.24	10058.98
19	17847.61	34087.53	14513.90
20	17847.61	10226.26	45035.72
21	18224.82	10226.26	14513.90
22	17847.61	34087.53	14513.90

23	17847.61	10226.26	45035.72
24	18224.82	10226.26	14513.90

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

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

N°Comb.	N	MX	MY
1	21889.79	13563.64 (119728.34)	10324.01 (91131.62)
2	21889.79	13653.19 (21021.74)	31886.93 (49096.14)
3	21889.79	13653.19 (21021.74)	31886.93 (49096.14)
4	21889.79	13653.19 (21021.74)	31886.93 (49096.14)
5	21889.79	13653.19 (21021.74)	31886.93 (49096.14)
6	20236.18	16121.44 (81417.73)	9724.08 (49109.29)
7	20236.18	16211.00 (23265.30)	31287.00 (44901.70)
8	20236.18	16211.00 (23265.30)	31287.00 (44901.70)
9	20236.18	16211.00 (23265.30)	31287.00 (44901.70)
10	20236.18	16211.00 (23265.30)	31287.00 (44901.70)
11	21889.79	13563.64 (119728.34)	10324.01 (91131.62)
12	21889.79	13653.19 (21021.74)	31886.93 (49096.14)
13	21889.79	13653.19 (21021.74)	31886.93 (49096.14)
14	21889.79	13653.19 (21021.74)	31886.93 (49096.14)
15	21889.79	13653.19 (21021.74)	31886.93 (49096.14)

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

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

N°Comb.	N	MX	MY
1	17685.95	0.00 (0.00)	752.91 (0.00)
2	17685.95	17.91 (0.00)	5065.50 (0.00)
3	17685.95	17.91 (0.00)	5065.50 (0.00)
4	17685.95	17.91 (0.00)	5065.50 (0.00)
5	17685.95	17.91 (0.00)	5065.50 (0.00)
6	17685.95	0.00 (0.00)	752.91 (0.00)
7	17685.95	17.91 (0.00)	5065.50 (0.00)
8	17685.95	17.91 (0.00)	5065.50 (0.00)
9	17685.95	17.91 (0.00)	5065.50 (0.00)
10	17685.95	17.91 (0.00)	5065.50 (0.00)
11	17685.95	0.00 (0.00)	752.91 (0.00)
12	17685.95	17.91 (0.00)	5065.50 (0.00)
13	17685.95	17.91 (0.00)	5065.50 (0.00)
14	17685.95	17.91 (0.00)	5065.50 (0.00)
15	17685.95	345.94 (0.00)	5065.50 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.0	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.2	cm

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

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

N°Comb	Ver	N	MX	MY	N Res	MX Res	MY Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	32331.01	12747.42	19431.12	32330.72	78523.37(78523.37)	119689.34(119689.34)	6.16	1413.7(477.1)
2	S	32331.01	24664.70	31682.58	32331.19	87936.78(87936.78)	112950.68(112950.68)	3.57	1413.7(477.1)
3	S	30807.11	19801.61	48160.32	30806.85	53797.89(53797.89)	130819.46(130819.46)	2.72	1413.7(477.1)
4	S	32331.01	24664.70	31682.58	32331.19	87936.78(87936.78)	112950.68(112950.68)	3.57	1413.7(477.1)
5	S	30807.11	19801.61	48160.32	30806.85	53797.89(53797.89)	130819.46(130819.46)	2.72	1413.7(477.1)
6	S	18175.41	39690.15	16332.40	18175.45	116824.40(116824.40)	48075.50(48075.50)	2.94	1413.7(477.1)
7	S	18175.41	11907.05	51097.39	18175.15	28664.04(28664.04)	123033.56(123033.56)	2.41	1413.7(477.1)
8	S	19317.51	11907.05	16332.40	19317.46	75272.51(75272.51)	103249.90(103249.90)	6.32	1413.7(477.1)
9	S	29333.84	17383.44	17949.92	29333.98	97253.15(97253.15)	100411.97(100411.97)	5.59	1413.7(477.1)
10	S	29333.84	29300.71	30201.38	29333.60	97343.53(97343.53)	100323.73(100323.73)	3.32	1413.7(477.1)
11	S	28409.38	23510.42	46975.37	28409.66	62083.83(62083.83)	124061.52(124061.52)	2.64	1413.7(477.1)
12	S	29333.84	29300.71	30201.38	29333.60	97343.53(97343.53)	100323.73(100323.73)	3.32	1413.7(477.1)
13	S	28409.38	23510.42	46975.37	28409.66	62083.83(62083.83)	124061.52(124061.52)	2.64	1413.7(477.1)
14	S	18175.41	39690.15	16332.40	18175.45	116824.40(116824.40)	48075.50(48075.50)	2.94	1413.7(477.1)
15	S	18175.41	11907.05	51097.39	18175.15	28664.04(28664.04)	123033.56(123033.56)	2.41	1413.7(477.1)
16	S	19317.51	11907.05	16332.40	19317.46	75272.51(75272.51)	103249.90(103249.90)	6.32	1413.7(477.1)
17	S	32331.01	12747.42	19431.12	32330.72	78523.37(78523.37)	119689.34(119689.34)	6.16	1413.7(477.1)
18	S	32331.01	24664.70	31682.58	32331.19	87936.78(87936.78)	112950.68(112950.68)	3.57	1413.7(477.1)
19	S	30807.11	19801.61	48160.32	30806.85	53797.89(53797.89)	130819.46(130819.46)	2.72	1413.7(477.1)
20	S	32331.01	24664.70	31682.58	32331.19	87936.78(87936.78)	112950.68(112950.68)	3.57	1413.7(477.1)
21	S	30807.11	19801.61	48160.32	30806.85	53797.89(53797.89)	130819.46(130819.46)	2.72	1413.7(477.1)
22	S	18175.41	39690.15	16332.40	18175.45	116824.40(116824.40)	48075.50(48075.50)	2.94	1413.7(477.1)
23	S	18175.41	11907.05	51097.39	18175.15	28664.04(28664.04)	123033.56(123033.56)	2.41	1413.7(477.1)

