

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)**

**VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario - sviluppo complessivo 780m**

*Relazione di calcolo Pile - P23*

SCALA:

-

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

**RS3T    30    D    09    CL    VI0805    005    B**

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

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

File: RS3T30D09CLVI0805005B

n. Elab.: 09\_185\_4

 <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>VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0805005</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 .....	24
5.6.1	<i>Forza centrifuga</i> .....	24
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>Risposta sismica locale</i> .....	39
5.7.4	<i>Calcolo dell'azione Sismica</i> .....	39
5.7.5	<i>Check analisi statica</i> .....	41
5.7.6	<i>Analisi statica equivalente</i> .....	42
5.7.7	<i>Analisi dinamica modale</i> .....	43
5.8	Azione idrostatica .....	44
6.	SOLLECITAZIONI.....	47
6.1	Combinazioni di carico .....	47

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P23	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0805005</b>	REV. <b>B</b>

6.1.1	Configurazione 1 .....	47
6.1.2	Configurazione 2 .....	53
6.1.3	Configurazione 3 .....	59
6.2	Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni .....	65
6.2.1	Stati limiti di esercizio .....	65
6.2.2	Stati limiti ultimi .....	71
7.	VERIFICHE STRUTTURALI.....	74
8.	FUSTO PILA .....	74
8.1	Modellazione .....	76
8.2	Verifica a presso flessione .....	76
8.3	Verifica a taglio .....	85
8.4	Verifica minimi di armatura .....	86
8.5	Verifica spostamenti.....	88
9.	PULVINO.....	89
9.1	Progettazione armatura principale e secondaria.....	90
9.2	Verifica dei nodi.....	91
10.	PLINTO DI FONDAZIONE.....	92
10.1	Dimensionamento armature .....	94
10.2	Verifica a presso-flessione.....	96
10.2.1	Direzione trasversale.....	96
10.2.2	Direzione longitudinale.....	101
10.3	Verifica a punzonamento .....	106
11.	PALI DI FONDAZIONE.....	107
11.1	Ridistribuzione sollecitazioni testa palo .....	107
11.2	Verifica strutturale .....	107
11.3	Verifica a taglio.....	115
12.	INCIDENZE .....	116

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P23	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0805005</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 VI08 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 23 che rappresenta la tipologica per tutte le pile di altezza inferiore od uguale a 12.3m e variazione di luce 40-50m.

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

### 1.1 Descrizione dell'opera

Il viadotto VI08 attraversa un corso d'acqua maggiore e corre parallelamente alla linea torica. Il viadotto è a doppio binario, ha uno sviluppo complessivo di 780m, ed è costituito da 26 campate isostatiche di luce 25m, 40 e 50m (asse pila-asse pila/ asse pila-asse giunto spalla). Le campate da 25 m sono realizzate con un impalcato in cap a due trave, mentre le campate da 40m e 50m sono realizzare con impalcato misto a due travi.

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

Il plinto presenta uno spessore di 3metri e una pianta rettangolare di 13.2x9.6, mentre le fondazioni previste sono su pali in c.a. di grande diametro F1200 sia per le pile che per le spalle. Il numero di pali pari a 12 e disposti ad interessa minimi di 3.6m. Si è assunta una distanza dal bordo degli stessi di 1.25 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.



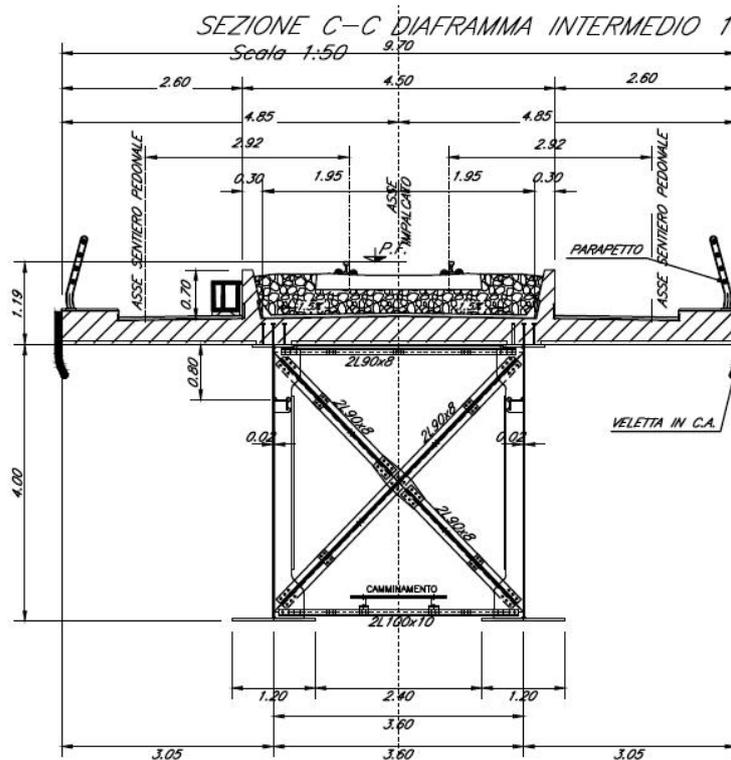
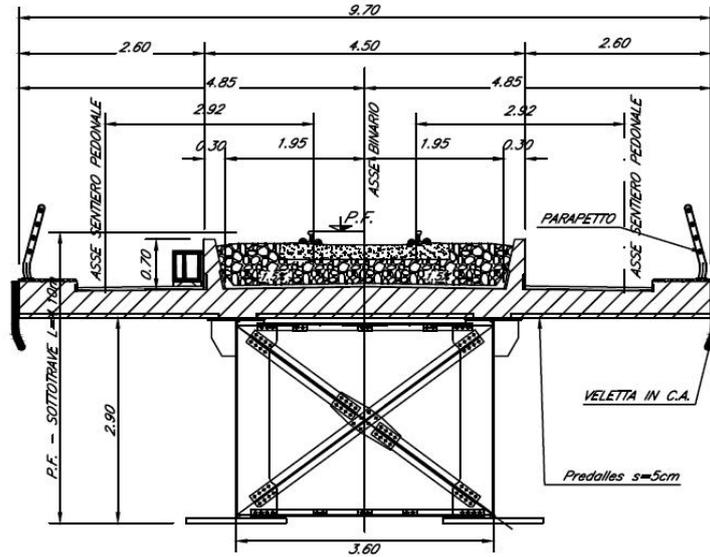


Figura 2: sezione trasversale impalcato

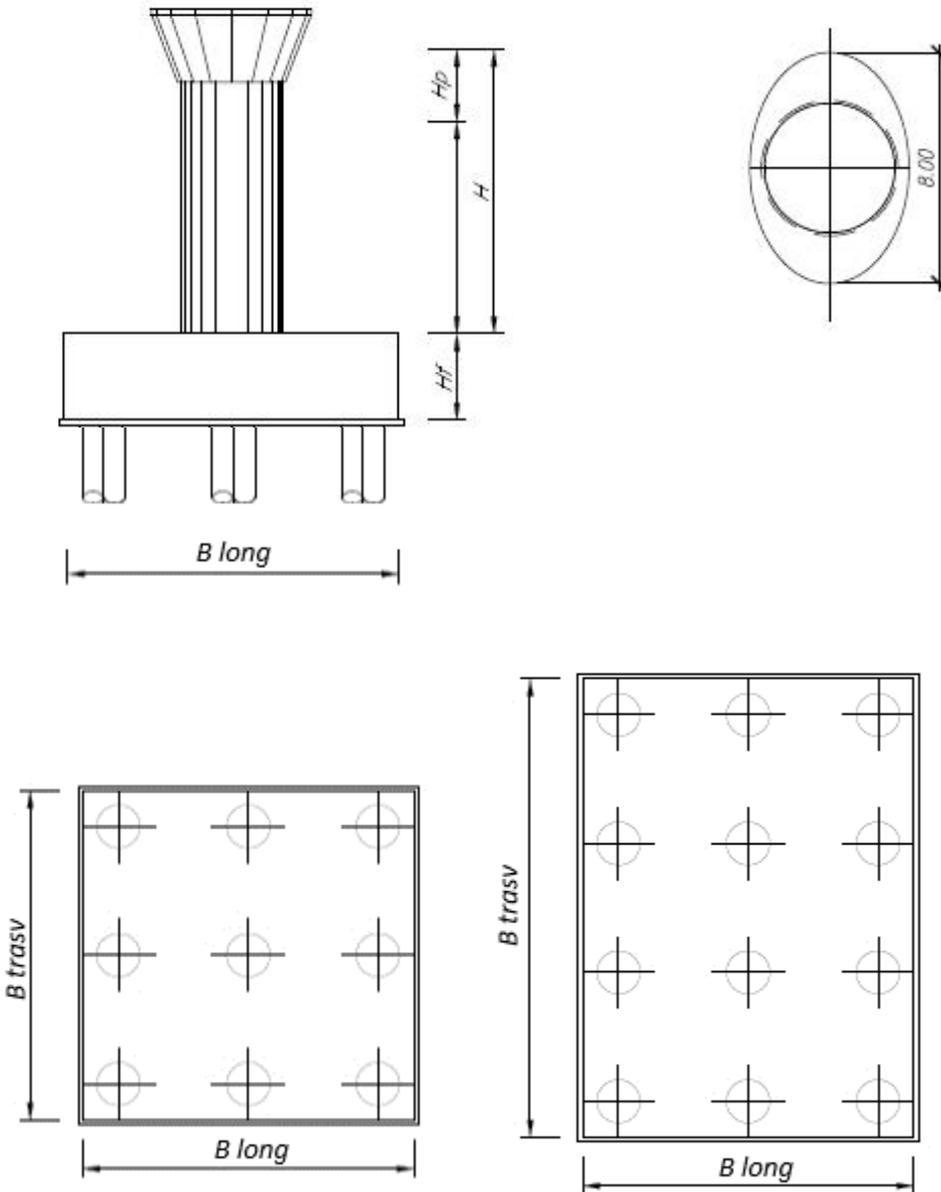


Figura 3: pila e fondazione

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P23	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0805005</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>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>VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0805005</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.		R <sub>ck</sub>	<b>40</b>	<i>MPa</i>
modulo elastico		E <sub>c</sub>	<b>33346</b>	<i>MPa</i>
resistenza media cilindrica a comp.		f <sub>cm</sub>	<b>40</b>	<i>MPa</i>
resistenza cilindrica caratteristica a comp.		f <sub>ck</sub>	<b>32</b>	<i>MPa</i>

- Acciaio ordinario per calcestruzzo armato

denominazione tipo d'acciaio		nome	<b>B450</b>	
modulo elastico		E <sub>s</sub>	<b>210000</b>	<i>MPa</i>
tensione media di snervamento		f <sub>ym</sub>	<b>480</b>	<i>MPa</i>
tensione caratteristica di snervamento		f <sub>yk</sub>	<b>450</b>	<i>MPa</i>
tensione di snervamento di calcolo		f <sub>yd</sub>	<b>391.30</b>	<i>MPa</i>
tensione caratteristica a rottura		f <sub>tk</sub>	<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 "Specifica 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 f<sub>ck</sub>
- per combinazione quasi permanente : 0.40 f<sub>ck</sub>

 <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>VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P23	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0805005</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:

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

### 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>VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P23	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0805005</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 3.5m, una altezza complessiva di 12.30m. Il pulvino è costituito da una sezione piena ellissoidale ed altezza variabile in funzione del tipo d’impalcato. Nei calcoli si è incrementato del 10% la massa del pulvino per tener conto di velette, baggioli e ritegni. Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 1200mm collegate in testa da una platea di spessore 3m.

<b>PILA</b>						
altezza pila- estradosso fond/estradosso pulvino				Hp	12.3	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	1.75	m
area della sezione				A	9.621	m <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale				I11	7.366	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale				I22	7.366	m <sup>4</sup>
calcestruzzo				fck	32	MPa
massa pulvino				mp	2477	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	1917	kN
<b>FONDAZIONE</b>						
asse minore ellisse				a	13.2	m
asse maggiore ellisse				b	9.6	m
altezza della fondazione				h	3	m
altezza terreno di ricoprimento				ht	5.2	m
area netta per calcolo ricoprimento				A	117.1	m <sup>3</sup>
peso di vulume 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>VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P23	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0805005</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
SLE_qp_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
E_103x_	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	1	0.3	0.3	1
E_103y_	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	0.3	1	0.3	1
E_103z_	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	0.3	0.3	1	1

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

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

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

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

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

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

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

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

 <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>VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0805005</b>	REV. <b>B</b>

## 5. ANALISI DEI CARICHI

### 5.1 Peso proprio elementi strutturali

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

viadotto a binario					Singolo		
lato impalcato					<b>SX</b>		<b>DX</b>
tipologia di impalcato					2TR		2TR
luce impalcato					40	m	50
							m
<b>DATI DI INPUT FOGLIO VERIFICHE</b>							
altezza cassoncino			h		1.8	m	2.8
spessore medio soletta			s		0.35	m	0.4
estradosso impalcato			H		2.15	m	3.2
spessore ballast + rotaia			hb		0.88	m	0.88
altezza PF da estradosso trave			h2		1.225	m	1.19
							m
lunghezza travata			L		40	m	49.6
luce appoggi travata			La		38	m	48
larghezza totale impalcato			B		9.7	m	
peso permanente strutturale			G1		4978	kN	6544
peso permanenti non strutt			G2		4674	kN	5570
							kN

<b>Altezze da intradosso del cassoncino</b>							
baricentro del cassoncino			gc		0.76	m	1.12
area cassoncino			Ac		0.11	m <sup>2</sup>	0.12
baricentro della soletta			gs		2.04	m	2.33
area soletta			As		1.88	m <sup>2</sup>	3.00
							m <sup>2</sup>
baricentro sezione trave+soletta		(da intradosso trave)	Gb1		1.70	m	2.09
baricentro del ballast		(da intradosso trave)	Gb2		2.59	m	3.64
altezza piano del ferro		(da intradosso trave)	H		3.025	m	3.99
baricentro treno		(da intradosso trave)	Gb3		4.825	m	5.79
							m

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P23	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0805005</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:

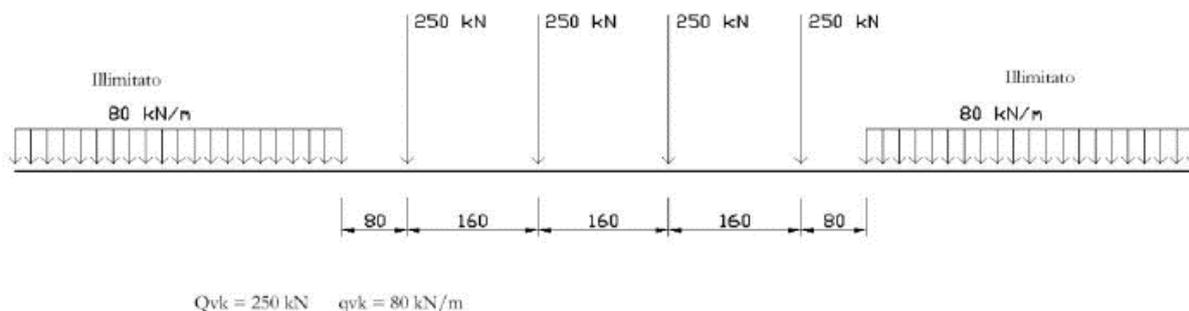
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	5761	940
scarichi estradosso Pila - G2	5122	538
scarichi estradosso Fondazione - G1	10431	940
scarichi estradotto Fondazione - G2	5122	538
scarichi sui Pali - G1	31504	940
scarichi sui Pali - G2	5122	538

## 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;

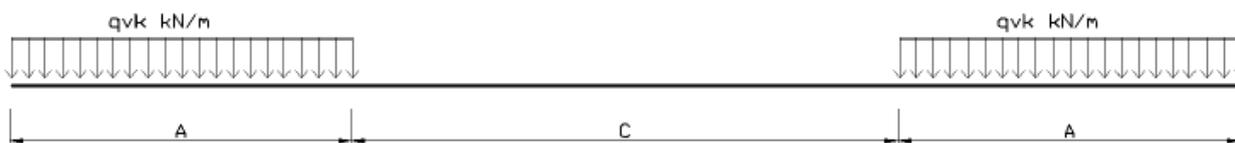
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 <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>VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P23	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0805005</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>VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P23	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0805005</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	5197	431	520
COMBO ML	3356	4028	336
COMBO MT	5197	431	520