24 S 19317.51 11907.05 16332.40 19317.46 75272.51(75272.51)103249.90(103249.90) 6.321413.7(477.1)

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

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	188.1	0.0	0.00327	180.4	119.8	-0.00861	-180.4	-119.8
2	0.00350	177.5	0.8	0.00327	168.4	136.1	-0.00861	-168.4	-136.1
3	0.00350	208.1	0.8	0.00326	199.5	84.0	-0.00881	-199.5	-84.0
4	0.00350	177.5	0.8	0.00327	168.4	136.1	-0.00861	-168.4	-136.1
5	0.00350	208.1	0.8	0.00326	199.5	84.0	-0.00881	-199.5	-84.0
6	0.00350	85.6	0.0	0.00323	79.3	201.4	-0.01072	-79.3	-201.4
7	0.00350	219.1	0.8	0.00323	211.7	45.3	-0.01072	-211.7	-45.3
8	0.00350	181.8	0.8	0.00323	174.6	128.1	-0.01052	-174.6	-128.1
9	0.00350	161.6	0.8	0.00326	154.9	151.3	-0.00900	-154.9	-151.3
10	0.00350	161.5	0.8	0.00326	154.9	151.3	-0.00900	-154.9	-151.3
11	0.00350	201.2	0.0	0.00326	195.4	93.3	-0.00913	-195.4	-93.3
12	0.00350	161.5	0.8	0.00326	154.9	151.3	-0.00900	-154.9	-151.3
13	0.00350	201.2	0.8	0.00326	195.4	93.3	-0.00913	-195.4	-93.3
14	0.00350	85.6	0.8	0.00323	79.3	201.4	-0.01072	-79.3	-201.4
15	0.00350	219.1	15.3	0.00323	211.7	45.3	-0.01072	-211.7	-45.3
16	0.00350	181.8	211.6	0.00323	174.6	128.1	-0.01052	-174.6	-128.1
17	0.00350	188.1	60.1	0.00327	180.4	119.8	-0.00861	-180.4	-119.8
18	0.00350	177.5	143.8	0.00327	168.4	136.1	-0.00861	-168.4	-136.1
19	0.00350	208.1	207.0	0.00326	199.5	84.0	-0.00881	-199.5	-84.0
20	0.00350	177.5	49.8	0.00327	168.4	136.1	-0.00861	-168.4	-136.1
21	0.00350	208.1	129.6	0.00326	199.5	84.0	-0.00881	-199.5	-84.0
22	0.00350	85.6	207.0	0.00323	79.3	201.4	-0.01072	-79.3	-201.4
23	0.00350	219.1	49.8	0.00323	211.7	45.3	-0.01072	-211.7	-45.3
24	0.00350	181.8	129.6	0.00323	174.6	128.1	-0.01052	-174.6	-128.1

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000022938	0.000015048	-0.002672501	----	----
2	0.000021649	0.000016854	-0.002673050	----	----
3	0.000025782	0.000010600	-0.002772050	----	----
4	0.000021649	0.000016854	-0.002673050	----	----
5	0.000025782	0.000010600	-0.002772050	----	----
6	0.000012260	0.000029794	-0.003748974	----	----
7	0.000031377	0.000007312	-0.003749034	----	----
8	0.000025669	0.000018714	-0.003647416	----	----
9	0.000020340	0.000019699	-0.002870996	----	----
10	0.000020323	0.000019717	-0.002871021	----	----
11	0.000025574	0.000012800	-0.002934671	----	----

12	0.000020323	0.000019717	-0.002871021	----	----
13	0.000025574	0.000012800	-0.002934671	----	----
14	0.000012260	0.000029794	-0.003748974	----	----
15	0.000031377	0.000007312	-0.003749034	----	----
16	0.000025669	0.000018714	-0.003647416	----	----
17	0.000022938	0.000015048	-0.002672501	----	----
18	0.000021649	0.000016854	-0.002673050	----	----
19	0.000025782	0.000010600	-0.002772050	----	----
20	0.000021649	0.000016854	-0.002673050	----	----
21	0.000025782	0.000010600	-0.002772050	----	----
22	0.000012260	0.000029794	-0.003748974	----	----
23	0.000031377	0.000007312	-0.003749034	----	----
24	0.000025669	0.000018714	-0.003647416	----	----

**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	2.68	184.9	0.0	-1.3	-180.4	-119.8	612	28.3
2	S	4.03	173.8	0.0	-25.9	-168.4	-136.1	8717	226.2
3	S	5.25	206.8	0.0	-59.0	-199.5	-84.0	13990	311.0
4	S	4.03	173.8	0.0	-25.9	-168.4	-136.1	8717	226.2
5	S	5.25	206.8	0.0	-59.0	-199.5	-84.0	13990	311.0
6	S	2.58	184.9	0.0	-3.2	-180.4	-119.8	1441	70.7
7	S	4.26	158.0	0.0	-37.2	-154.9	-151.3	11646	268.6
8	S	5.38	199.8	0.0	-68.8	-190.8	-102.3	14970	318.1
9	S	4.26	158.0	0.0	-37.2	-154.9	-151.3	11646	268.6
10	S	5.38	199.8	0.0	-68.8	-190.8	-102.3	14970	318.1
11	S	2.68	184.9	0.0	-1.3	-180.4	-119.8	612	28.3
12	S	4.03	173.8	0.0	-25.9	-168.4	-136.1	8717	226.2
13	S	5.25	206.8	0.0	-59.0	-199.5	-84.0	13990	311.0
14	S	4.03	173.8	0.0	-25.9	-168.4	-136.1	8717	226.2
15	S	5.25	206.8	0.0	-59.0	-199.5	-84.0	13990	311.0
16	S	4.50	76.4	0.0	-54.1	-69.8	-204.9	14510	311.0
17	S	4.78	216.8	0.0	-61.8	-209.3	-55.2	15036	318.1
18	S	2.21	173.0	0.0	-2.2	-168.4	-136.1	1086	56.5
19	S	5.75	88.1	0.0	-89.9	-88.7	-197.5	16438	346.4
20	S	7.29	219.4	0.0	-138.2	-211.7	-45.3	17699	367.6
21	S	2.73	183.9	0.0	-11.1	-174.6	-128.1	5244	148.4
22	S	5.75	88.1	0.0	-89.9	-88.7	-197.5	16438	346.4
23	S	7.29	219.4	0.0	-138.2	-211.7	-45.3	17699	367.6
24	S	2.73	183.9	0.0	-11.1	-174.6	-128.1	5244	148.4

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

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	-0.00001	0	0.785	30.0	70	0.00000 (0.00000)	411	0.002 (990.00)	196649.69	283614.86
2	S	-0.00014	0	0.833	30.0	70	0.00008 (0.00008)	566	0.044 (990.00)	43650.86	53080.01
3	S	-0.00031	0	0.833	30.0	70	0.00018 (0.00018)	620	0.110 (990.00)	21021.74	49096.14
4	S	-0.00014	0	0.833	30.0	70	0.00008 (0.00008)	566	0.044 (990.00)	43650.86	53080.01
5	S	-0.00031	0	0.833	30.0	70	0.00018 (0.00018)	620	0.110 (990.00)	21021.74	49096.14
6	S	-0.00002	0	0.833	30.0	70	0.00001 (0.00001)	411	0.004 (990.00)	106008.16	152888.57
7	S	-0.00020	0	0.833	30.0	70	0.00011 (0.00011)	607	0.068 (990.00)	42390.92	41817.84
8	S	-0.00036	0	0.833	30.0	70	0.00021 (0.00021)	638	0.132 (990.00)	23265.30	44901.70
9	S	-0.00020	0	0.833	30.0	70	0.00011 (0.00011)	607	0.068 (990.00)	42390.92	41817.84
10	S	-0.00036	0	0.833	30.0	70	0.00021 (0.00021)	638	0.132 (990.00)	23265.30	44901.70
11	S	-0.00001	0	0.785	30.0	70	0.00000 (0.00000)	411	0.002 (990.00)	196649.69	283614.86
12	S	-0.00014	0	0.833	30.0	70	0.00008 (0.00008)	566	0.044 (990.00)	43650.86	53080.01
13	S	-0.00031	0	0.833	30.0	70	0.00018 (0.00018)	620	0.110 (990.00)	21021.74	49096.14
14	S	-0.00014	0	0.833	30.0	70	0.00008 (0.00008)	566	0.044 (990.00)	43650.86	53080.01
15	S	-0.00031	0	0.833	30.0	70	0.00018 (0.00018)	620	0.110 (990.00)	21021.74	49096.14
16	S	-0.00028	0	0.833	30.0	70	0.00016 (0.00016)	635	0.103 (990.00)	48847.38	17625.51
17	S	-0.00032	0	0.833	30.0	70	0.00019 (0.00019)	640	0.119 (990.00)	13446.54	48533.51
18	S	-0.00001	0	0.833	30.0	70	0.00001 (0.00001)	401	0.003 (990.00)	138277.64	166314.97
19	S	-0.00047	0	0.833	30.0	70	0.00027 (0.00027)	641	0.173 (990.00)	42822.61	18233.15
20	S	-0.00071	0	0.833	30.0	70	0.00041 (0.00041)	647	0.268 (990.00)	9525.03	41947.55
21	S	-0.00006	0	0.833	30.0	70	0.00003 (0.00003)	538	0.018 (990.00)	50472.31	71634.21
22	S	-0.00047	0	0.833	30.0	70	0.00027 (0.00027)	641	0.173 (990.00)	42822.61	18233.15
23	S	-0.00071	0	0.833	30.0	70	0.00041 (0.00041)	647	0.268 (990.00)	9525.03	41947.55
24	S	-0.00006	0	0.833	30.0	70	0.00003 (0.00003)	538	0.018 (990.00)	50472.31	71634.21

**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	2.79	136.3	0.0	-4.8	-132.1	-171.5	2106	91.9
2	S	5.25	206.8	0.0	-59.0	-199.5	-84.0	13990	311.0
3	S	5.25	206.8	0.0	-59.0	-199.5	-84.0	13990	311.0
4	S	5.25	206.8	0.0	-59.0	-199.5	-84.0	13990	311.0
5	S	5.25	206.8	0.0	-59.0	-199.5	-84.0	13990	311.0
6	S	2.92	116.2	0.0	-10.3	-115.5	-183.1	4706	141.4
7	S	5.38	199.8	0.0	-68.8	-190.8	-102.3	14970	318.1
8	S	5.38	199.8	0.0	-68.8	-190.8	-102.3	14970	318.1
9	S	5.38	199.8	0.0	-68.8	-190.8	-102.3	14970	318.1
10	S	5.38	199.8	0.0	-68.8	-190.8	-102.3	14970	318.1
11	S	2.79	136.3	0.0	-4.8	-132.1	-171.5	2106	91.9
12	S	5.25	206.8	0.0	-59.0	-199.5	-84.0	13990	311.0
13	S	5.25	206.8	0.0	-59.0	-199.5	-84.0	13990	311.0
14	S	5.25	206.8	0.0	-59.0	-199.5	-84.0	13990	311.0
15	S	5.25	206.8	0.0	-59.0	-199.5	-84.0	13990	311.0

**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	-0.00003	0	0.833	30.0	70	0.00001 (0.00001)	433	0.006 (0.20)	119728.34	91131.62
2	S	-0.00031	0	0.833	30.0	70	0.00018 (0.00018)	620	0.110 (0.20)	21021.74	49096.14

3	S	-0.00031	0	0.833	30.0	70	0.00018 (0.00018)	620	0.110 (0.20)	21021.74	49096.14
4	S	-0.00031	0	0.833	30.0	70	0.00018 (0.00018)	620	0.110 (0.20)	21021.74	49096.14
5	S	-0.00031	0	0.833	30.0	70	0.00018 (0.00018)	620	0.110 (0.20)	21021.74	49096.14
6	S	-0.00006	0	0.833	30.0	70	0.00003 (0.00003)	521	0.016 (0.20)	81417.73	49109.29
7	S	-0.00036	0	0.833	30.0	70	0.00021 (0.00021)	638	0.132 (0.20)	23265.30	44901.70
8	S	-0.00036	0	0.833	30.0	70	0.00021 (0.00021)	638	0.132 (0.20)	23265.30	44901.70
9	S	-0.00036	0	0.833	30.0	70	0.00021 (0.00021)	638	0.132 (0.20)	23265.30	44901.70
10	S	-0.00036	0	0.833	30.0	70	0.00021 (0.00021)	638	0.132 (0.20)	23265.30	44901.70
11	S	-0.00003	0	0.833	30.0	70	0.00001 (0.00001)	433	0.006 (0.20)	119728.34	91131.62
12	S	-0.00031	0	0.833	30.0	70	0.00018 (0.00018)	620	0.110 (0.20)	21021.74	49096.14
13	S	-0.00031	0	0.833	30.0	70	0.00018 (0.00018)	620	0.110 (0.20)	21021.74	49096.14
14	S	-0.00031	0	0.833	30.0	70	0.00018 (0.00018)	620	0.110 (0.20)	21021.74	49096.14
15	S	-0.00031	0	0.833	30.0	70	0.00018 (0.00018)	620	0.110 (0.20)	21021.74	49096.14

**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	1.05	225.0	0.0	13.7	-216.4	-5.1	---	---
2	S	1.44	225.0	0.0	8.1	-216.4	-5.1	---	---
3	S	1.44	225.0	0.0	8.1	-216.4	-5.1	---	---
4	S	1.44	225.0	0.0	8.1	-216.4	-5.1	---	---
5	S	1.44	225.0	0.0	8.1	-216.4	-5.1	---	---
6	S	1.05	225.0	0.0	13.7	-216.4	-5.1	---	---
7	S	1.44	225.0	0.0	8.1	-216.4	-5.1	---	---
8	S	1.44	225.0	0.0	8.1	-216.4	-5.1	---	---
9	S	1.44	225.0	0.0	8.1	-216.4	-5.1	---	---
10	S	1.44	225.0	0.0	8.1	-216.4	-5.1	---	---
11	S	1.05	225.0	0.0	13.7	-216.4	-5.1	---	---
12	S	1.44	225.0	0.0	8.1	-216.4	-5.1	---	---
13	S	1.44	225.0	0.0	8.1	-216.4	-5.1	---	---
14	S	1.44	225.0	0.0	8.1	-216.4	-5.1	---	---
15	S	1.44	224.5	0.0	8.0	-216.0	-15.2	---	---

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

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

 <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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705009</b>	REV. <b>B</b>