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

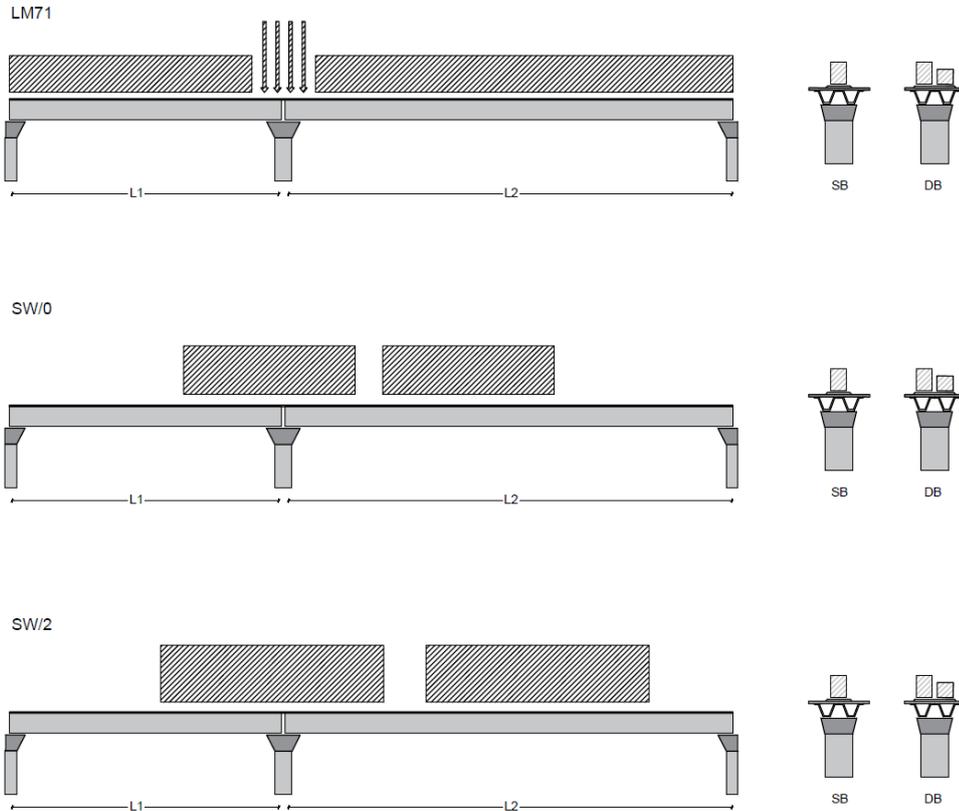


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

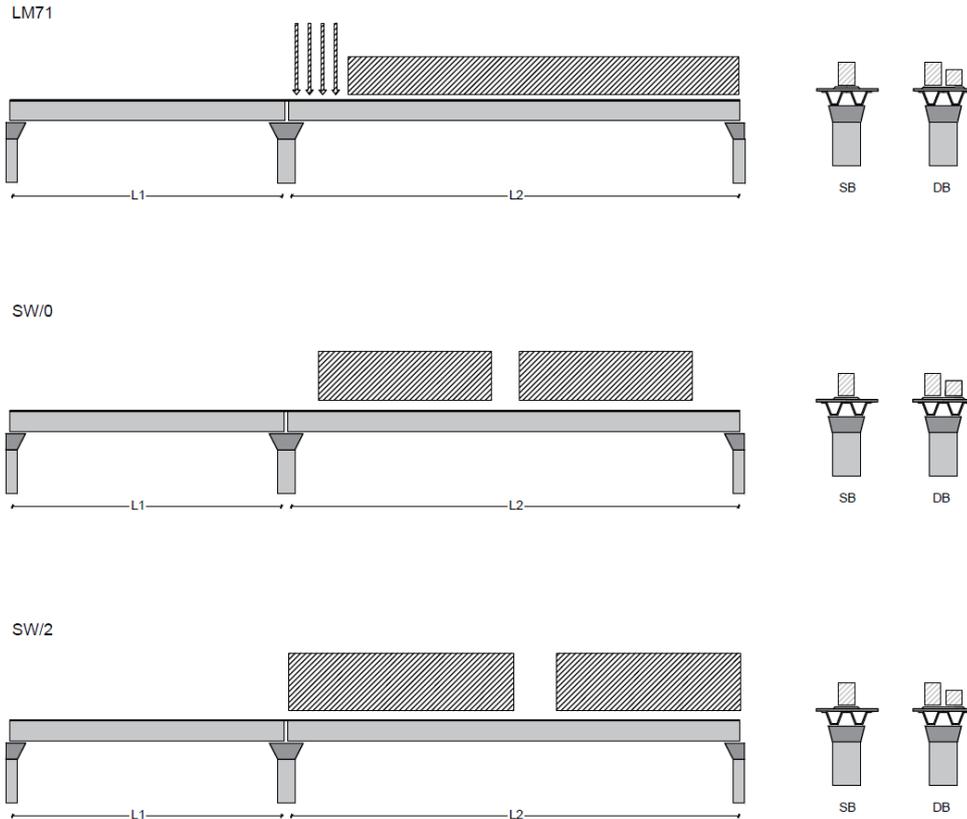


Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

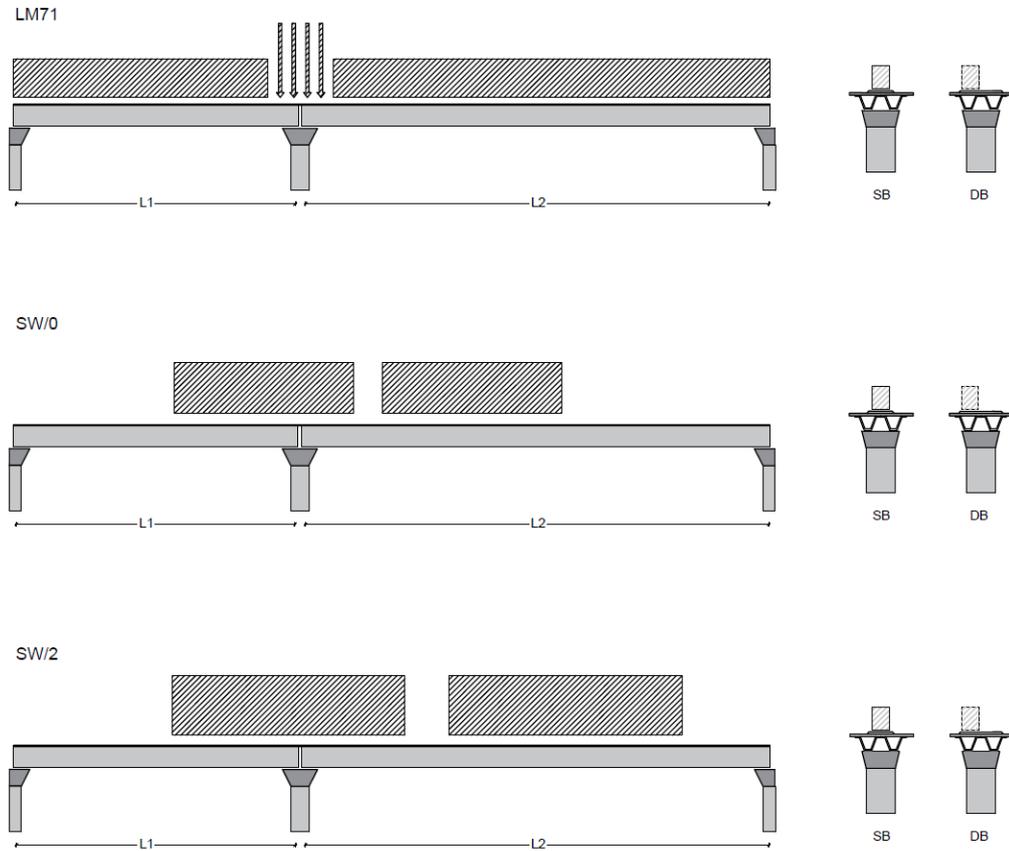


Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

## 5.6 Carichi da traffico orizzontali

### 5.6.1 Forza centrifuga

raggio di curvatura					R	725	m
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					V <sub>max</sub>	160	km/h
						SX	
lunghezza di influenza della parte curva del binario					L <sub>f</sub>	38	m
fattore di riduzione funzione della L <sub>f</sub> e della V					f	0.801794	
<b>LM71 e SW/0</b>							
Per i modelli di carico LM71 e SW l'azione centrifuga si dovrà determinare partendo dall'espressione generale ai valori di V, α, e f in base al contenuto della tabella 1.4.3.1-1 seguente.							
<b>LM71 caso a</b>							
velocità massima					V <sub>max</sub>	120	
fattore di riduzione funzione della L <sub>f</sub> e della V					f	1.00	
coefficiente di adattamento					a	1.10	
valore caratteristico dei carichi verticali					Q <sub>vk</sub>	300.3	kN x asse
valore caratteristico dei carichi verticali					q <sub>vk</sub>	96.1	kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga					Q <sub>tk</sub>	<b>51.7</b>	kN x asse
valore caratteristico della forza centrifuga					q <sub>tk</sub>	<b>16.5</b>	kN/m
<b>LM71 caso b</b>							
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					V <sub>max</sub>	160	
fattore di riduzione funzione della L <sub>f</sub> e della V					f	0.80	
coefficiente di adattamento					a	1.0	

	valore caratteristico dei carichi verticali			Qvk	273.0	kN x asse
	valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	87.4	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			Qtk	<b>60.9</b>	kN x asse
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	<b>19.5</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>163.82</b>	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	<b>17.79</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	17.792255	0	17.7923	797.093	5045.6

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P23	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0805005</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>VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0805005</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>VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P23	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0805005</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>5761</b>	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg2	<b>5122</b>	kN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili		Vq	<b>6979</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>366.2</b>	kN
momento longitudinale in testa pila		M	<b>164.8</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>385</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	12.3	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	12.75	m
	altezza di riferimento	z	17.195	m
	coefficiente di topografia	ct	1	
	coefficiente di esposizione	ce	2.71	
	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	1450.34	n/m <sup>2</sup>
	larghezza impalcato	d	9.7	m
	altezza impalcato+soletta	z3	3.89	m
	armamento	z4	0.88	m
	altezza treno	z5a	4	m
	altezza barriere	z5b	5	m
	altezza di impatto treno o barriere	htot	8.89	m
		d/h	1.09111	
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.09994	
	forza trasversale	fx	27.1	
	forza equivalente in testa pila	Fx	1213.0	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	5937.6	kn/m

ponte scarico						
	altezza di impatto treno o barriere	htot	8.77	m		
	rapporto geometrico	d/h	1.10604			
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.09584			
	forza trasversale	fx	26.7			
	forza equivalente in testa pila	Fx	1066.3	kN		
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	5155.7	kn/m		
VENTO SULLA PILA						
direzione trasversale						
	altezza di riferimento	z	12.3	m		
	coefficiente di topografia	ct	1			
	coefficiente di esposizione	ce	2.48534			
	densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m3		
	pressione statica di riferimento	qr	535.732	n/m2		
	pressione statica di picco	qpicco	1450.34	n/m2		
			1.45034	Kpa		
	tipologia di sezione		circolare			
	larghezza trasversale pila	b	0	m		
	larghezza longitudinale pila	d	0	m		
	raggio della sezione	R	1.75	m		
	rapporto geometrico	b/d	0.1			
	rapporto geometrico	r/b	0.1			
	coefficiente di forza trasversale sez. ret.	cf,0	2			
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.75			
	viscosità cinematica dell'aria	$\nu$	1.5E-05	m/s		
	numero di Reynolds	Re	9247058			
	materiale pila		cls ruvido			
	rugosità equivalente	k	1	mm		
	rapporto	k/b	0.00057			

	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.90878	
	rapporto geometrico	l/b	3.51429	
	snellezza effettiva	$\lambda$	3.51429	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.65191	
	forza trasversale	f tras	<b>0.9</b>	
	forza equivalente in testa pila	F tras	<b>10.6</b>	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	<b>7.4</b>	m
direzione longitudinale				
	tipolgoia di sezione		circolare	
	larghezza trasversale pila	b	0	m
	larghezza longitudinale pila	d	0	m
	raggio della sezione	R	1.75	m
	rapporto geometrico	b/d	0.1	
	rapporto geometrico	r/b	0.1	
	coefficiente di forza longitu sez.ret	cf,0	2	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.75	
	coefficiente di forza trasversale sez.circ.	cf,0	0.90878	
	rapporto geometrico	l/b	3.51429	
	snellezza effettiva	$\lambda$	3.51429	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.65191	
	forza longitudinale	f lon	0.85924	
	forza equivalente in testa pila	F lon	10.5687	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	7.38	m

## 5.7 Azione Sismica

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 17 gennaio 2018 e relativa circolare applicativa.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P23	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0805005</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.

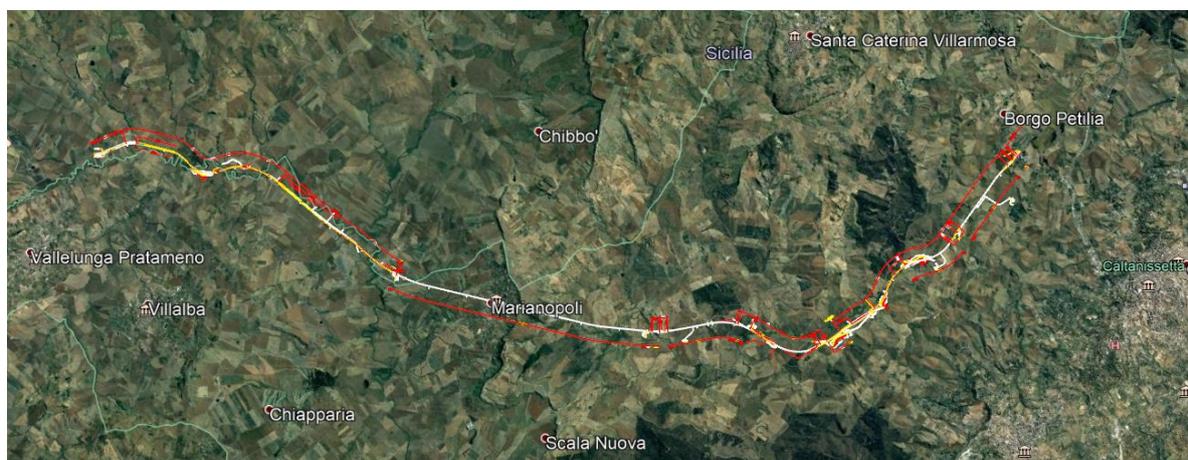


Figura 4 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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>VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0805005</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.

Area del grafico

## FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:  LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE:  PROVINCIA:  COMUNE:

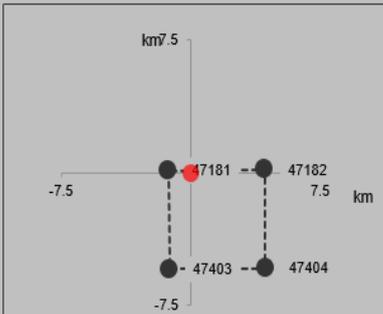
Elaborazioni grafiche

- 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

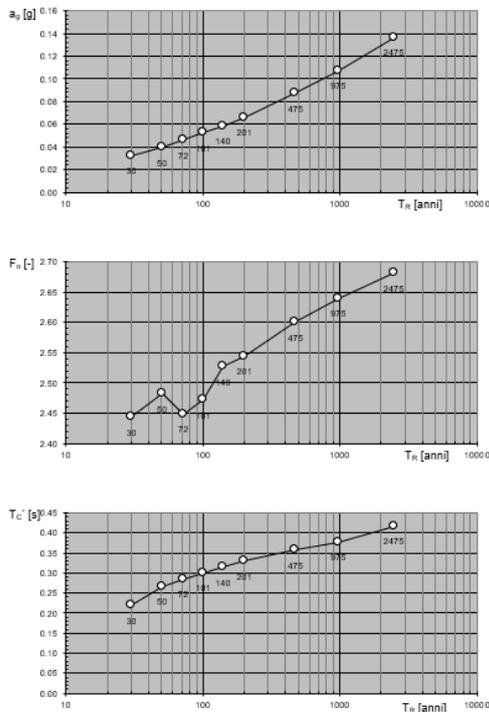
Interpolazione:

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

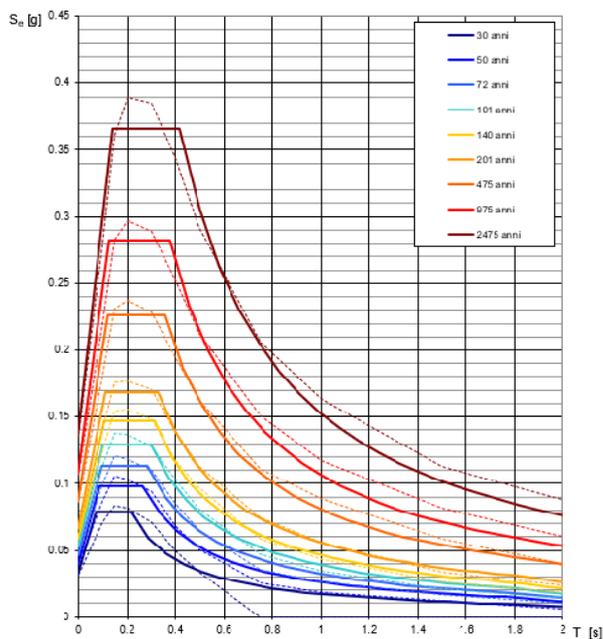
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri\_NTC"

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

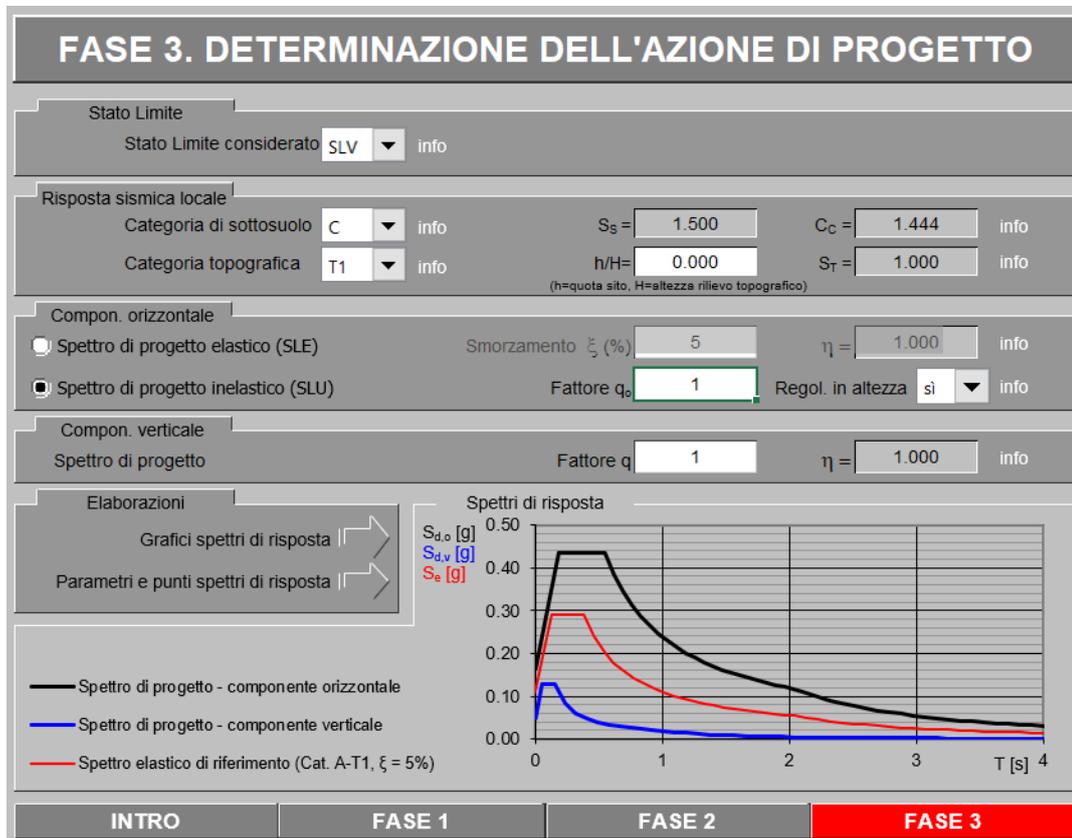
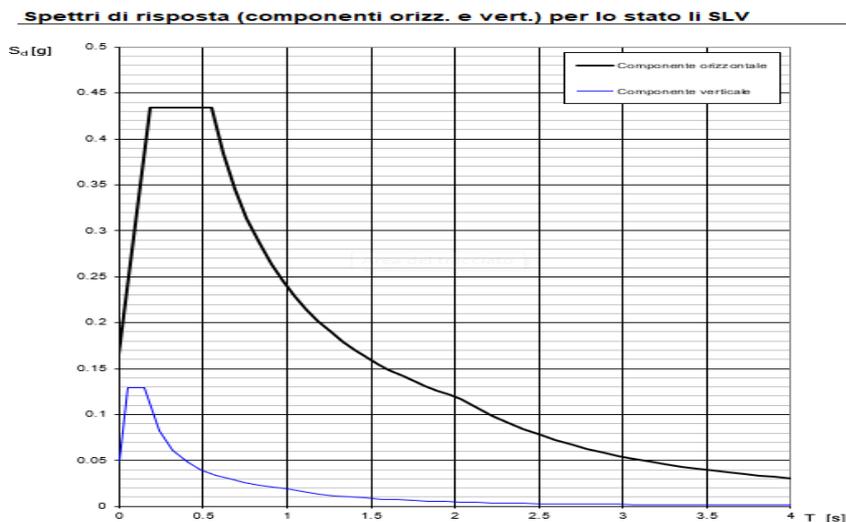