### 8.3 Verifica a taglio

diametro armature trasversale	$\varphi$	12	mm
bracci staffe	bs	4	
area armature trasversale	$A_{sw}$	5	cm <sup>2</sup>
passo staffe	s	20	cm
copriferro netto + staffa + $f_i/2$	$c'$	9	cm
spessore anima sezione rettrangolar	sb	0	cm
sezione	tipo	circolare	
tipologia di varifica taglio	secondo	statica $q=1$	
<b>Direzione Longidinale</b>			
resistenza ridotta	$f'c$	9	Mpa
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	327	cm
larghezza biella	bw	379	cm
inclinazione staffe	$\alpha$	90	gradi
inclinazione biella	$\vartheta$	22	gradi
resistenza puntoni	$V_c$	38660	kN
resistenza staffe	$V_s$	7221	kN
taglio resisitente	$V_r$	7221	kN
taglio massimo agente	$V_{ed}$	6133	kN
	$V_{ed}/V_{rd}$	0.85	
<b>Direzione Trasversale</b>			
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	327	cm
larghezza biella	bw	379	cm
inclinazione biella	$\vartheta$	22	gradi
resistenza puntoni	$V_c$	38660	kN
resistenza staffe	$V_s$	7221	kN
taglio resisitente	$V_r$	7221	kN
taglio massimo agente	$V_{ed}$	6160	kN
	$V_{ed}/V_{rd}$	0.85	

 <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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705009</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 (spirali);*
- *Non è consentito congiungere tra loro i bracci delle staffe per sovrapposizione. Le staffe devono essere chiuse risvoltando i bracci nel nucleo di calcestruzzo mediante la piegatura dei ferri di 135° verso l’interno e per una lunghezza non inferiore a 10 volte il diametro della staffa;*
- *Nella zona di spiccato delle pile e in quella di sommità delle pile a telaio, per un tratto di lunghezza non inferiore a 3 metri non è consentito operare alcun tipo di giunzione delle armature verticali; al di fuori di tale tratto è consentito congiungere, in modo graduale, le barre verticali mediante sovrapposizione o altro. In particolare, le giunzioni devono essere effettuate in modo da interessare non più di 1/3 delle barre longitudinali presenti nella generica sezione, sfalsando due riprese di armatura successive di almeno 40 diametri in senso verticale;*

 <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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705009</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>200</b>	
diametro del ferro longitudinale	fi	<b>30</b>	mm
diametro minimo armatura a taglio	fi	8	mm
passo massimo longitudinale	p	30	cm
area dell'armatura longitudinale	As	141372	mm <sup>2</sup>
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	15900000.00	mm <sup>3</sup>
		<b>0.89%</b>	>0.6%
<b>minimi per confinamento se <math>q \leq 1.5</math></b>			
accelerazione al suolo per SLV	ag	<b>0.15</b>	g
coefficiente di verifica	$\zeta$	0.07	
interasse staffe	s	<b>200</b>	mm
diametro armature trasversale	$\varphi$	<b>12</b>	mm
Area della singola staffa	Asw	1.131	mm <sup>2</sup>
Area totale staffe	Asw	2.26	mm <sup>2</sup>
area totale legature	Asl	12.69	mm <sup>2</sup>
percentuale meccanica arm. Trasv	<b>wwd,r</b>	<b>0.0444</b>	

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m</b>					
	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705009</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>90 di 116</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:

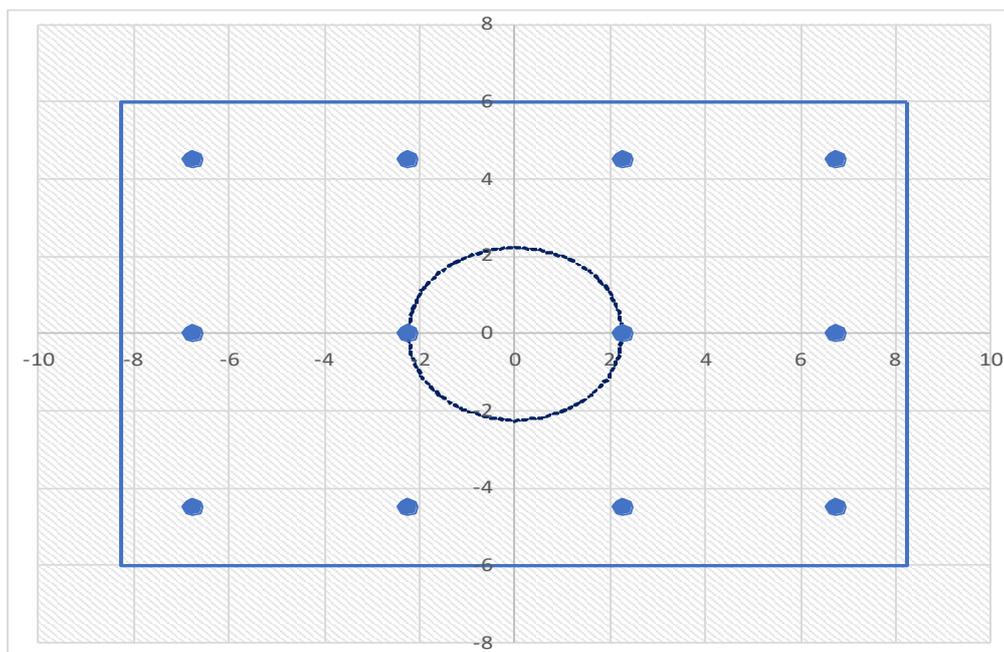
$$E_L \geq 2,30 \cdot \frac{L}{1000} + 0,073 \text{ e } E_L \geq 0,10m$$

<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	1.5	m	
interasse pali	i	4.5	m	
altezza plinto di fondazione	h	3	m	
Check verifica				
sbalzo direzione trasversale	at	4.5	m	
sbalzo direzione longitudinale	al	2.25	m	
direzione trasversale	a/h	1.5	<i>Plinto basso</i>	
direzione longitudinale	a/h	0.75	<i>Plinto basso</i>	



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

Scarichi $q=1.5/1.1$ se plinto snello					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	2.25	4.5	6095.3	4728.7	5751.3
2	2.25	-4.5	4363.5	3095.4	1127.2
3	6.75	4.5	6656.7	6144.3	6221.3
4	6.75	-4.5	4924.9	4511.1	1597.2
5	-6.75	-4.5	3240.7	264.2	187.3
6	-6.75	4.5	4972.6	1897.5	4811.3
7	6.75	0	5790.8	5327.7	3909.2
8	-6.75	0	4106.6	1080.9	2499.3
9	-2.25	0	4668.0	2496.5	2969.3
10	2.25	0	5229.4	3912.1	3439.3
11	-2.25	-4.5	3802.1	1679.8	657.3
12	-2.25	4.5	5534.0	3313.1	5281.3
taglio combinato in			249.9218	632.3847	694.272
Scarichi $q=1$ se plinto tozzo e verifica a taglio					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	2.25	4.5	4397.0	4728.7	5751.3
2	2.25	-4.5	2763.7	3095.4	1127.2
3	6.75	4.5	4867.0	6144.3	6221.3
4	6.75	-4.5	3233.7	4511.1	1597.2
5	-6.75	-4.5	1823.8	264.2	187.3
6	-6.75	4.5	3457.0	1897.5	4811.3
7	6.75	0	4050.3	5327.7	3909.2
8	-6.75	0	2640.4	1080.9	2499.3
9	-2.25	0	3110.4	2496.5	2969.3
10	2.25	0	3580.4	3912.1	3439.3
11	-2.25	-4.5	2293.7	1679.8	657.3
12	-2.25	4.5	3927.0	3313.1	5281.3
taglio combinato in			389.094	632.3847	694.272

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  $45^\circ$  rispetto al diametro del palo più sollecitato, quindi fermata in corrispondenza della pila o della linea media dell'interasse del palo successivo.

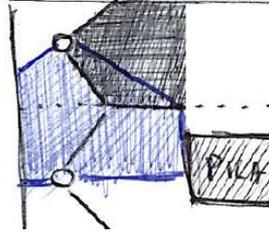


Figura 13 - larghezze di riferimento

### 9.1 Dimensionamento armature

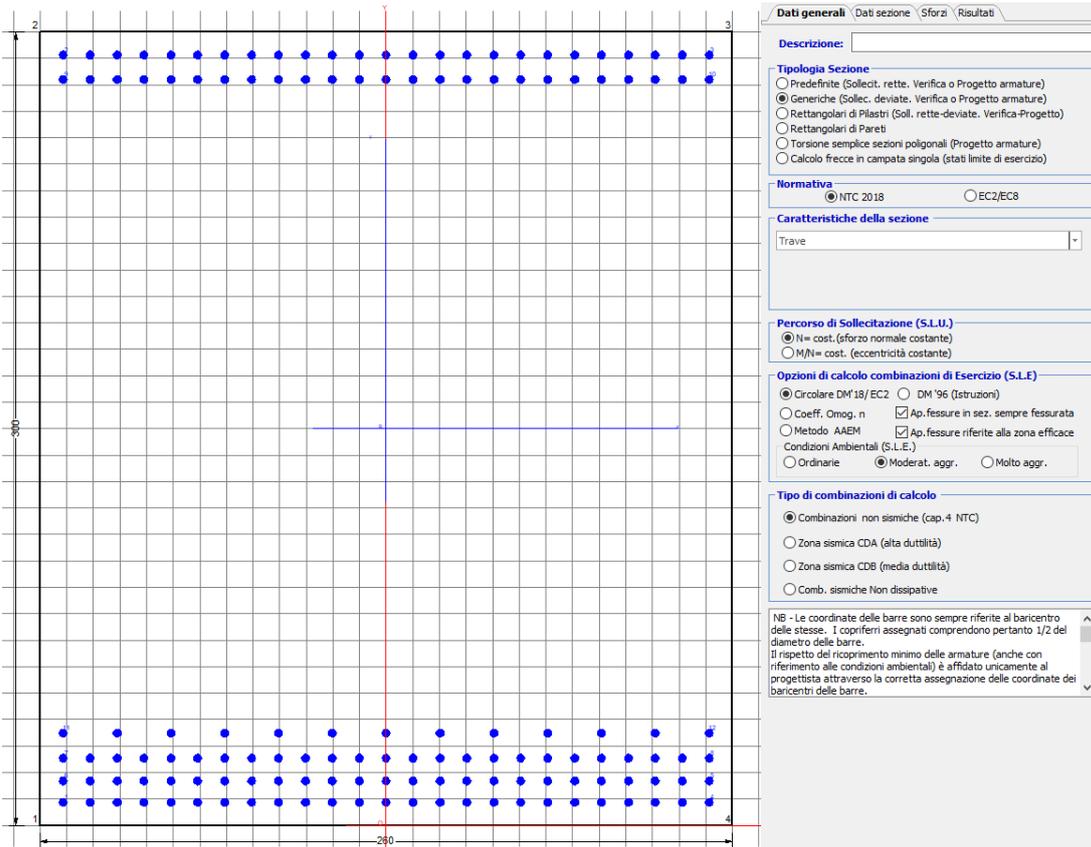
<i>posizione del palo più sollecitato</i>				
coordinata in direzione trasversale		X	6.75	m
coordinata in direzione longitudinale		Y	4.5	m
angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse		$\alpha$	33.6901	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone		L	8.11249	m
altezza della fondazione		h	3	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone		$\vartheta$	20.2944	gradi
reazione in testa palo più sollecitato		Rmax	7495.95	KN
forza di trazione risultante		T	20270.3	KN
proiezione forza di trazione in trasversale		Tt	16865.9	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale		Tl	11243.9	KN
lunghezza collaborante			media 45°	

<i>dimensionamento armature</i>				
area dell'armatura inferiore richiesta in tras		At	43102.2	mm <sup>2</sup>
diámetro armatura		Φ	30	mm
passo armatura trasversale		p	10	cm
numero di strati		ns	3	
lunghezza di collaborazione		L	2.6302	m
numero di ferri per strato		n	26	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	55135	mm <sup>2</sup>
		coef. Sicur	0.78176	
area dell'armatura inferiore richiesta in long		Al	28734.8	mm <sup>2</sup>
diámetro armatura		Φ	30	
passo armatura longitudinale		p	10	cm
numero di strati		ns	2.5	
lunghezza di collaborazione		L	2.625	m
numero di ferri per strato		n	26	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	45945.8	mm <sup>2</sup>
		coef. Sicur	0.62541	
tasso di lavoro armatura allo SLU		σt	305.902	MPa
tasso di lavoro armatura allo SLU		σl	244.721	MPa

## 9.2 Verifica a prsso-flessione

### 9.2.1 Direzione trasversale

Armatura disposta lungo la direzione trasversale all'asse del ponte



### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A. NOME SEZIONE: fondazione X 260x300

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

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50	daN/cm <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	-130.0	0.0
2	-130.0	300.0
3	130.0	300.0
4	130.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

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

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

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

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

6

11

12

11

30

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	26396.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	21602.00	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	18624.00	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	18293.00 (14879.81)	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	10714.00 (14879.81)	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	26396.00	0.00	0.00	64802.53	0.00	2.46622.0(112.0)	
2	S	0.00	21602.00	0.00	0.00	64802.53	0.00	3.00622.0(112.0)	

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

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.127	-130.0	300.0	0.00268	-121.3	291.3	-0.02398	-121.3	8.7
2	0.00350	0.127	-130.0	300.0	0.00268	-121.3	291.3	-0.02398	-121.3	8.7

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000094340	-0.024802089	0.127	0.700
2	0.000000000	0.000094340	-0.024802089	0.127	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	4.24	-130.0	300.0	-125.2	-91.0	8.7	12740	622.0

**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 $A_{c\text{ eff}}$
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\text{ eff}}$ [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max \cdot (e\_sm - e\_cm)$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00065	0	0.879	30.0	72	0.00042 (0.00038)	428	0.180 (990.00)	14879.81	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.17	-130.0	300.0	-123.0	20.2	8.7	12740	622.0

**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	-0.00064	0	0.879	30.0	72	0.00041 (0.00037)	428	0.175 (0.20)	14879.81	0.00