Figura 8 - Definizione della domanda sismica allo SLV



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

Figura 9 - Spettro in accelerazione SLV orizzontale e verticale

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

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_s$	0.110 q
$F_s$	2.644
$T_c$	0.381 s
$S_r$	1.500
$C_c$	1.444
$S_T$	1.000
q	1.000

**Parametri dipendenti**

S	1.500
$\eta$	1.000
$T_b$	0.183 s
$T_c$	0.550 s
$T_D$	2.039 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

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

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

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

$$T_D = 4.0 \cdot a_s / g + 1.6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

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

$$0 \leq T < T_b \quad S_d(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_D \cdot \left[ \frac{T}{T_b} + \frac{1}{\eta \cdot F_D} \left( 1 - \frac{T}{T_b} \right) \right]$$

$$T_b \leq T < T_c \quad S_d(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_D$$

$$T_c \leq T < T_D \quad S_d(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_D \cdot \left( \frac{T_c}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_d(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_D \cdot \left( \frac{T_c \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di risposta  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è attenuato 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	0.164
$T_b \leftarrow$	0.183	0.435
$T_c \leftarrow$	0.550	0.435
	0.621	0.385
	0.692	0.346
	0.763	0.314
	0.833	0.287
	0.904	0.264
	0.975	0.245
	1.046	0.229
	1.117	0.214
	1.188	0.201
	1.259	0.190
	1.330	0.180
	1.401	0.171
	1.471	0.162
	1.542	0.155
	1.613	0.148
	1.684	0.142
	1.755	0.136
	1.826	0.131
	1.897	0.126
	1.968	0.121
$T_D \leftarrow$	2.039	0.117
	2.132	0.107
	2.225	0.098
	2.319	0.091
	2.412	0.084
	2.506	0.078
	2.599	0.072
	2.692	0.067
	2.786	0.063
	2.879	0.059
	2.973	0.055
	3.066	0.052
	3.159	0.049
	3.253	0.046
	3.346	0.044
	3.440	0.041
	3.533	0.039
	3.626	0.037
	3.720	0.035
	3.813	0.034
	3.907	0.032
	4.000	0.030

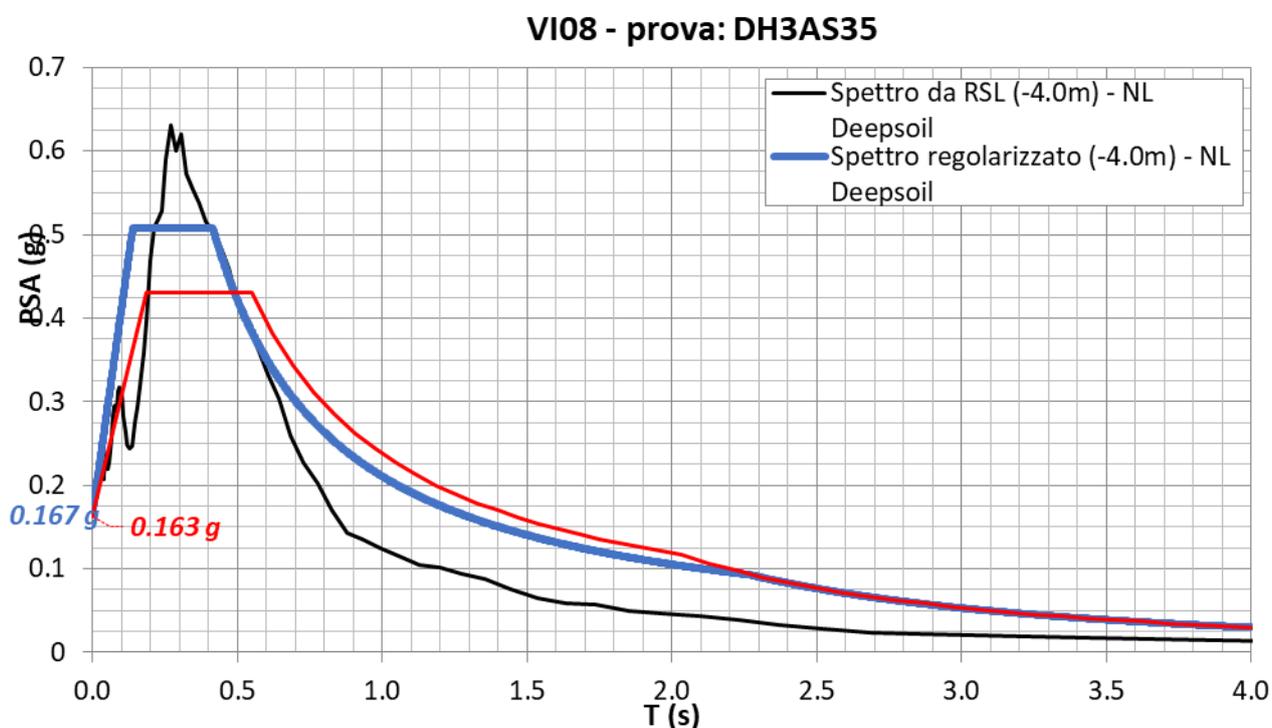
La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

Figura 10 - Parametri indipendenti e dipendenti spettro orizzontale allo SLV

 <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>VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P23	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0805005</b>	REV. <b>B</b>

### 5.7.3 Risposta sismica locale

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



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

### 5.7.4 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

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P23	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0805005</b>	REV. <b>B</b>

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.

5.7.5 *Check analisi statica*

<b>Direzione Longitudinale</b>				
massa treno per direzione long		Com Nmax	6713	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	1343	kN
			0	
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	12114	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	13457	kN
1/5 della massa sismica sopra la pila		1/5 Mimp t	2691	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	2477	kN
massa efficace pila		Mpe	3018	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long		Mtot long	16475	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			<b>NO per -326.4 KN</b>
<b>Direzione Trasversale</b>				
massa treno per direzione long		Com Mmax	5197	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	1039	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	10883	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	11922	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	2477	kN
massa efficace pila		Mpe	3018	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv		Mtot tras	14940	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			<b>NO per -633.3 KN</b>
<b>Direzione Verticale</b>				
massa treno per direzione long		Com Mmax	5197	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	1039	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	10883	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	11922	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	2477	kN
massa efficace pila		Mpe	3018	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert		Mtot vert	14940	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			<b>NO per -633.3 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>VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P23	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0805005</b>	REV. <b>B</b>

5.7.6 *Analisi statica equivalente*

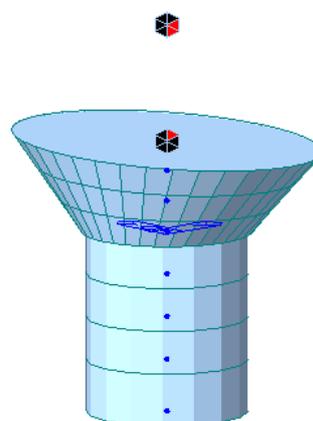
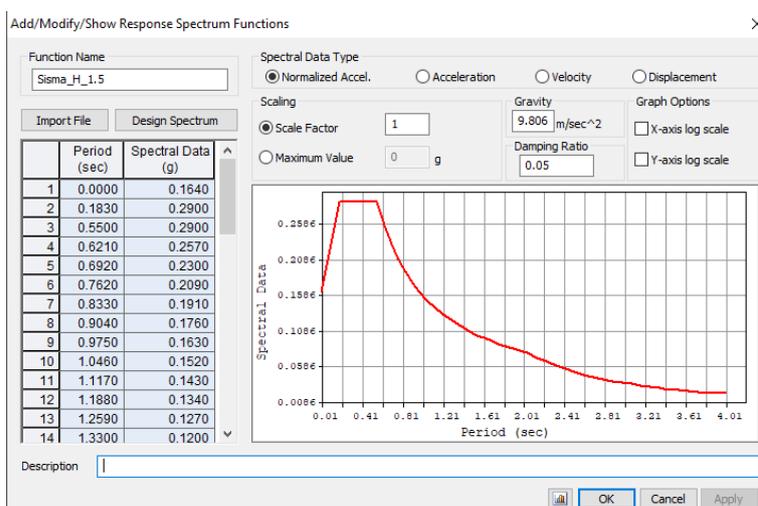
area della sezione		A	9.62	m <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale		I11	7.37	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale		I22	7.37	m <sup>4</sup>
modulo elastico cls pila		E <sub>c</sub>	33346	MPa
eventuale abbattimento del modulo		%	45.00	
modulo di calcolo		E	18340	MPa
calcestruzzo		f <sub>ck</sub>	32.0	MPa
altezza pila est. fondazione - estr. pulvino		H	12.30	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>	12.75	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv		K <sub>tra</sub>	9.5E+07	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long		K <sub>long</sub>	2.0E+08	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert		K <sub>vert</sub>	2.0E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale		T <sub>tra</sub>	0.84	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale		T <sub>long</sub>	0.56	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale		T <sub>vert</sub>	0.06	sec

Tabella Riassuntiva	SLV			SLD	
	q=1.5	q=1.36	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.18	0.18	0.26	0.12	g
accelerazione componente longitudinale	0.34	0.34	0.51	0.24	g
accelerazione componente verticale	0.13	0.13	0.13	0.04	g
Sforzo assiale	1936	1936	1936	637	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	2619	2881	3928	1816	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinal	5568	6125	8352	3943	kN
Momento flessionale trasversale	42474	46721	63710	29454	kN m
Momento flessionale longitudinale	71285	78384	106779	50439	kN m

 <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>VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0805005</b>	REV. <b>B</b>

### 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 $q=1.5$	1877.39	2921.78	4336.88	43399.92	50819.23
SISMA $q=1$	1877.39	4378.39	6509.94	65075.03	76296.93
SISMA sld	625.8	2037.23	3062.47	30270.75	35891.21

Confrontando i risultati di un'analisi statica equivalente con quelli dell'analisi modale si può osservare che quest'ultimi sono superiori per il caso specifico, quindi si procede con tali sollecitazioni.

 <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>VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0805005</b>	REV. <b>B</b>

## 5.8 Azione idrostatica

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

### 6.3.9 Escavazioni localizzate viadotto VI08

Pila	Tirante idraulico [m]	Velocità [m/s]	Incidenza pila-coorrente [°]	Forma pila	Base pila [m]	Lunghezza pila [m]	Forma pilino	Base pilino [m]	Lunghezza pilino [m]	d50 [mm]	Scavo [m]	Tipo di scavo
P01	1.65	1.82	3	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.00	plinto scoperto
P02	1.42	1.76	5	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	5.97	plinto scoperto
P03	1.09	2.17	5	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.70	plinto scoperto
P04	0.95	2.14	9	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.76	plinto scoperto
P05	1.30	1.52	18	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.02	plinto scoperto
P06	1.29	1.37	22	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	5.75	plinto scoperto
P07	1.90	0.81	26	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	4.30	plinto scoperto
P08	0.15	0.59	12	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	1.16	plinto non scoperto
P09	0.93	0.32	33	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	1.10	plinto non scoperto
P10	0.45	1.93	37	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.73	plinto scoperto
P11	1.60	0.27	20	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	1.00	plinto non scoperto
P12	1.42	1.20	39	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	5.68	plinto scoperto
P13	1.11	1.65	7	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	5.75	plinto scoperto
P14	1.35	1.52	8	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	5.56	plinto scoperto
P15	1.42	1.48	8	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	5.48	plinto scoperto
P16	1.97	1.44	8	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	5.57	plinto scoperto
P17	2.21	1.56	2	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	5.60	plinto scoperto
P18	2.51	1.83	2	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.23	plinto scoperto
P19	2.58	1.93	11	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.18	plinto scoperto
P20	2.32	1.69	4	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	5.99	plinto scoperto
P21	1.98	2.12	23	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	8.13	plinto scoperto
P22	2.27	2.48	26	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	9.37	plinto scoperto
P23	2.95	2.63	34	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	9.90	plinto scoperto
P24	2.71	1.93	42	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	4.37	plinto non scoperto
P25	0.00	0.00	73	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo

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

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

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

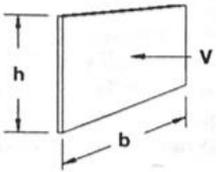
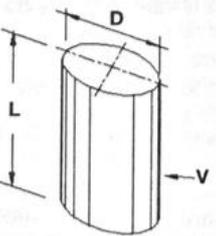
Forme	N.r Reynolds	Dimensioni	Coefficiente $C_n$
	$> 10^3$	$\frac{b}{h} =$ 1 5 10 ∞	1.16 1.20 1.50 1.90
	$10^5$	$\frac{L}{D} =$ 1 2 5 10 20 40 ∞	0.63 0.68 0.74 0.82 0.90 0.98 1.20
	$> 5 \times 10^5$	$\frac{L}{D} =$ 5 ∞	0.35 0.34

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

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

velocità dell'acqua	v	<b>2.63</b>	m/sec
densità dell'acqua	ro	<b>1</b>	kN sec <sup>2</sup> /m
altezza di riinterro pila	hri	<b>5</b>	m
altezza della pila	hp	<b>12.3</b>	m
altezza idrica Tr 300	h300	<b>2.95</b>	m
scalzamento massimo Tr300	dl	<b>9.9</b>	m
tipolgoia 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>1.75</b>	m
rapporto geometrico	L/D	<b>0.003143</b>	m
viscosità cinamatica	mi	<b>0.000894</b>	N s/m <sup>2</sup>
numero di Reynodls	Re	<b>10296421</b>	
coefficiente di forma	Cd	<b>0.35</b>	*

\* si utilizzano le formulazioni di Pietrangeli per pile ellittiche

 <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>VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0805005</b>	REV. <b>B</b>

pressione dell'acqua		p	<b>1.210458</b>	kN/m <sup>2</sup>
forza risultante		Fidro	<b>183.0328</b>	kN
momento alla base pila		Mpila	<b>-174.758</b>	kN

tabella riassuntiva - Tr300			
	Fusto pila	Fondazioni	Pali
h	7.95	3	1.9
D	1.75	9.6	1.2
L/D	4.543	3.2	1.58333333
Re	5.15E+06	2.82E+07	3.53E+06
forma	smussara	rettangolare	circolare
Cd	0.35	1.18	0.35
p	1.2104575	4.080971	1.2104575
B	1.75	9.6	6
F	16.84	152.39	13.80
M	66.94	-228.59	-13.11

Secondo quanto prescritto nel capitolo 5.1.2.3 delle NTC18, le azioni caratteristiche idrostatiche devono essere combinate differentemente 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>VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0805005</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	22995.8	1080.98	1538.37	3186.2	8241.81	
A1_SLU_gr2_Scarico_2	16084	0	1289.55	2162.09	7376.31	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	22995.8	2161.95	960.478	3672.64	4583.75	
A1_SLU_gr4_centrif_4	21488.8	1729.56	1252.96	3353.13	6603.47	
A1_SLU_gr1+vento_5	22995.8	1090.44	2416.65	3186.2	12142.8	
A1_SLU_gr2+vento_6	16084	9.46192	2167.83	2162.09	11277.3	
A1_SLU_gr3+vento_7	22995.8	2171.41	1838.76	3672.64	8484.76	
A1_SLU_gr4+vento_8	21488.8	1739.02	2131.24	3353.13	10504.5	
A1_SLU_vento_gr1_9	21488.8	880.55	2651.1	2963.98	13075.6	
A1_SLU_vento_gr2_10	15959.3	15.7699	2491.85	2144.69	12401.1	
A1_SLU_vento_gr3_11	21488.8	1745.33	2188.78	3353.13	10149.1	
A1_SLU_vento_gr4_12	21488.8	1745.33	2716.76	3353.13	13105.1	
SLE_rar_gr1_Treno_14	16079.9	745.5	996.025	2243.65	5654.79	
SLE_rar_gr2_Scarico_15	11313.1	0	881.624	1537.37	5083.64	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	16079.9	1491	597.479	2579.12	3131.99	
SLE_rar_gr4_centrif_17	15040.5	1192.8	811.662	2358.77	4530.51	
SLE_rar_gr1+vento_18	16079.9	751.808	1581.55	2243.65	8255.46	
SLE_rar_gr2+vento_19	11313.1	6.30794	1467.15	1537.37	7684.31	
SLE_rar_gr3+vento_20	16079.9	1497.31	1183	2579.12	5732.66	
SLE_rar_gr4+vento_21	15040.5	1199.11	1397.18	2358.77	7131.18	
SLE_rar_vento_gr1_22	15040.5	606.913	1752.73	2090.39	8849.31	
SLE_rar_vento_gr2_23	11227.1	10.5132	1679.52	1525.37	8400.62	
SLE_rar_vento_gr3_24	15040.5	1203.31	1433.9	2358.77	6831.07	
SLE_rar_vento_gr4_25	15040.5	1203.31	1787.53	2358.77	8864.96	