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

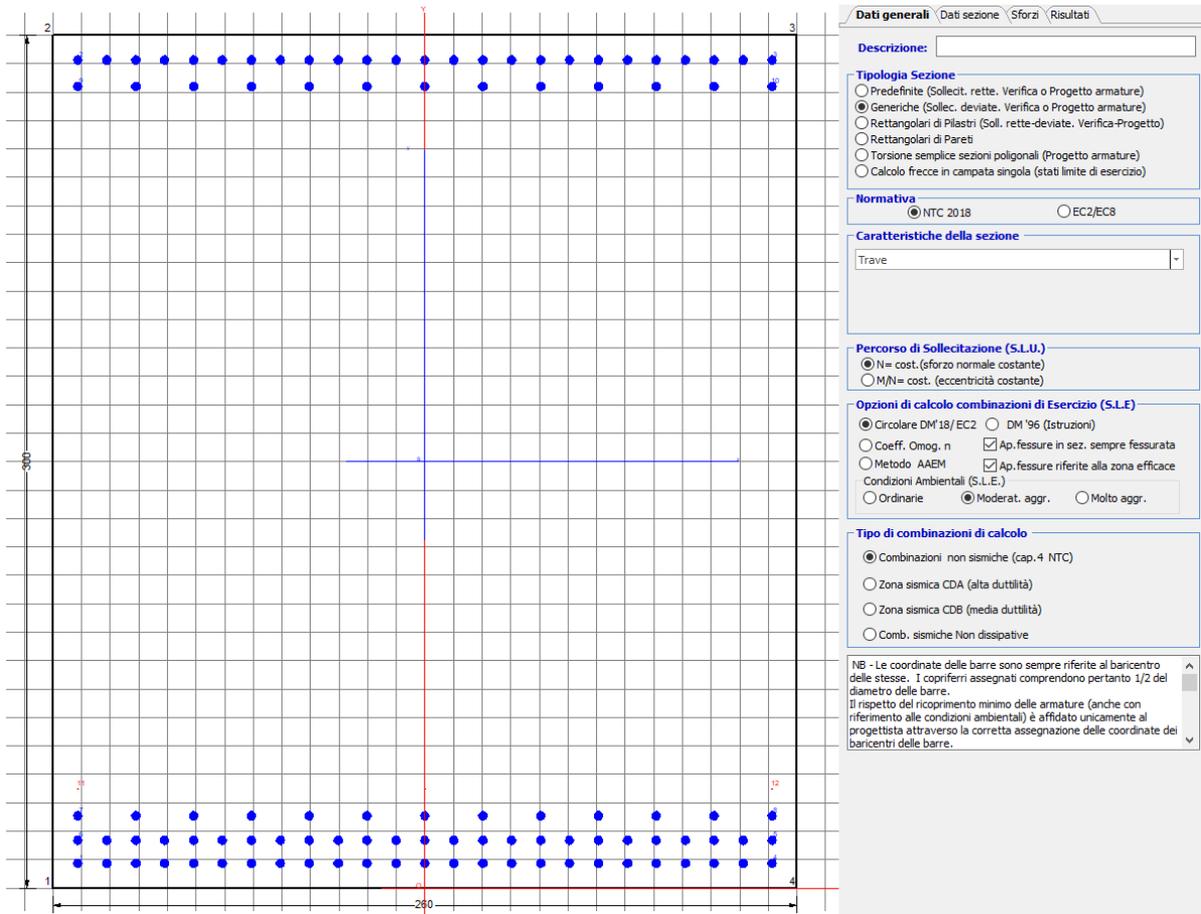
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.44	-130.0	300.0	-72.0	-40.4	8.7	12740	622.0

**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	-0.00038	0	0.879	30.0	72	0.00022 (0.00022)	428	0.095 (0.20)	14879.81	0.00

### 9.2.2 Direzione longitudinale

Armatura disposta lungo la direzione longitudinale all'asse del ponte



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

NOME SEZIONE: fondazione Y 260x300

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50	daN/cm <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	-130.0	0.0
2	-130.0	300.0
3	130.0	300.0
4	130.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

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

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

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

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

5	9	10	11	30
6	11	12	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	17597.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	14402.00	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	12416.00	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	12195.00 (13700.16)	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	7143.00 (13700.16)	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	17597.00	0.00	0.00	47650.07	0.00	2.71445.3(112.0)	
2	S	0.00	14402.00	0.00	0.00	47650.07	0.00	3.31445.3(112.0)	

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

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.095	-130.0	300.0	0.00240	-121.3	291.3	-0.03329	-121.3	8.7
2	0.00350	0.095	-130.0	300.0	0.00240	-121.3	291.3	-0.03329	-121.3	8.7

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000126313	-0.034393816	0.095	0.700
2	0.000000000	0.000126313	-0.034393816	0.095	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	3.20	-130.0	300.0	-111.0	-40.4	8.7	10010	445.3

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00058	0	0.910	30.0	72	0.00033 (0.00033)	453	0.151 (990.00)	13700.16	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.15	-130.0	300.0	-109.0	-10.1	8.7	10010	445.3

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00057	0	0.910	30.0	72	0.00033 (0.00033)	453	0.148 (0.20)	13700.16	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	1.84	-130.0	300.0	-63.8	-30.3	8.7	10010	445.3

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00033	0	0.910	30.0	72	0.00019 (0.00019)	453	0.087 (0.20)	13700.16	0.00

 <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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705009</b>	REV. <b>B</b>

### 9.3 Verifica a punzonamento

perimetro del palo			uo	4.71239	m
diffusione dello sforzo			secondo	NS 3483E	
angolo d'inclinazione superficie			$\vartheta$	45	gradi
perimetro zona critica			u1	21.1115	m
altezza della sezione utile			d	2.61	m
raggio interno			r	0.75	m
raggio esterno			R	3.36	m
ipotenusa triangolo interno del cono			a	3.6911	m
angolo massimo di sviluppo			$\alpha 1$	25	gradi
angolo minimo di sviluppo			$\alpha 2$	-115	gradi
sviluppo della superficie resistente			$\alpha$	1.22173	rad
superficie totale del tronco cono			S1	18.5342	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	7495.95	kN
<b>valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo</b>					
tensione di progetto di verifica su perimetro uo			ved	0.85324	MPa
resistenza associata			vRd,max	5	MPa
				0.17065	
<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			qly	0.00803	
percentuale geometrica armatura fless. long			qlz	0.00671	
percentuale meccanica complessiva			ql	0.01046	
coefficiente			k1	0.1	
tensione di progetto di verifica su perimetro u1			ved	0.56622	MPa
			vRd,c	0.71228	MPa
				0.79494	

 <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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705009</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  $N$ ,  $M_l$ ,  $M_t$  sono lo sforzo normale e i momenti flettenti longitudinale e trasversale agenti al baricentro della palificata,  $n$  è il numero di pali e  $J_l$ ,  $J_t$  sono le inerzie longitudinale e trasversale della palificata