SLE_fre_gr1_Treno_27	15040.5	596.4	753.666	2090.39	4504.41
SLE_fre_gr2_Scarico_28	11227.1	0	692.652	1525.37	4061.22
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	15040.5	1192.8	434.829	2358.77	2486.18
SLE_fre_gr4_centrif_30	15040.5	1192.8	782.664	2358.77	4517.46
SLE_fre_gr1+vento_31	15040.5	598.503	948.84	2090.39	5371.31
SLE_fre_gr2+vento_32	11227.1	2.10265	887.826	1525.37	4928.11
SLE_fre_gr3+vento_33	15040.5	1194.9	630.003	2358.77	3353.07
SLE_fre_gr4+vento_34	15040.5	1194.9	977.838	2358.77	5384.35
SLE_fre_vento_gr1_35	10883.1	5.25662	549.777	1477.37	2195.05
SLE_fre_vento_gr2_36	10883.1	5.25662	549.777	1477.37	2195.05
SLE_fre_vento_gr3_37	10883.1	5.25662	549.777	1477.37	2195.05
SLE_fre_vento_gr4_38	10883.1	5.25662	549.777	1477.37	2195.05
SLE_fre_gr1_temp39	10883.1	2.10265	269.385	1477.37	900.285
SLE_fre_gr2_temp40	10883.1	2.10265	269.385	1477.37	900.285
SLE_fre_gr3_temp41	10883.1	2.10265	269.385	1477.37	900.285
SLE_fre_gr3_temp42	10883.1	2.10265	269.385	1477.37	900.285
SLE_qp_gr1_Treno_44	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr2_Scarico_45	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr4_centrif_47	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr1+vento_48	10883.1	2.10265	257.016	1477.37	894.719
SLE_qp_gr2+vento_49	10883.1	2.10265	257.016	1477.37	894.719
SLE_qp_gr3+vento_50	10883.1	2.10265	257.016	1477.37	894.719
SLE_qp_gr4+vento_51	10883.1	2.10265	257.016	1477.37	894.719
SLE_qp_vento_gr1_52	10883.1	2.10265	257.016	1477.37	894.719
SLE_qp_vento_gr2_53	10883.1	2.10265	257.016	1477.37	894.719
SLE_qp_vento_gr3_54	10883.1	2.10265	257.016	1477.37	894.719
SLE_qp_vento_gr4_55	10883.1	2.10265	257.016	1477.37	894.719
SLE_qp_gr1_temp56	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr2_temp57	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_temp58	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_temp59	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
E_103x_SLV_q=1.5_60	11446.4	4338.98	1133.55	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	11446.4	1303.17	3178.8	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	12760.5	1303.17	1133.55	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	11446.4	4772.67	1221.2	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	11446.4	1433.27	3470.97	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	12760.5	1433.27	1221.2	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	11446.4	6512.04	1570.53	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	11446.4	1955.08	4635.41	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	12760.5	1955.08	1570.53	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	11070.9	3064.57	868.185	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	11070.9	920.844	2294.25	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	11508.9	920.844	868.185	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	29299.6	1080.98	1538.37	16482.2	27163.8
A1_SLU_gr2_Scarico_2	22387.8	0	1289.55	2162.09	23237.7
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	29299.6	2161.95	960.478	30264.6	16397.6
A1_SLU_gr4_centrif_4	27792.5	1729.56	1252.96	24626.7	22014.9
A1_SLU_gr1+vento_5	29299.6	1090.44	2416.65	16598.6	41867.7
A1_SLU_gr2+vento_6	22387.8	9.46192	2167.83	2278.48	37941.6
A1_SLU_gr3+vento_7	29299.6	2171.41	1838.76	30381	31101.5
A1_SLU_gr4+vento_8	27792.5	1739.02	2131.24	24743.1	36718.8
A1_SLU_vento_gr1_9	27792.5	880.55	2651.1	13794.7	45684.1
A1_SLU_vento_gr2_10	22263.1	15.7699	2491.85	2338.66	43050.9
A1_SLU_vento_gr3_11	27792.5	1745.33	2188.78	24820.7	37071.2
A1_SLU_vento_gr4_12	27792.5	1745.33	2716.76	24820.7	46521.4
SLE_rar_gr1_Treno_14	20749.3	745.5	996.025	11413.3	17905.9
SLE_rar_gr2_Scarico_15	15982.6	0	881.624	1537.37	15927.6
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	20749.3	1491	597.479	20918.4	10481
SLE_rar_gr4_centrif_17	19710	1192.8	811.662	17030.2	14514
SLE_rar_gr1+vento_18	20749.3	751.808	1581.55	11490.9	27708.5
SLE_rar_gr2+vento_19	15982.6	6.30794	1467.15	1614.96	25730.2
SLE_rar_gr3+vento_20	20749.3	1497.31	1183	20996	20283.6
SLE_rar_gr4+vento_21	19710	1199.11	1397.18	17107.8	24316.6
SLE_rar_vento_gr1_22	19710	606.913	1752.73	9555.42	30407.9
SLE_rar_vento_gr2_23	15896.6	10.5132	1679.52	1654.68	29058.7
SLE_rar_vento_gr3_24	19710	1203.31	1433.9	17159.5	24468
SLE_rar_vento_gr4_25	19710	1203.31	1787.53	17159.5	30851.6
SLE_fre_gr1_Treno_27	19710	596.4	753.666	9426.11	13774.5
SLE_fre_gr2_Scarico_28	15896.6	0	692.652	1525.37	12580.8
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	19710	1192.8	434.829	17030.2	7834.57
SLE_fre_gr4_centrif_30	19710	1192.8	782.664	17030.2	14144.2
SLE_fre_gr1+vento_31	19710	598.503	948.84	9451.97	17042
SLE_fre_gr2+vento_32	15896.6	2.10265	887.826	1551.23	15848.4
SLE_fre_gr3+vento_33	19710	1194.9	630.003	17056.1	11102.1
SLE_fre_gr4+vento_34	19710	1194.9	977.838	17056.1	17411.8
SLE_fre_vento_gr1_35	15552.6	5.25662	549.777	1542.02	8957.31

SLE_fre_vento_gr2_36	15552.6	5.25662	549.777	1542.02	8957.31
SLE_fre_vento_gr3_37	15552.6	5.25662	549.777	1542.02	8957.31
SLE_fre_vento_gr4_38	15552.6	5.25662	549.777	1542.02	8957.31
SLE_fre_gr1_temp39	15552.6	2.10265	269.385	1503.23	4213.72
SLE_fre_gr2_temp40	15552.6	2.10265	269.385	1503.23	4213.72
SLE_fre_gr3_temp41	15552.6	2.10265	269.385	1503.23	4213.72
SLE_fre_gr3_temp42	15552.6	2.10265	269.385	1503.23	4213.72
SLE_qp_gr1_Treno_44	15552.6	0	61.8422	1477.37	788.488
SLE_qp_gr2_Scarico_45	15552.6	0	61.8422	1477.37	788.488
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	15552.6	0	61.8422	1477.37	788.488
SLE_qp_gr4_centrif_47	15552.6	0	61.8422	1477.37	788.488
SLE_qp_gr1+vento_48	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02
SLE_qp_gr2+vento_49	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02
SLE_qp_gr3+vento_50	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02
SLE_qp_gr4+vento_51	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02
SLE_qp_vento_gr1_52	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02
SLE_qp_vento_gr2_53	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02
SLE_qp_vento_gr3_54	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02
SLE_qp_vento_gr4_55	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02
SLE_qp_gr1_temp56	15552.6	0	61.8422	1477.37	788.488
SLE_qp_gr2_temp57	15552.6	0	61.8422	1477.37	788.488
SLE_qp_gr3_temp58	15552.6	0	61.8422	1477.37	788.488
SLE_qp_gr3_temp59	15552.6	0	61.8422	1477.37	788.488
E_103x_SLV_q=1.5_60	16115.8	4338.98	1133.55	52296.6	13914.7
E_103y_SLV_q=1.5_61	16115.8	1303.17	3178.8	16723.1	44294.6
E_103z_SLV_q=1.5_62	17430	1303.17	1133.55	16723.1	13914.7
E_103x_SLV_q=1.36_63	16115.8	4772.67	1221.2	57378.5	15216.7
E_103y_SLV_q=1.36_64	16115.8	1433.27	3470.97	18247.7	48634.6
E_103z_SLV_q=1.36_65	17430	1433.27	1221.2	18247.7	15216.7
E_103x_SLV_q=1_66	16115.8	6512.04	1570.53	77774.3	20417.2
E_103y_SLV_q=1_67	16115.8	1955.08	4635.41	24366.4	65969.7
E_103z_SLV_q=1_68	17430	1955.08	1570.53	24366.4	20417.2
E_103x_SLD_q=1_69	15740.3	3064.57	868.185	37368.6	9975.94
E_103y_SLD_q=1_70	15740.3	920.844	2294.25	12244.7	31165.5
E_103z_SLD_q=1_71	16178.4	920.844	868.185	12244.7	9975.94

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	57748.6	1080.98	1538.37	19725.1	31778.9
A1_SLU_gr2_Scarico_2	50836.8	0	1289.55	2162.09	27106.4
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	57748.6	2161.95	960.478	36750.5	19279.1
A1_SLU_gr4_centrif_4	56241.6	1729.56	1252.96	29815.4	25773.8
A1_SLU_gr1+vento_5	57748.6	1090.44	2416.65	19869.9	49117.6
A1_SLU_gr2+vento_6	50836.8	9.46192	2167.83	2306.86	44445.1
A1_SLU_gr3+vento_7	57748.6	2171.41	1838.76	36895.2	36617.8
A1_SLU_gr4+vento_8	56241.6	1739.02	2131.24	29960.2	43112.5
A1_SLU_vento_gr1_9	56241.6	880.55	2651.1	16436.4	53637.4
A1_SLU_vento_gr2_10	50712.1	15.7699	2491.85	2385.97	50526.4
A1_SLU_vento_gr3_11	56241.6	1745.33	2188.78	30056.7	43637.5
A1_SLU_vento_gr4_12	56241.6	1745.33	2716.76	30056.7	54671.6
SLE_rar_gr1_Treno_14	41822.7	745.5	996.025	13649.8	20894
SLE_rar_gr2_Scarico_15	37055.9	0	881.624	1537.37	18572.5
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	41822.7	1491	597.479	25391.4	12273.4
SLE_rar_gr4_centrif_17	40783.3	1192.8	811.662	20608.6	16948.9
SLE_rar_gr1+vento_18	41822.7	751.808	1581.55	13746.3	32453.1
SLE_rar_gr2+vento_19	37055.9	6.30794	1467.15	1633.88	30131.6
SLE_rar_gr3+vento_20	41822.7	1497.31	1183	25487.9	23832.6
SLE_rar_gr4+vento_21	40783.3	1199.11	1397.18	20705.1	28508.1
SLE_rar_vento_gr1_22	40783.3	606.913	1752.73	11376.2	35666.1
SLE_rar_vento_gr2_23	36969.9	10.5132	1679.52	1686.22	34097.2
SLE_rar_vento_gr3_24	40783.3	1203.31	1433.9	20769.5	28769.7
SLE_rar_vento_gr4_25	40783.3	1203.31	1787.53	20769.5	36214.2
SLE_fre_gr1_Treno_27	40783.3	596.4	753.666	11215.3	16035.5
SLE_fre_gr2_Scarico_28	36969.9	0	692.652	1525.37	14658.8
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	40783.3	1192.8	434.829	20608.6	9139.06
SLE_fre_gr4_centrif_30	40783.3	1192.8	782.664	20608.6	16492.2
SLE_fre_gr1+vento_31	40783.3	598.503	948.84	11247.5	19888.6
SLE_fre_gr2+vento_32	36969.9	2.10265	887.826	1557.54	18511.8
SLE_fre_gr3+vento_33	40783.3	1194.9	630.003	20640.8	12992.1
SLE_fre_gr4+vento_34	40783.3	1194.9	977.838	20640.8	20345.3
SLE_fre_vento_gr1_35	36625.9	5.25662	549.777	1557.79	10606.6
SLE_fre_vento_gr2_36	36625.9	5.25662	549.777	1557.79	10606.6

SLE_fre_vento_gr3_37	36625.9	5.25662	549.777	1557.79	10606.6
SLE_fre_vento_gr4_38	36625.9	5.25662	549.777	1557.79	10606.6
SLE_fre_gr1_temp39	36625.9	2.10265	269.385	1509.54	5021.87
SLE_fre_gr2_temp40	36625.9	2.10265	269.385	1509.54	5021.87
SLE_fre_gr3_temp41	36625.9	2.10265	269.385	1509.54	5021.87
SLE_fre_gr3_temp42	36625.9	2.10265	269.385	1509.54	5021.87
SLE_qp_gr1_Treno_44	36625.9	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr2_Scarico_45	36625.9	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	36625.9	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr4_centrif_47	36625.9	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr1+vento_48	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07
SLE_qp_gr2+vento_49	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07
SLE_qp_gr3+vento_50	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07
SLE_qp_gr4+vento_51	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07
SLE_qp_vento_gr1_52	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07
SLE_qp_vento_gr2_53	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07
SLE_qp_vento_gr3_54	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07
SLE_qp_vento_gr4_55	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07
SLE_qp_gr1_temp56	36625.9	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr2_temp57	36625.9	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr3_temp58	36625.9	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr3_temp59	36625.9	0	61.8422	1477.37	974.014
E_103x_SLV_q=1.5_60	37499	5927.4	1610.08	70078.8	18744.9
E_103y_SLV_q=1.5_61	37499	2891.59	3655.32	25397.9	55260.6
E_103z_SLV_q=1.5_62	39536.1	2891.59	1610.08	25397.9	18744.9
E_103x_SLV_q=1.36_63	37499	6361.09	1697.73	76461.8	20309.9
E_103y_SLV_q=1.36_64	37499	3021.69	3947.5	27312.8	60477.1
E_103z_SLV_q=1.36_65	39536.1	3021.69	1697.73	27312.8	20309.9
E_103x_SLV_q=1_66	37499	8100.46	2047.06	102076	26558.4
E_103y_SLV_q=1_67	37499	3543.51	5111.93	34997	81305.5
E_103z_SLV_q=1_68	39536.1	3543.51	2047.06	34997	26558.4
E_103x_SLD_q=1_69	36921.9	3861.7	1107.32	48953.7	13297.9
E_103y_SLD_q=1_70	36921.9	1717.97	2533.38	17398.6	38765.6
E_103z_SLD_q=1_71	37612.6	1717.97	1107.32	17398.6	13297.9

6.1.2 Configurazione 2

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	20327.4	1080.98	1442.31	8401.74	7931.74
A1_SLU_gr2_Scarico_73	16084	0	1289.55	2162.09	7376.31
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	20327.4	2161.95	864.415	8888.18	4273.68
A1_SLU_gr4_centrif_75	19354	1729.56	1176.11	7525.57	6355.41
A1_SLU_gr1+vento_76	20327.4	1090.44	2320.59	8401.74	11832.7
A1_SLU_gr2+vento_77	16084	9.46192	2167.83	2162.09	11277.3
A1_SLU_gr3+vento_78	20327.4	2171.41	1742.7	8888.18	8174.69
A1_SLU_gr4+vento_79	19354	1739.02	2054.39	7525.57	10256.4
A1_SLU_vento_gr1_80	19354	880.55	2589.62	7136.41	12834.5
A1_SLU_vento_gr2_81	15959.3	15.7699	2491.85	2144.69	12401.1
A1_SLU_vento_gr3_82	19354	1745.33	2127.3	7525.57	9908.01
A1_SLU_vento_gr4_83	19354	1745.33	2639.91	7525.57	12857.1
SLE_rar_gr1_Treno_85	14239.6	745.5	951.858	5840.58	5450.89
SLE_rar_gr2_Scarico_86	11313.1	0	881.624	1537.37	5083.64
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	14239.6	1491	553.312	6176.05	2928.09
SLE_rar_gr4_centrif_88	13568.3	1192.8	776.329	5236.31	4367.39
SLE_rar_gr1+vento_89	14239.6	751.808	1537.38	5840.58	8051.56
SLE_rar_gr2+vento_90	11313.1	6.30794	1467.15	1537.37	7684.31
SLE_rar_gr3+vento_91	14239.6	1497.31	1138.83	6176.05	5528.76
SLE_rar_gr4+vento_92	13568.3	1199.11	1361.85	5236.31	6968.06
SLE_rar_vento_gr1_93	13568.3	606.913	1724.47	4967.93	8689.36
SLE_rar_vento_gr2_94	11227.1	10.5132	1679.52	1525.37	8400.62
SLE_rar_vento_gr3_95	13568.3	1203.31	1405.63	5236.31	6671.12
SLE_rar_vento_gr4_96	13568.3	1203.31	1752.2	5236.31	8701.84
SLE_fre_gr1_Treno_98	13568.3	596.4	730.111	4967.93	4346.59
SLE_fre_gr2_Scarico_99	11227.1	0	692.652	1525.37	4061.22
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	13568.3	1192.8	411.273	5236.31	2328.35
SLE_fre_gr4_centrif_101	13568.3	1192.8	753.22	5236.31	4356.99
SLE_fre_gr1+vento_102	13568.3	598.503	925.285	4967.93	5213.48
SLE_fre_gr2+vento_103	11227.1	2.10265	887.826	1525.37	4928.11
SLE_fre_gr3+vento_104	13568.3	1194.9	606.447	5236.31	3195.24
SLE_fre_gr4+vento_105	13568.3	1194.9	948.394	5236.31	5223.88