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

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

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

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

### 10.2 Verifica strutturale

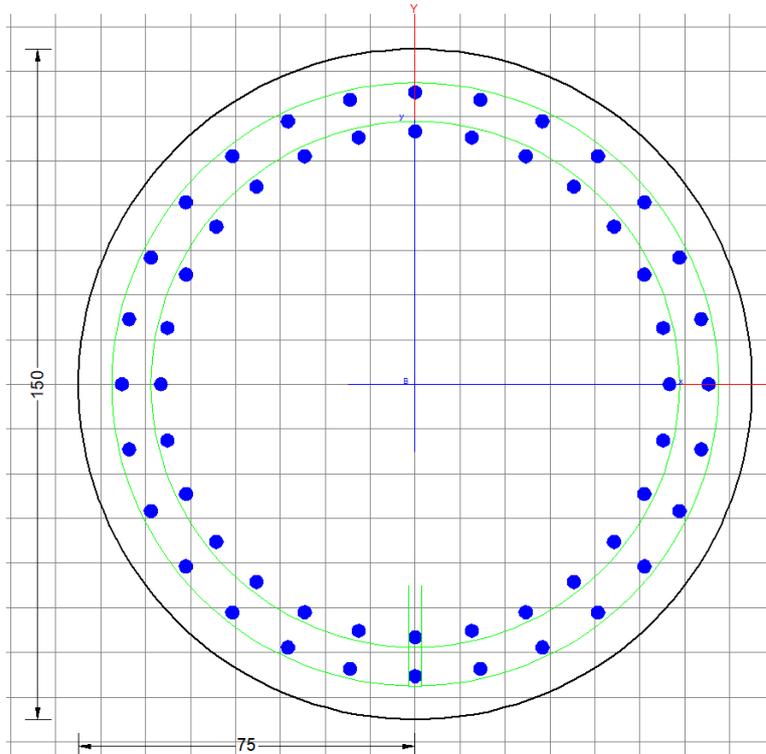
A seconda della verifica di riferimento le sollecitazioni identificate sono riferite ad un fattore di comportamento differente, ottenendo per cui le seguenti ridistribuzioni in testa palo:

Sollecitazioni nel baricentro della fondazione per analisi di presso-flessione

TABELLA PER FLESSIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	<b>60635</b>	2179	1372	57970	37476	
E_103x_SLV_q=1.36_63	39630	4746	1422	67342	17661	
E_103y_SLV_q=1.36_64	39630	2902	2805	26728	51451	
E_103x_SLV_q=1.36_63	39630	4746	1422	<b>67342</b>	17661	
A1_SLU_vento_gr4_12	59149	1758	1965	47562	<b>54203</b>	

Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	2.25	4.5	6940.75	5303.9	6651.78
2	2.25	-4.5	3720.2	1562.68	4009.45
3	6.75	4.5	7495.95	5565.55	7454.79
4	6.75	-4.5	4275.39	1824.33	4812.46
5	-6.75	-4.5	2609.81	1039.38	2403.43
6	-6.75	4.5	5830.36	4780.6	5045.76
7	6.75	0	5885.67	3694.94	6133.63
8	-6.75	0	4220.08	2909.99	3724.59
9	-2.25	0	4775.28	3171.64	4527.6
10	2.25	0	5330.47	3433.29	5330.62
11	-2.25	-4.5	3165	1301.03	3206.44
12	-2.25	4.5	6385.56	5042.25	5848.77
taglio equivalente			214.563	412.915	219.71
alfa derivante dall'analisi geotecnica				$\alpha$	3.44
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	7496	182	114	545	343
combo2	5566	396	119	1187	356
combo3	7455	146	164	439	491
combo4	1039	396	119	1187	356



**Dati generali** | Dati sezione | Sforza | Risultati

Descrizione:

**Tipologia Sezione**

Predefinite (Sollecit. rette, Verifica o Progetto armature)

Generiche (Sollec. deviate, Verifica o Progetto armature)

Rettangolari di Pilastri (Soli, rette-deviate, Verifica-Progetto)

Rettangolari di Pareti

Torsione sezioni poligonali (Progetto armature)

Calcolo frecce in campata singola (stati limite di esercizio)

**Normativa**

NTC 2018  EC2/EC8

**Caratteristiche della sezione**

Pilastro

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

N= cost. (sforzo normale costante)

M/N= cost. (eccentricità costante)

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

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

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

Metodo AEM  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 CD8 (media duttilità)

Comb. sismiche Non dissipative

NB - Le coordinate delle barre sono sempre riferite al baricentro delle stesse. I copriferri 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 1.5**

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

### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	$\emptyset$
1	0.0	0.0	65.3	40	30
2	0.0	0.0	56.6	40	30

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	6794.02	499.47	889.33	0.00	0.00
2	2578.69	309.88	357.86	0.00	0.00
3	6656.74	621.96	593.55	0.00	0.00
4	6794.02	499.47	889.33	0.00	0.00
5	6656.74	621.96	593.55	0.00	0.00
6	6794.02	499.47	889.33	0.00	0.00
7	5489.57	1822.03	631.36	0.00	0.00
8	918.98	1822.03	631.36	0.00	0.00
9	5489.57	1822.03	631.36	0.00	0.00
10	5433.16	969.82	1450.27	0.00	0.00
11	5489.57	1822.03	631.36	0.00	0.00
12	5433.16	969.82	1450.27	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	4817.99	344.38	584.35
2	1977.39	344.38	572.98
3	4727.33	428.89	382.23
4	4817.99	344.38	584.35
5	4727.33	428.89	382.23
6	4817.99	344.38	584.35
7	4885.29	1079.01	374.39
8	1443.13	1079.01	374.39
9	4562.97	1079.01	374.39
10	4410.31	534.90	805.70
11	4562.97	1191.35	374.39
12	4410.31	534.90	1067.79

#### 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	4817.99	344.38 (0.00)	584.35 (0.00)
2	1977.39	344.38 (1851.16)	572.98 (3079.96)
3	4817.99	344.38 (0.00)	584.35 (0.00)
4	4817.99	344.38 (0.00)	584.35 (0.00)
5	4817.99	344.38 (0.00)	584.35 (0.00)
6	4817.99	344.38 (0.00)	584.35 (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	3280.08	0.49 (0.00)	99.17 (0.00)
2	3007.54	0.49 (0.00)	99.17 (0.00)
3	3280.08	0.49 (0.00)	99.17 (0.00)
4	3280.08	0.49 (0.00)	99.17 (0.00)
5	3280.08	0.49 (0.00)	99.17 (0.00)
6	3280.08	0.49 (0.00)	99.17 (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	6794.02	499.47	889.33	6793.92	5590.44	9958.14	11.20	565.5(53.0)
2	S	2578.69	309.88	357.86	2578.75	7133.65	8235.28	23.02	565.5(53.0)
3	S	6656.74	621.96	593.55	6656.87	8253.91	7879.79	13.27	565.5(53.0)
4	S	6794.02	499.47	889.33	6793.92	5590.44	9958.14	11.20	565.5(53.0)
5	S	6656.74	621.96	593.55	6656.87	8253.91	7879.79	13.27	565.5(53.0)
6	S	6794.02	499.47	889.33	6793.92	5590.44	9958.14	11.20	565.5(53.0)
7	S	5489.57	1822.03	631.36	5489.80	10683.02	3702.92	5.86	565.5(53.0)
8	S	918.98	1822.03	631.36	918.81	9982.80	3458.96	5.48	565.5(53.0)
9	S	5489.57	1822.03	631.36	5489.80	10683.02	3702.92	5.86	565.5(53.0)
10	S	5433.16	969.82	1450.27	5433.26	6281.41	9390.47	6.48	565.5(53.0)
11	S	5489.57	1822.03	631.36	5489.80	10683.02	3702.92	5.86	565.5(53.0)
12	S	5433.16	969.82	1450.27	5433.26	6281.41	9390.47	6.48	565.5(53.0)

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

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	65.4	0.4	0.00300	58.2	29.6	-0.00367	-58.2	-29.6
2	0.00350	56.7	0.4	0.00291	46.2	46.2	-0.00492	-46.2	-46.2
3	0.00350	51.8	0.4	0.00300	46.2	46.2	-0.00370	-46.2	-46.2
4	0.00350	65.4	0.4	0.00300	58.2	29.6	-0.00367	-58.2	-29.6
5	0.00350	51.8	0.4	0.00300	46.2	46.2	-0.00370	-46.2	-46.2
6	0.00350	65.4	0.4	0.00300	58.2	29.6	-0.00367	-58.2	-29.6
7	0.00350	24.6	70.9	0.00298	20.2	62.1	-0.00402	-20.2	-62.1
8	0.00350	24.6	70.9	0.00287	20.2	62.1	-0.00554	-20.2	-62.1
9	0.00350	24.6	70.9	0.00298	20.2	62.1	-0.00402	-20.2	-62.1
10	0.00350	62.3	41.5	0.00298	52.8	38.4	-0.00403	-52.8	-38.4
11	0.00350	24.6	71.6	0.00298	20.2	62.1	-0.00402	-20.2	-62.1
12	0.00350	62.3	33.6	0.00298	52.8	38.4	-0.00403	-52.8	-38.4

**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	0.000044555	0.000025023	-0.000332615	----	----
2	0.000045399	0.000039312	-0.001004099	----	----
3	0.000035456	0.000037153	-0.000351743	----	----
4	0.000044555	0.000025023	-0.000332615	----	----
5	0.000035456	0.000037153	-0.000351743	----	----
6	0.000044555	0.000025023	-0.000332615	----	----
7	0.000017541	0.000050622	-0.000518092	----	----
8	0.000021109	0.000060918	-0.001335357	----	----
9	0.000017541	0.000050622	-0.000518092	----	----
10	0.000044617	0.000029836	-0.000525560	----	----
11	0.000017541	0.000050622	-0.000518092	----	----
12	0.000044617	0.000029836	-0.000525560	----	----

**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	3.09	64.6	0.0	11.3	-58.2	-29.6	----	----
2	S	2.04	64.3	0.0	-6.1	-58.2	-29.6	496	14.1
3	S	2.87	49.9	0.0	13.3	-46.2	-46.2	----	----
4	S	3.09	64.6	0.0	11.3	-58.2	-29.6	----	----
5	S	2.87	49.9	0.0	13.3	-46.2	-46.2	----	----
6	S	3.09	64.6	0.0	11.3	-58.2	-29.6	----	----
7	S	3.98	24.6	0.0	0.4	-20.2	-62.1	0	0.0
8	S	3.08	24.6	0.0	-34.5	-20.2	-62.1	1741	99.0
9	S	3.86	24.6	0.0	-1.6	-20.2	-62.1	529	21.2
10	S	3.47	62.5	0.0	2.0	-52.8	-38.4	0	0.0
11	S	4.08	22.5	0.0	-4.6	-20.2	-62.1	377	7.1
12	S	3.91	67.1	0.0	-4.1	-58.2	-29.6	362	7.1

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
2	S	-0.00004	0	0.833	30.0	82	0.00002 (0.00002)	577	0.011 (990.00)	1851.16	3079.96

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	-0.00002	0	0.833	30.0	82	0.00002 (0.00002)	0	0.003 (990.00)	11633.52	4036.55
8	S	-0.00020	0	0.833	30.0	82	0.00010 (0.00010)	428	0.044 (990.00)	1778.02	616.93
9	S	-0.00003	0	0.602	30.0	82	0.00000 (0.00000)	432	0.002 (990.00)	7658.48	2657.31
10	S	-0.00001	0	0.602	30.0	82	0.00000 (0.00000)	0	0.003 (990.00)	14202.20	21392.24
11	S	-0.00005	0	0.743	30.0	82	0.00001 (0.00001)	683	0.009 (990.00)	5472.32	1719.71
12	S	-0.00004	0	0.742	30.0	82	0.00001 (0.00001)	666	0.008 (990.00)	2657.89	5305.80

**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	3.09	64.6	0.0	11.3	-58.2	-29.6	---	---
2	S	2.04	64.3	0.0	-6.1	-58.2	-29.6	496	14.1
3	S	3.09	64.6	0.0	11.3	-58.2	-29.6	---	---
4	S	3.09	64.6	0.0	11.3	-58.2	-29.6	---	---
5	S	3.09	64.6	0.0	11.3	-58.2	-29.6	---	---
6	S	3.09	64.6	0.0	11.3	-58.2	-29.6	---	---

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	-0.00004	0	0.833	30.0	82	0.00002 (0.00002)	577	0.011 (0.20)	1851.16	3079.96
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	1.44	75.0	0.0	16.4	-65.3	0.0	---	---
2	S	1.33	75.0	0.0	14.9	-65.3	0.0	---	---
3	S	1.44	75.0	0.0	16.4	-65.3	0.0	---	---
4	S	1.44	75.0	0.0	16.4	-65.3	0.0	---	---
5	S	1.44	75.0	0.0	16.4	-65.3	0.0	---	---
6	S	1.44	75.0	0.0	16.4	-65.3	0.0	---	---

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

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

 <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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705009</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	60635	2179	1372	57970	37476	
E_103x_SLV_q=1_66	39630	<b>5704</b>	1633	88471	22831	
E_103y_SLV_q=1_67	39630	3189	<b>3507</b>	33067	68683	
E_103x_SLV_q=1_66	39630	5704	1633	88471	22831	
E_103y_SLV_q=1_67	39630	3189	3507	33067	68683	

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	T <sub>x</sub>	5704	3189
sollecitazione massima direzione y	T <sub>y</sub>	1633	3507
vettore complessivo, singolo palo	T	494	395

Progetto armature

diametro armature trasversale	$\varphi$	12	mm
bracci staffe	bs	2	
diametro pali	R	0.8	m
area armature trasversale	A <sub>sw</sub>	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	110.4	cm
larghezza biella	bw	126.1	cm
inclinazione staffe	$\alpha$	90	gradi
inclinazione biella	$\beta$	22	gradi
resistenza puntoni	V <sub>c</sub>	4436	kN
resistenza staffe	V <sub>s</sub>	1221	kN
taglio resisistente	V <sub>r</sub>	1221	kN
taglio massimo agente	V <sub>ed</sub>	494	kN
	V <sub>ed</sub> /V <sub>rd</sub>	0.40	

## 11. INCIDENZE

Baggioli/Ritegni	350 kg/mc
Pulvino	180 kg/mc
Fusto Pila	100 kg/mc
Plinto di fondazione	200 kg/mc
Pali di fondazione	primo tratto 265 kg/mc