SLE_fre_vento_gr1_106	10883.1	5.25662	549.777	1477.37	2195.05
SLE_fre_vento_gr2_107	10883.1	5.25662	549.777	1477.37	2195.05
SLE_fre_vento_gr3_108	10883.1	5.25662	549.777	1477.37	2195.05
SLE_fre_vento_gr4_109	10883.1	5.25662	549.777	1477.37	2195.05
SLE_fre_gr1_temp110	10883.1	2.10265	269.385	1477.37	900.285
SLE_fre_gr2_temp111	10883.1	2.10265	269.385	1477.37	900.285
SLE_fre_gr3_temp112	10883.1	2.10265	269.385	1477.37	900.285
SLE_fre_gr3_temp113	10883.1	2.10265	269.385	1477.37	900.285
SLE_qp_gr1_Treno_115	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr2_Scarico_116	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr4_centrif_118	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr1+vento_119	10883.1	2.10265	257.016	1477.37	894.719
SLE_qp_gr2+vento_120	10883.1	2.10265	257.016	1477.37	894.719
SLE_qp_gr3+vento_121	10883.1	2.10265	257.016	1477.37	894.719
SLE_qp_gr4+vento_122	10883.1	2.10265	257.016	1477.37	894.719
SLE_qp_vento_gr1_123	10883.1	2.10265	257.016	1477.37	894.719
SLE_qp_vento_gr2_124	10883.1	2.10265	257.016	1477.37	894.719
SLE_qp_vento_gr3_125	10883.1	2.10265	257.016	1477.37	894.719
SLE_qp_vento_gr4_126	10883.1	2.10265	257.016	1477.37	894.719
SLE_qp_gr1_temp127	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr2_temp128	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_temp129	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_temp130	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
E_103x_SLV_q=1.5_131	11446.4	4338.98	1133.55	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	11446.4	1303.17	3178.8	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	12760.5	1303.17	1133.55	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	11446.4	4772.67	1221.2	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	11446.4	1433.27	3470.97	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	12760.5	1433.27	1221.2	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	11446.4	6512.04	1570.53	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	11446.4	1955.08	4635.41	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	12760.5	1955.08	1570.53	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	11074.3	3945.01	801.828	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	11074.3	1184.98	2073.06	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	11520.5	1184.98	801.828	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	26631.1	1080.98	1442.31	21697.7	25672.1
A1_SLU_gr2_Scarico_73	22387.8	0	1289.55	2162.09	23237.7
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	26631.1	2161.95	864.415	35480.2	14906
A1_SLU_gr4_centrif_75	25657.8	1729.56	1176.11	28799.2	20821.5
A1_SLU_gr1+vento_76	26631.1	1090.44	2320.59	21814.1	40376
A1_SLU_gr2+vento_77	22387.8	9.46192	2167.83	2278.48	37941.6
A1_SLU_gr3+vento_78	26631.1	2171.41	1742.7	35596.5	29609.9
A1_SLU_gr4+vento_79	25657.8	1739.02	2054.39	28915.5	35525.4
A1_SLU_vento_gr1_80	25657.8	880.55	2589.62	17967.2	44686.8
A1_SLU_vento_gr2_81	22263.1	15.7699	2491.85	2338.66	43050.9
A1_SLU_vento_gr3_82	25657.8	1745.33	2127.3	28993.1	36073.8
A1_SLU_vento_gr4_83	25657.8	1745.33	2639.91	28993.1	45328
SLE_rar_gr1_Treno_85	18909	745.5	951.858	15010.2	17158.7
SLE_rar_gr2_Scarico_86	15982.6	0	881.624	1537.37	15927.6
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	18909	1491	553.312	24515.4	9733.82
SLE_rar_gr4_centrif_88	18237.7	1192.8	776.329	19907.8	13916.2
SLE_rar_gr1+vento_89	18909	751.808	1537.38	15087.8	26961.3
SLE_rar_gr2+vento_90	15982.6	6.30794	1467.15	1614.96	25730.2
SLE_rar_gr3+vento_91	18909	1497.31	1138.83	24592.9	19536.4
SLE_rar_gr4+vento_92	18237.7	1199.11	1361.85	19985.3	23718.8
SLE_rar_vento_gr1_93	18237.7	606.913	1724.47	12433	29900.3
SLE_rar_vento_gr2_94	15896.6	10.5132	1679.52	1654.68	29058.7
SLE_rar_vento_gr3_95	18237.7	1203.31	1405.63	20037.1	23960.4
SLE_rar_vento_gr4_96	18237.7	1203.31	1752.2	20037.1	30253.9
SLE_fre_gr1_Treno_98	18237.7	596.4	730.111	12303.7	13327
SLE_fre_gr2_Scarico_99	15896.6	0	692.652	1525.37	12580.8
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	18237.7	1192.8	411.273	19907.8	7387.01
SLE_fre_gr4_centrif_101	18237.7	1192.8	753.22	19907.8	13621.6
SLE_fre_gr1+vento_102	18237.7	598.503	925.285	12329.5	16594.5
SLE_fre_gr2+vento_103	15896.6	2.10265	887.826	1551.23	15848.4
SLE_fre_gr3+vento_104	18237.7	1194.9	606.447	19933.6	10654.5
SLE_fre_gr4+vento_105	18237.7	1194.9	948.394	19933.6	16889.1
SLE_fre_vento_gr1_106	15552.6	5.25662	549.777	1542.02	8957.31

SLE_fre_vento_gr2_107	15552.6	5.25662	549.777	1542.02	8957.31
SLE_fre_vento_gr3_108	15552.6	5.25662	549.777	1542.02	8957.31
SLE_fre_vento_gr4_109	15552.6	5.25662	549.777	1542.02	8957.31
SLE_fre_gr1_temp110	15552.6	2.10265	269.385	1503.23	4213.72
SLE_fre_gr2_temp111	15552.6	2.10265	269.385	1503.23	4213.72
SLE_fre_gr3_temp112	15552.6	2.10265	269.385	1503.23	4213.72
SLE_fre_gr3_temp113	15552.6	2.10265	269.385	1503.23	4213.72
SLE_qp_gr1_Treno_115	15552.6	0	61.8422	1477.37	788.488
SLE_qp_gr2_Scarico_116	15552.6	0	61.8422	1477.37	788.488
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	15552.6	0	61.8422	1477.37	788.488
SLE_qp_gr4_centrif_118	15552.6	0	61.8422	1477.37	788.488
SLE_qp_gr1+vento_119	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02
SLE_qp_gr2+vento_120	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02
SLE_qp_gr3+vento_121	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02
SLE_qp_gr4+vento_122	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02
SLE_qp_vento_gr1_123	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02
SLE_qp_vento_gr2_124	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02
SLE_qp_vento_gr3_125	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02
SLE_qp_vento_gr4_126	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02
SLE_qp_gr1_temp127	15552.6	0	61.8422	1477.37	788.488
SLE_qp_gr2_temp128	15552.6	0	61.8422	1477.37	788.488
SLE_qp_gr3_temp129	15552.6	0	61.8422	1477.37	788.488
SLE_qp_gr3_temp130	15552.6	0	61.8422	1477.37	788.488
E_103x_SLV_q=1.5_131	16115.8	4338.98	1133.55	52296.6	13914.7
E_103y_SLV_q=1.5_132	16115.8	1303.17	3178.8	16723.1	44294.6
E_103z_SLV_q=1.5_133	17430	1303.17	1133.55	16723.1	13914.7
E_103x_SLV_q=1.36_134	16115.8	4772.67	1221.2	57378.5	15216.7
E_103y_SLV_q=1.36_135	16115.8	1433.27	3470.97	18247.7	48634.6
E_103z_SLV_q=1.36_136	17430	1433.27	1221.2	18247.7	15216.7
E_103x_SLV_q=1_137	16115.8	6512.04	1570.53	77774.3	20417.2
E_103y_SLV_q=1_138	16115.8	1955.08	4635.41	24366.4	65969.7
E_103z_SLV_q=1_139	17430	1955.08	1570.53	24366.4	20417.2
E_103x_SLD_q=1_140	15743.8	3945.01	801.828	51916.4	9730.92
E_103y_SLD_q=1_141	15743.8	1184.98	2073.06	16609.1	30348.7
E_103z_SLD_q=1_142	16189.9	1184.98	801.828	16609.1	9730.92

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	55080.2	1080.98	1442.31	24940.7	29999
A1_SLU_gr2_Scarico_73	50836.8	0	1289.55	2162.09	27106.4
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	55080.2	2161.95	864.415	41966	17499.2
A1_SLU_gr4_centrif_75	54106.8	1729.56	1176.11	33987.8	24349.9
A1_SLU_gr1+vento_76	55080.2	1090.44	2320.59	25085.4	47337.8
A1_SLU_gr2+vento_77	50836.8	9.46192	2167.83	2306.86	44445.1
A1_SLU_gr3+vento_78	55080.2	2171.41	1742.7	42110.8	34838
A1_SLU_gr4+vento_79	54106.8	1739.02	2054.39	34132.6	41688.6
A1_SLU_vento_gr1_80	54106.8	880.55	2589.62	20608.8	52455.6
A1_SLU_vento_gr2_81	50712.1	15.7699	2491.85	2385.97	50526.4
A1_SLU_vento_gr3_82	54106.8	1745.33	2127.3	34229.1	42455.8
A1_SLU_vento_gr4_83	54106.8	1745.33	2639.91	34229.1	53247.8
SLE_rar_gr1_Treno_85	39982.4	745.5	951.858	17246.7	20014.3
SLE_rar_gr2_Scarico_86	37055.9	0	881.624	1537.37	18572.5
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	39982.4	1491	553.312	28988.4	11393.8
SLE_rar_gr4_centrif_88	39311.1	1192.8	776.329	23486.2	16245.2
SLE_rar_gr1+vento_89	39982.4	751.808	1537.38	17343.2	31573.5
SLE_rar_gr2+vento_90	37055.9	6.30794	1467.15	1633.88	30131.6
SLE_rar_gr3+vento_91	39982.4	1497.31	1138.83	29084.9	22952.9
SLE_rar_gr4+vento_92	39311.1	1199.11	1361.85	23582.7	27804.4
SLE_rar_vento_gr1_93	39311.1	606.913	1724.47	14253.7	35073.7
SLE_rar_vento_gr2_94	36969.9	10.5132	1679.52	1686.22	34097.2
SLE_rar_vento_gr3_95	39311.1	1203.31	1405.63	23647	28177.3
SLE_rar_vento_gr4_96	39311.1	1203.31	1752.2	23647	35510.5
SLE_fre_gr1_Treno_98	39311.1	596.4	730.111	14092.9	15517.3
SLE_fre_gr2_Scarico_99	36969.9	0	692.652	1525.37	14658.8
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	39311.1	1192.8	411.273	23486.2	8620.83
SLE_fre_gr4_centrif_101	39311.1	1192.8	753.22	23486.2	15881.3
SLE_fre_gr1+vento_102	39311.1	598.503	925.285	14125	19370.3
SLE_fre_gr2+vento_103	36969.9	2.10265	887.826	1557.54	18511.8
SLE_fre_gr3+vento_104	39311.1	1194.9	606.447	23518.3	12473.9
SLE_fre_gr4+vento_105	39311.1	1194.9	948.394	23518.3	19734.3
SLE_fre_vento_gr1_106	36625.9	5.25662	549.777	1557.79	10606.6

SLE_fre_vento_gr2_107	36625.9	5.25662	549.777	1557.79	10606.6
SLE_fre_vento_gr3_108	36625.9	5.25662	549.777	1557.79	10606.6
SLE_fre_vento_gr4_109	36625.9	5.25662	549.777	1557.79	10606.6
SLE_fre_gr1_temp110	36625.9	2.10265	269.385	1509.54	5021.87
SLE_fre_gr2_temp111	36625.9	2.10265	269.385	1509.54	5021.87
SLE_fre_gr3_temp112	36625.9	2.10265	269.385	1509.54	5021.87
SLE_fre_gr3_temp113	36625.9	2.10265	269.385	1509.54	5021.87
SLE_qp_gr1_Treno_115	36625.9	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr2_Scarico_116	36625.9	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	36625.9	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr4_centrif_118	36625.9	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr1+vento_119	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07
SLE_qp_gr2+vento_120	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07
SLE_qp_gr3+vento_121	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07
SLE_qp_gr4+vento_122	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07
SLE_qp_vento_gr1_123	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07
SLE_qp_vento_gr2_124	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07
SLE_qp_vento_gr3_125	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07
SLE_qp_vento_gr4_126	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07
SLE_qp_gr1_temp127	36625.9	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr2_temp128	36625.9	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr3_temp129	36625.9	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr3_temp130	36625.9	0	61.8422	1477.37	974.014
E_103x_SLV_q=1.5_131	37499	5927.4	1610.08	70078.8	18744.9
E_103y_SLV_q=1.5_132	37499	2891.59	3655.32	25397.9	55260.6
E_103z_SLV_q=1.5_133	39536.1	2891.59	1610.08	25397.9	18744.9
E_103x_SLV_q=1.36_134	37499	6361.09	1697.73	76461.8	20309.9
E_103y_SLV_q=1.36_135	37499	3021.69	3947.5	27312.8	60477.1
E_103z_SLV_q=1.36_136	39536.1	3021.69	1697.73	27312.8	20309.9
E_103x_SLV_q=1_137	37499	8100.46	2047.06	102076	26558.4
E_103y_SLV_q=1_138	37499	3543.51	5111.93	34997	81305.5
E_103z_SLV_q=1_139	39536.1	3543.51	2047.06	34997	26558.4
E_103x_SLD_q=1_140	36925.4	4742.14	1040.97	66142.8	12853.8
E_103y_SLD_q=1_141	36925.4	1982.1	2312.19	22555.4	37285.3
E_103z_SLD_q=1_142	37624.1	1982.1	1040.97	22555.4	12853.8

6.1.3 Configurazione 3

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	22995.8	1080.98	1538.37	3186.2	8241.81
A1_SLU_gr2_Scarico_144	16084	0	1289.55	2162.09	7376.31
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	22995.8	2161.95	960.478	3672.64	4583.75
A1_SLU_gr4_centrif_146	21488.8	1729.56	1252.96	3353.13	6603.47
A1_SLU_gr1+vento_147	22995.8	1090.44	2416.65	3186.2	12142.8
A1_SLU_gr2+vento_148	16084	9.46192	2167.83	2162.09	11277.3
A1_SLU_gr3+vento_149	22995.8	2171.41	1838.76	3672.64	8484.76
A1_SLU_gr4+vento_150	21488.8	1739.02	2131.24	3353.13	10504.5
A1_SLU_vento_gr1_151	21488.8	880.55	2651.1	2963.98	13075.6
A1_SLU_vento_gr2_152	15959.3	15.7699	2491.85	2144.69	12401.1
A1_SLU_vento_gr3_153	21488.8	1745.33	2188.78	3353.13	10149.1
A1_SLU_vento_gr4_154	21488.8	1745.33	2716.76	3353.13	13105.1
SLE_rar_gr1_Treno_156	16079.9	745.5	996.025	2243.65	5654.79
SLE_rar_gr2_Scarico_157	11313.1	0	881.624	1537.37	5083.64
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	16079.9	1491	597.479	2579.12	3131.99
SLE_rar_gr4_centrif_159	15040.5	1192.8	811.662	2358.77	4530.51
SLE_rar_gr1+vento_160	16079.9	751.808	1581.55	2243.65	8255.46
SLE_rar_gr2+vento_161	11313.1	6.30794	1467.15	1537.37	7684.31
SLE_rar_gr3+vento_162	16079.9	1497.31	1183	2579.12	5732.66
SLE_rar_gr4+vento_163	15040.5	1199.11	1397.18	2358.77	7131.18
SLE_rar_vento_gr1_164	15040.5	606.913	1752.73	2090.39	8849.31
SLE_rar_vento_gr2_165	11227.1	10.5132	1679.52	1525.37	8400.62
SLE_rar_vento_gr3_166	15040.5	1203.31	1433.9	2358.77	6831.07
SLE_rar_vento_gr4_167	15040.5	1203.31	1787.53	2358.77	8864.96
SLE_fre_gr1_Treno_169	15040.5	596.4	753.666	2090.39	4504.41
SLE_fre_gr2_Scarico_170	11227.1	0	692.652	1525.37	4061.22
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	15040.5	1192.8	434.829	2358.77	2486.18
SLE_fre_gr4_centrif_172	15040.5	1192.8	782.664	2358.77	4517.46
SLE_fre_gr1+vento_173	15040.5	598.503	948.84	2090.39	5371.31
SLE_fre_gr2+vento_174	11227.1	2.10265	887.826	1525.37	4928.11
SLE_fre_gr3+vento_175	15040.5	1194.9	630.003	2358.77	3353.07
SLE_fre_gr4+vento_176	15040.5	1194.9	977.838	2358.77	5384.35
SLE_fre_vento_gr1_177	10883.1	5.25662	549.777	1477.37	2195.05

SLE_fre_vento_gr2_178	10883.1	5.25662	549.777	1477.37	2195.05
SLE_fre_vento_gr3_179	10883.1	5.25662	549.777	1477.37	2195.05
SLE_fre_vento_gr4_180	10883.1	5.25662	549.777	1477.37	2195.05
SLE_fre_gr1_temp181	10883.1	2.10265	269.385	1477.37	900.285
SLE_fre_gr2_temp182	10883.1	2.10265	269.385	1477.37	900.285
SLE_fre_gr3_temp183	10883.1	2.10265	269.385	1477.37	900.285
SLE_fre_gr3_temp184	10883.1	2.10265	269.385	1477.37	900.285
SLE_qp_gr1_Treno_186	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr2_Scarico_187	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr4_centrif_189	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr1+vento_190	10883.1	2.10265	257.016	1477.37	894.719
SLE_qp_gr2+vento_191	10883.1	2.10265	257.016	1477.37	894.719
SLE_qp_gr3+vento_192	10883.1	2.10265	257.016	1477.37	894.719
SLE_qp_gr4+vento_193	10883.1	2.10265	257.016	1477.37	894.719
SLE_qp_vento_gr1_194	10883.1	2.10265	257.016	1477.37	894.719
SLE_qp_vento_gr2_195	10883.1	2.10265	257.016	1477.37	894.719
SLE_qp_vento_gr3_196	10883.1	2.10265	257.016	1477.37	894.719
SLE_qp_vento_gr4_197	10883.1	2.10265	257.016	1477.37	894.719
SLE_qp_gr1_temp198	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr2_temp199	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_temp200	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_temp201	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
E_103x_SLV_q=1.5_202	11446.4	4338.98	1133.55	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	11446.4	1303.17	3178.8	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	12760.5	1303.17	1133.55	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	11446.4	4772.67	1221.2	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	11446.4	1433.27	3470.97	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	12760.5	1433.27	1221.2	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	11446.4	6512.04	1570.53	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	11446.4	1955.08	4635.41	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	12760.5	1955.08	1570.53	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	11074.3	3945.01	801.828	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	11074.3	1184.98	2073.06	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	11520.5	1184.98	801.828	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	29299.6	1080.98	1538.37	16482.2	27163.8
A1_SLU_gr2_Scarico_144	22387.8	0	1289.55	2162.09	23237.7
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	29299.6	2161.95	960.478	30264.6	16397.6
A1_SLU_gr4_centrif_146	27792.5	1729.56	1252.96	24626.7	22014.9
A1_SLU_gr1+vento_147	29299.6	1090.44	2416.65	16598.6	41867.7
A1_SLU_gr2+vento_148	22387.8	9.46192	2167.83	2278.48	37941.6
A1_SLU_gr3+vento_149	29299.6	2171.41	1838.76	30381	31101.5
A1_SLU_gr4+vento_150	27792.5	1739.02	2131.24	24743.1	36718.8
A1_SLU_vento_gr1_151	27792.5	880.55	2651.1	13794.7	45684.1
A1_SLU_vento_gr2_152	22263.1	15.7699	2491.85	2338.66	43050.9
A1_SLU_vento_gr3_153	27792.5	1745.33	2188.78	24820.7	37071.2
A1_SLU_vento_gr4_154	27792.5	1745.33	2716.76	24820.7	46521.4
SLE_rar_gr1_Treno_156	20749.3	745.5	996.025	11413.3	17905.9
SLE_rar_gr2_Scarico_157	15982.6	0	881.624	1537.37	15927.6
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	20749.3	1491	597.479	20918.4	10481
SLE_rar_gr4_centrif_159	19710	1192.8	811.662	17030.2	14514
SLE_rar_gr1+vento_160	20749.3	751.808	1581.55	11490.9	27708.5
SLE_rar_gr2+vento_161	15982.6	6.30794	1467.15	1614.96	25730.2
SLE_rar_gr3+vento_162	20749.3	1497.31	1183	20996	20283.6
SLE_rar_gr4+vento_163	19710	1199.11	1397.18	17107.8	24316.6
SLE_rar_vento_gr1_164	19710	606.913	1752.73	9555.42	30407.9
SLE_rar_vento_gr2_165	15896.6	10.5132	1679.52	1654.68	29058.7
SLE_rar_vento_gr3_166	19710	1203.31	1433.9	17159.5	24468
SLE_rar_vento_gr4_167	19710	1203.31	1787.53	17159.5	30851.6
SLE_fre_gr1_Treno_169	19710	596.4	753.666	9426.11	13774.5
SLE_fre_gr2_Scarico_170	15896.6	0	692.652	1525.37	12580.8
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	19710	1192.8	434.829	17030.2	7834.57
SLE_fre_gr4_centrif_172	19710	1192.8	782.664	17030.2	14144.2
SLE_fre_gr1+vento_173	19710	598.503	948.84	9451.97	17042
SLE_fre_gr2+vento_174	15896.6	2.10265	887.826	1551.23	15848.4
SLE_fre_gr3+vento_175	19710	1194.9	630.003	17056.1	11102.1
SLE_fre_gr4+vento_176	19710	1194.9	977.838	17056.1	17411.8
SLE_fre_vento_gr1_177	15552.6	5.25662	549.777	1542.02	8957.31

SLE_fre_vento_gr2_178	15552.6	5.25662	549.777	1542.02	8957.31
SLE_fre_vento_gr3_179	15552.6	5.25662	549.777	1542.02	8957.31
SLE_fre_vento_gr4_180	15552.6	5.25662	549.777	1542.02	8957.31
SLE_fre_gr1_temp181	15552.6	2.10265	269.385	1503.23	4213.72
SLE_fre_gr2_temp182	15552.6	2.10265	269.385	1503.23	4213.72
SLE_fre_gr3_temp183	15552.6	2.10265	269.385	1503.23	4213.72
SLE_fre_gr3_temp184	15552.6	2.10265	269.385	1503.23	4213.72
SLE_qp_gr1_Treno_186	15552.6	0	61.8422	1477.37	788.488
SLE_qp_gr2_Scarico_187	15552.6	0	61.8422	1477.37	788.488
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	15552.6	0	61.8422	1477.37	788.488
SLE_qp_gr4_centrif_189	15552.6	0	61.8422	1477.37	788.488
SLE_qp_gr1+vento_190	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02
SLE_qp_gr2+vento_191	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02
SLE_qp_gr3+vento_192	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02
SLE_qp_gr4+vento_193	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02
SLE_qp_vento_gr1_194	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02
SLE_qp_vento_gr2_195	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02
SLE_qp_vento_gr3_196	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02
SLE_qp_vento_gr4_197	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02
SLE_qp_gr1_temp198	15552.6	0	61.8422	1477.37	788.488
SLE_qp_gr2_temp199	15552.6	0	61.8422	1477.37	788.488
SLE_qp_gr3_temp200	15552.6	0	61.8422	1477.37	788.488
SLE_qp_gr3_temp201	15552.6	0	61.8422	1477.37	788.488
E_103x_SLV_q=1.5_202	16115.8	4338.98	1133.55	52296.6	13914.7
E_103y_SLV_q=1.5_203	16115.8	1303.17	3178.8	16723.1	44294.6
E_103z_SLV_q=1.5_204	17430	1303.17	1133.55	16723.1	13914.7
E_103x_SLV_q=1.36_205	16115.8	4772.67	1221.2	57378.5	15216.7
E_103y_SLV_q=1.36_206	16115.8	1433.27	3470.97	18247.7	48634.6
E_103z_SLV_q=1.36_207	17430	1433.27	1221.2	18247.7	15216.7
E_103x_SLV_q=1_208	16115.8	6512.04	1570.53	77774.3	20417.2
E_103y_SLV_q=1_209	16115.8	1955.08	4635.41	24366.4	65969.7
E_103z_SLV_q=1_210	17430	1955.08	1570.53	24366.4	20417.2
E_103x_SLD_q=1_211	15743.8	3945.01	801.828	51916.4	9730.92
E_103y_SLD_q=1_212	15743.8	1184.98	2073.06	16609.1	30348.7
E_103z_SLD_q=1_213	16189.9	1184.98	801.828	16609.1	9730.92

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	57748.6	1080.98	1538.37	19725.1	31778.9
A1_SLU_gr2_Scarico_144	50836.8	0	1289.55	2162.09	27106.4
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	57748.6	2161.95	960.478	36750.5	19279.1
A1_SLU_gr4_centrif_146	56241.6	1729.56	1252.96	29815.4	25773.8
A1_SLU_gr1+vento_147	57748.6	1090.44	2416.65	19869.9	49117.6
A1_SLU_gr2+vento_148	50836.8	9.46192	2167.83	2306.86	44445.1
A1_SLU_gr3+vento_149	57748.6	2171.41	1838.76	36895.2	36617.8
A1_SLU_gr4+vento_150	56241.6	1739.02	2131.24	29960.2	43112.5
A1_SLU_vento_gr1_151	56241.6	880.55	2651.1	16436.4	53637.4
A1_SLU_vento_gr2_152	50712.1	15.7699	2491.85	2385.97	50526.4
A1_SLU_vento_gr3_153	56241.6	1745.33	2188.78	30056.7	43637.5
A1_SLU_vento_gr4_154	56241.6	1745.33	2716.76	30056.7	54671.6
SLE_rar_gr1_Treno_156	41822.7	745.5	996.025	13649.8	20894
SLE_rar_gr2_Scarico_157	37055.9	0	881.624	1537.37	18572.5
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	41822.7	1491	597.479	25391.4	12273.4
SLE_rar_gr4_centrif_159	40783.3	1192.8	811.662	20608.6	16948.9
SLE_rar_gr1+vento_160	41822.7	751.808	1581.55	13746.3	32453.1
SLE_rar_gr2+vento_161	37055.9	6.30794	1467.15	1633.88	30131.6
SLE_rar_gr3+vento_162	41822.7	1497.31	1183	25487.9	23832.6
SLE_rar_gr4+vento_163	40783.3	1199.11	1397.18	20705.1	28508.1
SLE_rar_vento_gr1_164	40783.3	606.913	1752.73	11376.2	35666.1
SLE_rar_vento_gr2_165	36969.9	10.5132	1679.52	1686.22	34097.2
SLE_rar_vento_gr3_166	40783.3	1203.31	1433.9	20769.5	28769.7
SLE_rar_vento_gr4_167	40783.3	1203.31	1787.53	20769.5	36214.2
SLE_fre_gr1_Treno_169	40783.3	596.4	753.666	11215.3	16035.5
SLE_fre_gr2_Scarico_170	36969.9	0	692.652	1525.37	14658.8
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	40783.3	1192.8	434.829	20608.6	9139.06
SLE_fre_gr4_centrif_172	40783.3	1192.8	782.664	20608.6	16492.2
SLE_fre_gr1+vento_173	40783.3	598.503	948.84	11247.5	19888.6
SLE_fre_gr2+vento_174	36969.9	2.10265	887.826	1557.54	18511.8
SLE_fre_gr3+vento_175	40783.3	1194.9	630.003	20640.8	12992.1
SLE_fre_gr4+vento_176	40783.3	1194.9	977.838	20640.8	20345.3
SLE_fre_vento_gr1_177	36625.9	5.25662	549.777	1557.79	10606.6

SLE_fre_vento_gr2_178	36625.9	5.25662	549.777	1557.79	10606.6
SLE_fre_vento_gr3_179	36625.9	5.25662	549.777	1557.79	10606.6
SLE_fre_vento_gr4_180	36625.9	5.25662	549.777	1557.79	10606.6
SLE_fre_gr1_temp181	36625.9	2.10265	269.385	1509.54	5021.87
SLE_fre_gr2_temp182	36625.9	2.10265	269.385	1509.54	5021.87
SLE_fre_gr3_temp183	36625.9	2.10265	269.385	1509.54	5021.87
SLE_fre_gr3_temp184	36625.9	2.10265	269.385	1509.54	5021.87
SLE_qp_gr1_Treno_186	36625.9	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr2_Scarico_187	36625.9	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	36625.9	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr4_centrif_189	36625.9	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr1+vento_190	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07
SLE_qp_gr2+vento_191	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07
SLE_qp_gr3+vento_192	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07
SLE_qp_gr4+vento_193	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07
SLE_qp_vento_gr1_194	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07
SLE_qp_vento_gr2_195	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07
SLE_qp_vento_gr3_196	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07
SLE_qp_vento_gr4_197	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07
SLE_qp_gr1_temp198	36625.9	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr2_temp199	36625.9	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr3_temp200	36625.9	0	61.8422	1477.37	974.014
SLE_qp_gr3_temp201	36625.9	0	61.8422	1477.37	974.014
E_103x_SLV_q=1.5_202	37499	5927.4	1610.08	70078.8	18744.9
E_103y_SLV_q=1.5_203	37499	2891.59	3655.32	25397.9	55260.6
E_103z_SLV_q=1.5_204	39536.1	2891.59	1610.08	25397.9	18744.9
E_103x_SLV_q=1.36_205	37499	6361.09	1697.73	76461.8	20309.9
E_103y_SLV_q=1.36_206	37499	3021.69	3947.5	27312.8	60477.1
E_103z_SLV_q=1.36_207	39536.1	3021.69	1697.73	27312.8	20309.9
E_103x_SLV_q=1_208	37499	8100.46	2047.06	102076	26558.4
E_103y_SLV_q=1_209	37499	3543.51	5111.93	34997	81305.5
E_103z_SLV_q=1_210	39536.1	3543.51	2047.06	34997	26558.4
E_103x_SLD_q=1_211	36925.4	4742.14	1040.97	66142.8	12853.8
E_103y_SLD_q=1_212	36925.4	1982.1	2312.19	22555.4	37285.3
E_103z_SLD_q=1_213	37624.1	1982.1	1040.97	22555.4	12853.8

 <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>VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0805005</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		16079.9	745.5	996.025	2243.65	5654.79
SLE_rar_gr3+vento_20		16079.9	1497.31	1183	2579.12	5732.66
SLE_rar_vento_gr4_25		15040.5	1203.31	1787.53	2358.77	8864.96
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		16079.9	1491	597.479	2579.12	3131.99
SLE_rar_vento_gr4_25		15040.5	1203.31	1787.53	2358.77	8864.96
SLE_rar_gr4_centrif_17		15040.5	1192.8	811.662	2358.77	4530.51
SLE_rar_vento_gr4_25		15040.5	1203.31	811.662	2358.77	8864.96
SLE_rar_vento_gr4_25		15040.5	1203.31	1787.53	2358.77	8864.96
SLE_rar_gr4_centrif_17		15040.5	1192.8	811.662	2358.77	4530.51
SLE_rar_vento_gr4_25		15040.5	1203.31	1787.53	2358.77	8864.96
SLE_qp_gr1_Treno_44		10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr1+vento_48		10883.1	2.10265	257.016	1477.37	894.719
SLE_qp_gr1+vento_48		10883.1	2.10265	257.016	1477.37	894.719
SLE_qp_gr1_Treno_44		10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr1+vento_48		10883.1	2.10265	257.016	1477.37	894.719
E_103x_SLD_q=1_69		11070.9	3064.57	868.185	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		11070.9	920.844	2294.25	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		11508.9	920.844	868.185	0	0

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	20749.3	745.5	996.025	11413.3	17905.9	
SLE_rar_gr3+vento_20	20749.3	1497.31	1183	20996	20283.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	19710	1203.31	1787.53	17159.5	30851.6	
SLE_rar_gr3+vento_20	20749.3	1497.31	1183	20996	20283.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	19710	1203.31	1787.53	17159.5	30851.6	
SLE_rar_gr4_centrif_17	19710	1192.8	811.662	17030.2	14514	
SLE_rar_vento_gr4_25	19710	1203.31	1787.53	17159.5	30851.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	19710	1203.31	1787.53	17159.5	30851.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	19710	1203.31	1787.53	17159.5	30851.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	19710	1203.31	1787.53	17159.5	30851.6	
SLE_qp_gr1_Treno_44	15552.6	0	61.8422	1477.37	788.488	
SLE_qp_gr1+vento_48	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02	
SLE_qp_gr1+vento_48	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02	
SLE_qp_gr1+vento_48	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02	
SLE_qp_gr1+vento_48	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02	
E_103x_SLD_q=1_69	15740.3	3064.57	868.185	37368.6	9975.94	
E_103y_SLD_q=1_70	15740.3	920.844	2294.25	12244.7	31165.5	
E_103z_SLD_q=1_71	16178.4	920.844	868.185	12244.7	9975.94	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	41822.7	745.5	996.025	13649.8	20894	
SLE_rar_gr3+vento_20	41822.7	1497.31	1183	25487.9	23832.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	40783.3	1203.31	1787.53	20769.5	36214.2	
SLE_rar_gr3+vento_20	41822.7	1497.31	1183	25487.9	23832.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	40783.3	1203.31	1787.53	20769.5	36214.2	
SLE_rar_gr4_centrif_17	40783.3	1192.8	811.662	20608.6	16948.9	
SLE_rar_vento_gr4_25	40783.3	1203.31	1787.53	20769.5	36214.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	40783.3	1203.31	1787.53	20769.5	36214.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	40783.3	1203.31	1787.53	20769.5	36214.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	40783.3	1203.31	1787.53	20769.5	36214.2	
SLE_qp_gr1_Treno_44	36625.9	0	61.8422	1477.37	974.014	
SLE_qp_gr1+vento_48	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07	
SLE_qp_gr1+vento_48	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07	
SLE_qp_gr1+vento_48	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07	
SLE_qp_gr1+vento_48	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07	
E_103x_SLD_q=1_69	36921.9	3861.7	1107.32	48953.7	13297.9	
E_103y_SLD_q=1_70	36921.9	1717.97	2533.38	17398.6	38765.6	
E_103z_SLD_q=1_71	37612.6	1717.97	1107.32	17398.6	13297.9	

Configurazione2

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85		14239.6	745.5	951.858	5840.58	5450.89	
SLE_rar_gr3+vento_91		14239.6	1497.31	1138.83	6176.05	5528.76	
SLE_rar_vento_gr4_96		13568.3	1203.31	1752.2	5236.31	8701.84	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87		14239.6	1491	553.312	6176.05	2928.09	
SLE_rar_vento_gr4_96		13568.3	1203.31	1752.2	5236.31	8701.84	
SLE_rar_gr4_centrif_88		13568.3	1192.8	776.329	5236.31	4367.39	
SLE_rar_vento_gr4_96		13568.3	1203.31	1752.2	5236.31	8701.84	
SLE_rar_vento_gr4_96		13568.3	1203.31	1752.2	5236.31	8701.84	
SLE_rar_gr4_centrif_88		13568.3	1192.8	776.329	5236.31	4367.39	
SLE_rar_vento_gr4_96		13568.3	1203.31	1752.2	5236.31	8701.84	
SLE_qp_gr1_Treno_115		10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829	
SLE_qp_gr1+vento_119		10883.1	2.10265	257.016	1477.37	894.719	
SLE_qp_gr1+vento_119		10883.1	2.10265	257.016	1477.37	894.719	
SLE_qp_gr1_Treno_115		10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829	
SLE_qp_gr1+vento_119		10883.1	2.10265	257.016	1477.37	894.719	
E_103x_SLD_q=1_140		11074.3	3945.01	801.828	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141		11074.3	1184.98	2073.06	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142		11520.5	1184.98	801.828	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	18909	745.5	996.025	11413.3	17905.9	
SLE_rar_gr3+vento_91	18909	1497.31	1138.83	24592.9	19536.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	18237.7	1203.31	1752.2	20037.1	30253.9	
SLE_rar_gr3+vento_91	18909	1497.31	1138.83	24592.9	19536.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	18237.7	1203.31	1752.2	20037.1	30253.9	
SLE_rar_gr4_centrif_88	18237.7	1192.8	776.329	19907.8	13916.2	
SLE_rar_vento_gr4_96	18237.7	1203.31	1752.2	20037.1	30253.9	
SLE_rar_vento_gr4_96	18237.7	1203.31	1752.2	20037.1	30253.9	
SLE_rar_vento_gr4_96	18237.7	1203.31	1752.2	20037.1	30253.9	
SLE_rar_vento_gr4_96	18237.7	1203.31	1752.2	20037.1	30253.9	
SLE_qp_gr1_Treno_115	15552.6	0	61.8422	1477.37	788.488	
SLE_qp_gr1+vento_119	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02	
SLE_qp_gr1+vento_119	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02	
SLE_qp_gr1+vento_119	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02	
SLE_qp_gr1+vento_119	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02	
E_103x_SLD_q=1_140	15743.8	3945.01	801.828	51916.4	9730.92	
E_103y_SLD_q=1_141	15743.8	1184.98	2073.06	16609.1	30348.7	
E_103z_SLD_q=1_142	16189.9	1184.98	801.828	16609.1	9730.92	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	39982.4	745.5	996.025	13649.8	20894	
SLE_rar_gr3+vento_91	39982.4	1497.31	1138.83	29084.9	22952.9	
SLE_rar_vento_gr4_96	39311.1	1203.31	1752.2	23647	35510.5	
SLE_rar_gr3+vento_91	39982.4	1497.31	1138.83	29084.9	22952.9	
SLE_rar_vento_gr4_96	39311.1	1203.31	1752.2	23647	35510.5	
SLE_rar_gr4_centrif_88	39311.1	1192.8	776.329	23486.2	16245.2	
SLE_rar_vento_gr4_96	39311.1	1203.31	1752.2	23647	35510.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	39311.1	1203.31	1752.2	23647	35510.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	39311.1	1203.31	1752.2	23647	35510.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	39311.1	1203.31	1752.2	23647	35510.5	
SLE_qp_gr1_Treno_115	36625.9	0	61.8422	1477.37	974.014	
SLE_qp_gr1+vento_119	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07	
SLE_qp_gr1+vento_119	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07	
SLE_qp_gr1+vento_119	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07	
SLE_qp_gr1+vento_119	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07	
E_103x_SLD_q=1_140	36925.4	4742.14	1040.97	66142.8	12853.8	
E_103y_SLD_q=1_141	36925.4	1982.1	2312.19	22555.4	37285.3	
E_103z_SLD_q=1_142	37624.1	1982.1	1040.97	22555.4	12853.8	

Configurazione3

TESTA PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	16079.9	745.5	996.025	2243.65	5654.79	
SLE_rar_gr3+vento_162	16079.9	1497.31	1183	2579.12	5732.66	
SLE_rar_vento_gr4_167	15040.5	1203.31	1787.53	2358.77	8864.96	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	16079.9	1491	597.479	2579.12	3131.99	
SLE_rar_vento_gr4_167	15040.5	1203.31	1787.53	2358.77	8864.96	
SLE_rar_gr4_centrif_159	15040.5	1192.8	811.662	2358.77	4530.51	
SLE_rar_vento_gr4_167	15040.5	1203.31	1787.53	2358.77	8864.96	
SLE_rar_vento_gr4_167	15040.5	1203.31	1787.53	2358.77	8864.96	
SLE_rar_gr4_centrif_159	15040.5	1192.8	811.662	2358.77	4530.51	
SLE_rar_vento_gr4_167	15040.5	1203.31	1787.53	2358.77	8864.96	
SLE_qp_gr1_Treno_186	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829	
SLE_qp_gr1+vento_190	10883.1	2.10265	257.016	1477.37	894.719	
SLE_qp_gr1+vento_190	10883.1	2.10265	257.016	1477.37	894.719	
SLE_qp_gr1_Treno_186	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829	
SLE_qp_gr1+vento_190	10883.1	2.10265	257.016	257.016	894.719	
E_103x_SLD_q=1_211	11074.3	3945.01	801.828	0	0	
E_103y_SLD_q=1_212	11074.3	1184.98	2073.06	0	0	
E_103z_SLD_q=1_213	11520.5	1184.98	801.828	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	20749.3	745.5	996.025	11413.3	17905.9	
SLE_rar_gr3+vento_162	20749.3	1497.31	1183	20996	20283.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	19710	1203.31	1787.53	17159.5	30851.6	
SLE_rar_gr3+vento_162	20749.3	1497.31	1183	20996	20283.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	19710	1203.31	1787.53	17159.5	30851.6	
SLE_rar_gr4_centrif_159	19710	1192.8	811.662	17030.2	14514	
SLE_rar_vento_gr4_167	19710	1203.31	1787.53	17159.5	30851.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	19710	1203.31	1787.53	17159.5	30851.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	19710	1203.31	1787.53	17159.5	30851.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	19710	1203.31	1787.53	17159.5	30851.6	
SLE_qp_gr1_Treno_186	15552.6	0	61.8422	1477.37	788.488	
SLE_qp_gr1+vento_190	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02	
SLE_qp_gr1+vento_190	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02	
SLE_qp_gr1+vento_190	15552.6	2.10265	257.016	1503.23	4056.02	
SLE_qp_gr1+vento_190	15552.6	2.10265	257.016	257.016	4056.02	
E_103x_SLD_q=1_211	15743.8	3945.01	801.828	51916.4	9730.92	
E_103y_SLD_q=1_212	15743.8	1184.98	2073.06	16609.1	30348.7	
E_103z_SLD_q=1_213	16189.9	1184.98	801.828	16609.1	9730.92	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	41822.7	745.5	996.025	13649.8	20894	
SLE_rar_gr3+vento_162	41822.7	1497.31	1183	25487.9	23832.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	40783.3	1203.31	1787.53	20769.5	36214.2	
SLE_rar_gr3+vento_162	41822.7	1497.31	1183	25487.9	23832.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	40783.3	1203.31	1787.53	20769.5	36214.2	
SLE_rar_gr4_centrif_159	40783.3	1192.8	811.662	20608.6	16948.9	
SLE_rar_vento_gr4_167	40783.3	1203.31	1787.53	20769.5	36214.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	40783.3	1203.31	1787.53	20769.5	36214.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	40783.3	1203.31	1787.53	20769.5	36214.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	40783.3	1203.31	1787.53	20769.5	36214.2	
SLE_qp_gr1_Treno_186	36625.9	0	61.8422	1477.37	974.014	
SLE_qp_gr1+vento_190	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07	
SLE_qp_gr1+vento_190	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07	
SLE_qp_gr1+vento_190	36625.9	2.10265	257.016	1509.54	4827.07	
SLE_qp_gr1+vento_190	36625.9	2.10265	257.016	257.016	4827.07	
E_103x_SLD_q=1_211	36925.4	4742.14	1040.97	66142.8	12853.8	
E_103y_SLD_q=1_212	36925.4	1982.1	2312.19	22555.4	37285.3	
E_103z_SLD_q=1_213	37624.1	1982.1	1040.97	22555.4	12853.8	

 <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>VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P23	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0805005</b>	REV. <b>B</b>

## 6.2.2 Stati limiti ultimi

### Configurazione1

TESTA PILA							
			<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1			22995.8	1080.98	1538.37	3186.2	8241.81
A1_SLU_gr3+vento_7			22995.8	2171.41	1838.76	3672.64	8484.76
A1_SLU_vento_gr4_12			21488.8	1745.33	2716.76	3353.13	13105.1
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3			22995.8	2161.95	960.478	3672.64	4583.75
A1_SLU_vento_gr4_12			21488.8	1745.33	2716.76	3353.13	13105.1
E_103x_SLV_q=1.5_60			11446.4	4338.98	1133.55	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61			11446.4	1303.17	3178.8	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62			12760.5	1303.17	1133.55	0	0
E_103x_SLV_q=1_66			11446.4	6512.04	1570.53	0	0
E_103y_SLV_q=1_67			11446.4	1955.08	4635.41	0	0
E_103z_SLV_q=1_68			12760.5	1955.08	1570.53	0	0
BASE PILA							
			<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1			29299.6	1080.98	1538.37	16482.2	27163.8
A1_SLU_gr3+vento_7			29299.6	2171.41	1838.76	30381	31101.5
A1_SLU_vento_gr4_12			27792.5	1745.33	2716.76	24820.7	46521.4
A1_SLU_gr3+vento_7			29299.6	2171.41	1838.76	30381	31101.5
A1_SLU_vento_gr4_12			27792.5	1745.33	2716.76	24820.7	46521.4
E_103x_SLV_q=1.5_60			16115.8	4338.98	1133.55	52296.6	13914.7
E_103y_SLV_q=1.5_61			16115.8	1303.17	3178.8	16723.1	44294.6
E_103z_SLV_q=1.5_62			17430	1303.17	1133.55	16723.1	13914.7
E_103x_SLV_q=1_66			16115.8	6512.04	1570.53	77774.3	20417.2
E_103y_SLV_q=1_67			16115.8	1955.08	4635.41	24366.4	65969.7
E_103z_SLV_q=1_68			17430	1955.08	1570.53	24366.4	20417.2
BASE FONDAZIONE							
			<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1			57748.6	1080.98	1538.37	19725.1	31778.9
A1_SLU_gr3+vento_7			57748.6	2171.41	1838.76	36895.2	36617.8
A1_SLU_vento_gr4_12			56241.6	1745.33	2716.76	30056.7	54671.6
A1_SLU_gr3+vento_7			57748.6	2171.41	1838.76	36895.2	36617.8
A1_SLU_vento_gr4_12			56241.6	1745.33	2716.76	30056.7	54671.6
E_103x_SLV_q=1.36_63			37499	6361.09	1697.73	76461.8	20309.9
E_103y_SLV_q=1.36_64			37499	3021.69	3947.5	27312.8	60477.1
E_103z_SLV_q=1.36_65			39536.1	3021.69	1697.73	27312.8	20309.9
E_103x_SLV_q=1_66			37499	8100.46	2047.06	102076	26558.4
E_103y_SLV_q=1_67			37499	3543.51	5111.93	34997	81305.5
E_103z_SLV_q=1_68			39536.1	3543.51	2047.06	34997	26558.4

Configurazione2

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	20327.4	1080.98	1442.31	8401.74	7931.74	
A1_SLU_gr3+vento_78	20327.4	2171.41	1742.7	8888.18	8174.69	
A1_SLU_vento_gr4_83	19354	1745.33	2639.91	7525.57	12857.1	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	20327.4	2161.95	864.415	8888.18	4273.68	
A1_SLU_vento_gr4_83	19354	1745.33	2639.91	7525.57	12857.1	
E_103x_SLV_q=1.5_131	11446.4	4338.98	1133.55	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_132	11446.4	1303.17	3178.8	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_133	12760.5	1303.17	1133.55	0	0	
E_103x_SLV_q=1_137	11446.4	6512.04	1570.53	0	0	
E_103y_SLV_q=1_138	11446.4	1955.08	4635.41	0	0	
E_103z_SLV_q=1_139	12760.5	1955.08	1570.53	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	26631.1	1080.98	1442.31	21697.7	25672.1	
A1_SLU_gr3+vento_78	26631.1	2171.41	1742.7	35596.5	29609.9	
A1_SLU_vento_gr4_83	25657.8	1745.33	2639.91	28993.1	45328	
A1_SLU_gr3+vento_78	26631.1	2171.41	1742.7	35596.5	29609.9	
A1_SLU_vento_gr4_83	25657.8	1745.33	2639.91	28993.1	45328	
E_103x_SLV_q=1.5_131	16115.8	4338.98	1133.55	52296.6	13914.7	
E_103y_SLV_q=1.5_132	16115.8	1303.17	3178.8	16723.1	44294.6	
E_103z_SLV_q=1.5_133	17430	1303.17	1133.55	16723.1	13914.7	
E_103x_SLV_q=1_137	16115.8	6512.04	1570.53	77774.3	20417.2	
E_103y_SLV_q=1_138	16115.8	1955.08	4635.41	24366.4	65969.7	
E_103z_SLV_q=1_139	17430	1955.08	1570.53	24366.4	20417.2	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	55080.2	1080.98	1442.31	24940.7	29999	
A1_SLU_gr3+vento_78	55080.2	2171.41	1742.7	42110.8	34838	
A1_SLU_vento_gr4_83	54106.8	1745.33	2639.91	34229.1	53247.8	
A1_SLU_gr3+vento_78	55080.2	2171.41	1742.7	42110.8	34838	
A1_SLU_vento_gr4_83	54106.8	1745.33	2639.91	34229.1	53247.8	
E_103x_SLV_q=1.36_134	37499	6361.09	1697.73	76461.8	20309.9	
E_103y_SLV_q=1.36_135	37499	3021.69	3947.5	27312.8	60477.1	
E_103z_SLV_q=1.36_136	39536.1	3021.69	1697.73	27312.8	20309.9	
E_103x_SLV_q=1_137	37499	8100.46	2047.06	102076	26558.4	
E_103y_SLV_q=1_138	37499	3543.51	5111.93	34997	81305.5	
E_103z_SLV_q=1_139	39536.1	3543.51	2047.06	34997	26558.4	

Configurazione3

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	22995.8	1080.98	1538.37	3186.2	8241.81	
A1_SLU_gr3+vento_149	22995.8	2171.41	1838.76	3672.64	8484.76	
A1_SLU_vento_gr4_154	21488.8	1745.33	2716.76	3353.13	13105.1	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	22995.8	2161.95	960.478	3672.64	4583.75	
A1_SLU_vento_gr4_154	21488.8	1745.33	2716.76	3353.13	13105.1	
E_103x_SLV_q=1.5_202	11446.4	4338.98	1133.55	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_203	11446.4	1303.17	3178.8	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_204	12760.5	1303.17	1133.55	0	0	
E_103x_SLV_q=1_208	11446.4	6512.04	1570.53	0	0	
E_103y_SLV_q=1_209	11446.4	1955.08	4635.41	0	0	
E_103z_SLV_q=1_210	12760.5	1955.08	1570.53	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	29299.6	1080.98	1538.37	16482.2	27163.8	
A1_SLU_gr3+vento_149	29299.6	2171.41	1838.76	30381	31101.5	
A1_SLU_vento_gr4_154	27792.5	1745.33	2716.76	24820.7	46521.4	
A1_SLU_gr3+vento_149	29299.6	2171.41	1838.76	30381	31101.5	
A1_SLU_vento_gr4_154	27792.5	1745.33	2716.76	24820.7	46521.4	
E_103x_SLV_q=1.5_202	16115.8	4338.98	1133.55	52296.6	13914.7	
E_103y_SLV_q=1.5_203	16115.8	1303.17	3178.8	16723.1	44294.6	
E_103z_SLV_q=1.5_204	17430	1303.17	1133.55	16723.1	13914.7	
E_103x_SLV_q=1_208	16115.8	6512.04	1570.53	77774.3	20417.2	
E_103y_SLV_q=1_209	16115.8	1955.08	4635.41	24366.4	65969.7	
E_103z_SLV_q=1_210	17430	1955.08	1570.53	24366.4	20417.2	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	57748.6	1080.98	1538.37	19725.1	31778.9	
A1_SLU_gr3+vento_149	57748.6	2171.41	1838.76	36895.2	36617.8	
A1_SLU_vento_gr4_154	56241.6	1745.33	2716.76	30056.7	54671.6	
A1_SLU_gr3+vento_149	57748.6	2171.41	1838.76	36895.2	36617.8	
A1_SLU_vento_gr4_154	56241.6	1745.33	2716.76	30056.7	54671.6	
E_103x_SLV_q=1.36_205	37499	6361.09	1697.73	76461.8	20309.9	
E_103y_SLV_q=1.36_206	37499	3021.69	3947.5	27312.8	60477.1	
E_103z_SLV_q=1.36_207	39536.1	3021.69	1697.73	27312.8	20309.9	
E_103x_SLV_q=1_208	37499	8100.46	2047.06	102076	26558.4	
E_103y_SLV_q=1_209	37499	3543.51	5111.93	34997	81305.5	
E_103z_SLV_q=1_210	39536.1	3543.51	2047.06	34997	26558.4	

 <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>VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0805005</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	265 $\Phi$ 26 interasse 10 cm*	$\Phi$ 12/15	8.7 cm
plinto	Trasv: 4.5 strati $\Phi$ 30/10 Long 3 strati $\Phi$ 30/10	-	8.7 cm
pali	36 $\Phi$ 30 interasse 20 cm*	$\Phi$ 12/20	9.7 cm

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

Le spille adottate sono disposte nel rispetto della norma vigente.

## 8. FUSTO PILA

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

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

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

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

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P23	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0805005</b>	REV. <b>B</b>

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

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

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

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

## 8.1 Modellazione

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

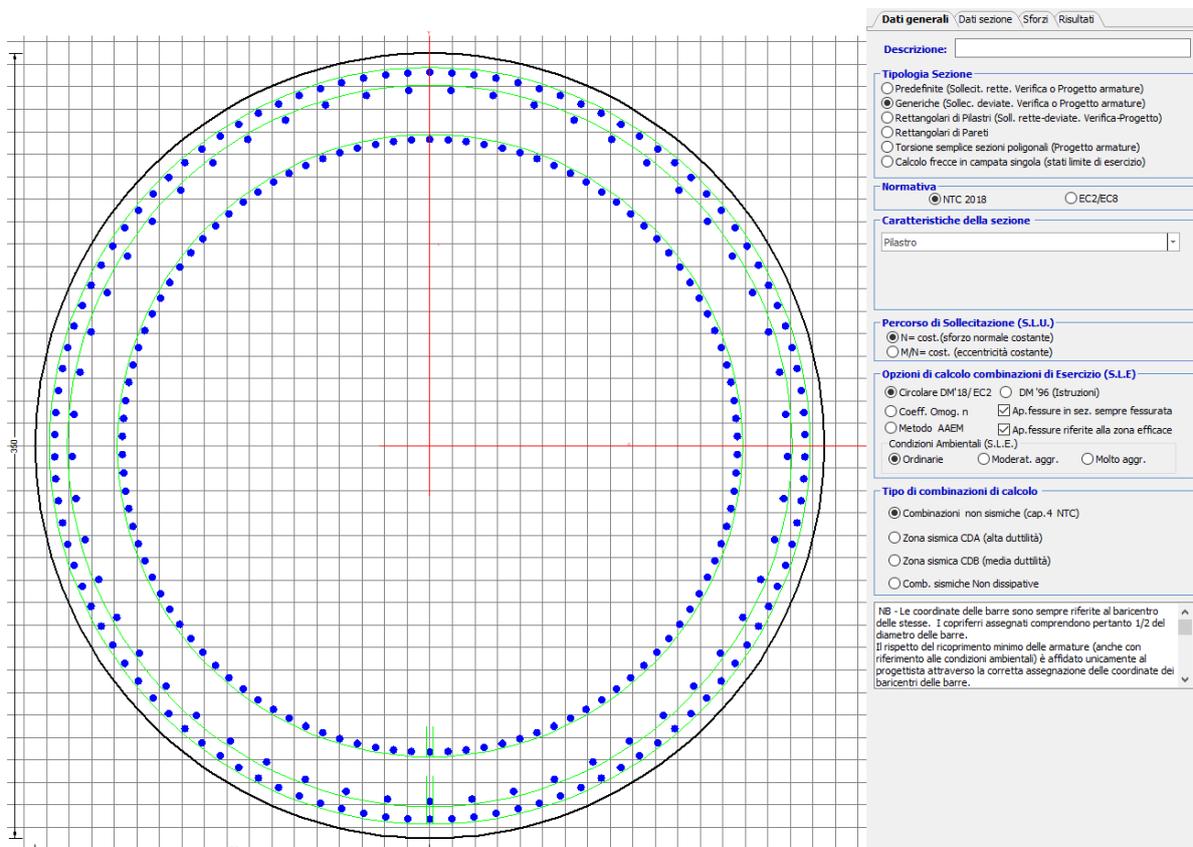


Figura 12 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 265 di diametro  $\Phi 30$  che corrispondono ad un passo di 10cm lungo il bordo esterno e speculari internamente.

## 8.2 Verifica a presso flessione

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

NOME SEZIONE: Circolare 3.5m

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Tipologia sezione:

Normativa di riferimento:

Percorso sollecitazione:

Condizioni Ambientali:

Resistenze agli Stati Limite Ultimi

Sezione generica di Pilastro

N.T.C.

A Sforzo Norm. costante

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	
	Resist. 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:	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: C32/40

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

### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	166.5	106	30
2	0.0	0.0	136.5	106	30
3	0.0	0.0	158.6	53	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

My

con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.

Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y' // asse Y coord.

Vy

con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

Vx

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

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

N°Comb.	N	MX	MY	VY	VX
1	29299.57	16482.19	27163.77	0.00	0.00
2	29299.57	30381.00	31101.52	0.00	0.00
3	27792.51	24820.68	46521.35	0.00	0.00
4	29299.57	30381.00	31101.52	0.00	0.00
5	27792.51	24820.68	46521.35	0.00	0.00
6	16115.80	52296.60	13914.70	0.00	0.00
7	16115.80	16723.14	44294.64	0.00	0.00
8	17429.97	16723.14	13914.70	0.00	0.00
9	26631.13	21697.74	25672.12	0.00	0.00
10	26631.13	35596.55	29609.87	0.00	0.00
11	25657.76	28993.12	45328.03	0.00	0.00
12	26631.13	35596.55	29609.87	0.00	0.00
13	25657.76	28993.12	45328.03	0.00	0.00
14	16115.80	52296.60	13914.70	0.00	0.00
15	16115.80	16723.14	44294.64	0.00	0.00
16	17429.97	16723.14	13914.70	0.00	0.00
17	29299.57	16482.19	27163.77	0.00	0.00
18	29299.57	30381.00	31101.52	0.00	0.00
19	27792.51	24820.68	46521.35	0.00	0.00
20	29299.57	30381.00	31101.52	0.00	0.00
21	27792.51	24820.68	46521.35	0.00	0.00
22	16115.80	52296.60	13914.70	0.00	0.00
23	16115.80	16723.14	44294.64	0.00	0.00
24	17429.97	16723.14	13914.70	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	20749.32	11413.30	17905.91
2	20749.32	20996.01	20283.58
3	19709.97	17159.52	30851.61
4	20749.32	20996.01	20283.58
5	19709.97	17159.52	30851.61
6	18909.02	11413.30	17905.91
7	18909.02	24592.94	19536.41
8	18237.74	20037.07	30253.89
9	18909.02	24592.94	19536.41
10	18237.74	20037.07	30253.89
11	20749.32	11413.30	17905.91
12	20749.32	20996.01	20283.58
13	19709.97	17159.52	30851.61
14	20749.32	20996.01	20283.58
15	19709.97	17159.52	30851.61
16	15740.32	37368.58	9975.94
17	15740.32	12244.73	31165.47
18	16178.38	12244.73	9975.94
19	15743.78	51916.42	9730.92

20	15743.78	16609.08	30348.71
21	16189.90	16609.08	9730.92
22	15743.78	51916.42	9730.92
23	15743.78	16609.08	30348.71
24	16189.90	16609.08	9730.92

**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	19709.97	17030.21 (24543.37)	14513.96 (20917.03)
2	19709.97	17159.52 (12256.22)	30851.61 (22035.82)
3	19709.97	17159.52 (12256.22)	30851.61 (22035.82)
4	19709.97	17159.52 (12256.22)	30851.61 (22035.82)
5	19709.97	17159.52 (12256.22)	30851.61 (22035.82)
6	18237.74	19907.75 (23759.15)	13916.23 (16608.50)
7	18237.74	20037.07 (13417.52)	30253.89 (20259.06)
8	18237.74	20037.07 (13417.52)	30253.89 (20259.06)
9	18237.74	20037.07 (13417.52)	30253.89 (20259.06)
10	18237.74	20037.07 (13417.52)	30253.89 (20259.06)
11	19709.97	17030.21 (24543.37)	14513.96 (20917.03)
12	19709.97	17159.52 (12256.22)	30851.61 (22035.82)
13	19709.97	17159.52 (12256.22)	30851.61 (22035.82)
14	19709.97	17159.52 (12256.22)	30851.61 (22035.82)
15	19709.97	17159.52 (12256.22)	30851.61 (22035.82)

**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	15552.58	1477.37 (0.00)	788.49 (0.00)
2	15552.58	1503.23 (0.00)	4056.02 (0.00)
3	15552.58	1503.23 (0.00)	4056.02 (0.00)
4	15552.58	1503.23 (0.00)	4056.02 (0.00)
5	15552.58	1503.23 (0.00)	4056.02 (0.00)
6	15552.58	1477.37 (0.00)	788.49 (0.00)
7	15552.58	1503.23 (0.00)	4056.02 (0.00)
8	15552.58	1503.23 (0.00)	4056.02 (0.00)
9	15552.58	1503.23 (0.00)	4056.02 (0.00)
10	15552.58	1503.23 (0.00)	4056.02 (0.00)
11	15552.58	1477.37 (0.00)	788.49 (0.00)
12	15552.58	1503.23 (0.00)	4056.02 (0.00)
13	15552.58	1503.23 (0.00)	4056.02 (0.00)
14	15552.58	1503.23 (0.00)	4056.02 (0.00)
15	15552.58	257.02 (0.00)	4056.02 (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: 4.9 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 [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	29299.57	16482.19	27163.77	29299.78	59111.13(59111.13)	97400.08(97400.08)	3.59	1873.2(288.6)
2	S	29299.57	30381.00	31101.52	29299.78	79622.91(79622.91)	81490.14(81490.14)	2.62	1873.2(288.6)
3	S	27792.51	24820.68	46521.35	27792.73	53242.00(53242.00)	99797.03(99797.03)	2.15	1873.2(288.6)
4	S	29299.57	30381.00	31101.52	29299.78	79622.91(79622.91)	81490.14(81490.14)	2.62	1873.2(288.6)
5	S	27792.51	24820.68	46521.35	27792.73	53242.00(53242.00)	99797.03(99797.03)	2.15	1873.2(288.6)
6	S	16115.80	52296.60	13914.70	16115.55	102282.10(102282.10)	27186.67(27186.67)	1.96	1873.2(288.6)
7	S	16115.80	16723.14	44294.64	16116.04	37403.73(37403.73)	99002.83(99002.83)	2.24	1873.2(288.6)
8	S	17429.97	16723.14	13914.70	17429.79	82034.64(82034.64)	68278.15(68278.15)	4.91	1873.2(288.6)
9	S	26631.13	21697.74	25672.12	26631.06	72589.55(72589.55)	85888.63(85888.63)	3.35	1873.2(288.6)
10	S	26631.13	35596.55	29609.87	26631.14	86452.23(86452.23)	71923.51(71923.51)	2.43	1873.2(288.6)
11	S	25657.76	28993.12	45328.03	25657.75	60295.54(60295.54)	94264.57(94264.57)	2.08	1873.2(288.6)
12	S	26631.13	35596.55	29609.87	26631.14	86452.23(86452.23)	71923.51(71923.51)	2.43	1873.2(288.6)
13	S	25657.76	28993.12	45328.03	25657.75	60295.54(60295.54)	94264.57(94264.57)	2.08	1873.2(288.6)
14	S	16115.80	52296.60	13914.70	16115.55	102282.10(102282.10)	27186.67(27186.67)	1.96	1873.2(288.6)
15	S	16115.80	16723.14	44294.64	16116.04	37403.73(37403.73)	99002.83(99002.83)	2.24	1873.2(288.6)
16	S	17429.97	16723.14	13914.70	17429.79	82034.64(82034.64)	68278.15(68278.15)	4.91	1873.2(288.6)
17	S	29299.57	16482.19	27163.77	29299.78	59111.13(59111.13)	97400.08(97400.08)	3.59	1873.2(288.6)
18	S	29299.57	30381.00	31101.52	29299.78	79622.91(79622.91)	81490.14(81490.14)	2.62	1873.2(288.6)
19	S	27792.51	24820.68	46521.35	27792.73	53242.00(53242.00)	99797.03(99797.03)	2.15	1873.2(288.6)
20	S	29299.57	30381.00	31101.52	29299.78	79622.91(79622.91)	81490.14(81490.14)	2.62	1873.2(288.6)
21	S	27792.51	24820.68	46521.35	27792.73	53242.00(53242.00)	99797.03(99797.03)	2.15	1873.2(288.6)
22	S	16115.80	52296.60	13914.70	16115.55	102282.10(102282.10)	27186.67(27186.67)	1.96	1873.2(288.6)

23	S	16115.80	16723.14	44294.64	16116.04	37403.73(37403.73)	99002.83(99002.83)	2.241873.2(288.6)
24	S	17429.97	16723.14	13914.70	17429.79	82034.64(82034.64)	68278.15(68278.15)	4.911873.2(288.6)

**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	149.6	154.4	0.00327	140.8	88.9	-0.00572	-140.8	-88.9
2	0.00350	125.2	60.8	0.00327	116.0	119.5	-0.00572	-116.0	-119.5
3	0.00350	154.4	60.8	0.00327	145.8	80.4	-0.00585	-145.8	-80.4
4	0.00350	125.2	60.8	0.00327	116.0	119.5	-0.00572	-116.0	-119.5
5	0.00350	154.4	60.8	0.00327	145.8	80.4	-0.00585	-145.8	-80.4
6	0.00350	45.0	154.4	0.00324	39.1	161.8	-0.00706	-39.1	-161.8
7	0.00350	163.7	60.8	0.00324	154.3	62.6	-0.00706	-154.3	-62.6
8	0.00350	111.9	60.8	0.00324	108.7	126.1	-0.00691	-108.7	-126.1
9	0.00350	133.7	60.8	0.00326	129.3	104.9	-0.00596	-129.3	-104.9
10	0.00350	111.9	60.8	0.00326	108.7	126.1	-0.00596	-108.7	-126.1
11	0.00350	147.4	154.4	0.00326	140.8	88.9	-0.00606	-140.8	-88.9
12	0.00350	111.9	60.8	0.00326	108.7	126.1	-0.00596	-108.7	-126.1
13	0.00350	147.4	60.8	0.00326	140.8	88.9	-0.00606	-140.8	-88.9
14	0.00350	45.0	60.8	0.00324	39.1	161.8	-0.00706	-39.1	-161.8
15	0.00350	163.7	11.1	0.00324	154.3	62.6	-0.00706	-154.3	-62.6
16	0.00350	111.9	169.1	0.00324	108.7	126.1	-0.00691	-108.7	-126.1
17	0.00350	149.6	64.0	0.00327	140.8	88.9	-0.00572	-140.8	-88.9
18	0.00350	125.2	135.7	0.00327	116.0	119.5	-0.00572	-116.0	-119.5
19	0.00350	154.4	172.0	0.00327	145.8	80.4	-0.00585	-145.8	-80.4
20	0.00350	125.2	84.0	0.00327	116.0	119.5	-0.00572	-116.0	-119.5
21	0.00350	154.4	151.0	0.00327	145.8	80.4	-0.00585	-145.8	-80.4
22	0.00350	45.0	172.0	0.00324	39.1	161.8	-0.00706	-39.1	-161.8
23	0.00350	163.7	84.0	0.00324	154.3	62.6	-0.00706	-154.3	-62.6
24	0.00350	111.9	151.0	0.00324	108.7	126.1	-0.00691	-108.7	-126.1

**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	0.000023083	0.000014006	-0.001225045	----	----
2	0.000019314	0.000018867	-0.001224979	----	----
3	0.000024169	0.000012895	-0.001293951	----	----
4	0.000019314	0.000018867	-0.001224979	----	----
5	0.000024169	0.000012895	-0.001293951	----	----
6	0.000007950	0.000029880	-0.001910853	----	----
7	0.000028926	0.000010921	-0.001910847	----	----
8	0.000019496	0.000023430	-0.001834106	----	----

9	0.000021164	0.000017887	-0.001349281	----	----
10	0.000017718	0.000021301	-0.001348692	----	----
11	0.000023571	0.000015077	-0.001396635	----	----
12	0.000017718	0.000021301	-0.001348692	----	----
13	0.000023571	0.000015077	-0.001396635	----	----
14	0.000007950	0.000029880	-0.001910853	----	----
15	0.000028926	0.000010921	-0.001910847	----	----
16	0.000019496	0.000023430	-0.001834106	----	----
17	0.000023083	0.000014006	-0.001225045	----	----
18	0.000019314	0.000018867	-0.001224979	----	----
19	0.000024169	0.000012895	-0.001293951	----	----
20	0.000019314	0.000018867	-0.001224979	----	----
21	0.000024169	0.000012895	-0.001293951	----	----
22	0.000007950	0.000029880	-0.001910853	----	----
23	0.000028926	0.000010921	-0.001910847	----	----
24	0.000019496	0.000023430	-0.001834106	----	----

**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	5.54	147.6	0.0	-37.3	-140.8	-88.9	5638	212.1
2	S	7.41	121.6	0.0	-78.5	-116.0	-119.5	8415	353.4
3	S	8.86	152.9	0.0	-118.2	-145.8	-80.4	10039	402.9
4	S	7.41	121.6	0.0	-78.5	-116.0	-119.5	8415	353.4
5	S	8.86	152.9	0.0	-118.2	-145.8	-80.4	10039	402.9
6	S	5.48	147.6	0.0	-43.1	-140.8	-88.9	6535	268.6
7	S	7.91	108.9	0.0	-98.9	-101.0	-132.3	9576	381.7
8	S	9.07	145.9	0.0	-131.0	-140.8	-88.9	10626	402.9
9	S	7.91	108.9	0.0	-98.9	-101.0	-132.3	9576	381.7
10	S	9.07	145.9	0.0	-131.0	-140.8	-88.9	10626	402.9
11	S	5.54	147.6	0.0	-37.3	-140.8	-88.9	5638	212.1
12	S	7.41	121.6	0.0	-78.5	-116.0	-119.5	8415	353.4
13	S	8.86	152.9	0.0	-118.2	-145.8	-80.4	10039	402.9
14	S	7.41	121.6	0.0	-78.5	-116.0	-119.5	8415	353.4
15	S	8.86	152.9	0.0	-118.2	-145.8	-80.4	10039	402.9
16	S	9.60	45.1	0.0	-158.0	-39.1	-161.8	11510	431.2
17	S	8.35	162.9	0.0	-126.2	-154.3	-62.6	10956	417.0
18	S	4.15	110.5	0.0	-25.6	-108.7	-126.1	5231	205.0
19	S	12.98	32.2	0.0	-246.2	-29.5	-163.9	12329	459.5
20	S	8.62	153.5	0.0	-132.9	-145.8	-80.4	11096	417.0
21	S	4.94	88.5	0.0	-42.3	-84.7	-143.4	7042	296.9
22	S	12.98	32.2	0.0	-246.2	-29.5	-163.9	12329	459.5
23	S	8.62	153.5	0.0	-132.9	-145.8	-80.4	11096	417.0
24	S	4.94	88.5	0.0	-42.3	-84.7	-143.4	7042	296.9

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

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

k2	= (e1 + e2)/(2*e1) [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	-0.00020	0	0.833	30.0	70	0.00011 (0.00011)	464	0.052 (990.00)	18907.76	29663.70
2	S	-0.00042	0	0.833	30.0	70	0.00024 (0.00024)	440	0.104 (990.00)	20218.55	19532.50
3	S	-0.00062	0	0.833	30.0	70	0.00035 (0.00035)	450	0.159 (990.00)	12256.22	22035.82
4	S	-0.00042	0	0.833	30.0	70	0.00024 (0.00024)	440	0.104 (990.00)	20218.55	19532.50
5	S	-0.00062	0	0.833	30.0	70	0.00035 (0.00035)	450	0.159 (990.00)	12256.22	22035.82
6	S	-0.00023	0	0.833	30.0	70	0.00013 (0.00013)	445	0.058 (990.00)	17478.85	27421.93
7	S	-0.00052	0	0.833	30.0	70	0.00030 (0.00030)	451	0.134 (990.00)	20344.89	16161.80
8	S	-0.00069	0	0.833	30.0	70	0.00039 (0.00039)	462	0.182 (990.00)	13417.52	20259.06
9	S	-0.00052	0	0.833	30.0	70	0.00030 (0.00030)	451	0.134 (990.00)	20344.89	16161.80
10	S	-0.00069	0	0.833	30.0	70	0.00039 (0.00039)	462	0.182 (990.00)	13417.52	20259.06
11	S	-0.00020	0	0.833	30.0	70	0.00011 (0.00011)	464	0.052 (990.00)	18907.76	29663.70
12	S	-0.00042	0	0.833	30.0	70	0.00024 (0.00024)	440	0.104 (990.00)	20218.55	19532.50
13	S	-0.00062	0	0.833	30.0	70	0.00035 (0.00035)	450	0.159 (990.00)	12256.22	22035.82
14	S	-0.00042	0	0.833	30.0	70	0.00024 (0.00024)	440	0.104 (990.00)	20218.55	19532.50
15	S	-0.00062	0	0.833	30.0	70	0.00035 (0.00035)	450	0.159 (990.00)	12256.22	22035.82
16	S	-0.00083	0	0.833	30.0	70	0.00047 (0.00047)	465	0.220 (990.00)	22100.17	5899.88
17	S	-0.00066	0	0.833	30.0	70	0.00038 (0.00038)	461	0.175 (990.00)	8701.50	22147.18
18	S	-0.00014	0	0.833	30.0	70	0.00008 (0.00008)	455	0.035 (990.00)	28541.68	23253.27
19	S	-0.00129	0	0.833	30.0	70	0.00074 (0.00074)	466	0.344 (990.00)	21074.86	3950.15
20	S	-0.00070	0	0.833	30.0	70	0.00040 (0.00040)	464	0.185 (990.00)	11315.34	20675.79
21	S	-0.00023	0	0.833	30.0	70	0.00013 (0.00013)	440	0.056 (990.00)	26897.86	15758.91
22	S	-0.00129	0	0.833	30.0	70	0.00074 (0.00074)	466	0.344 (990.00)	21074.86	3950.15
23	S	-0.00070	0	0.833	30.0	70	0.00040 (0.00040)	464	0.185 (990.00)	11315.34	20675.79
24	S	-0.00023	0	0.833	30.0	70	0.00013 (0.00013)	440	0.056 (990.00)	26897.86	15758.91

**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	5.77	113.5	0.0	-46.1	-108.7	-126.1	6636	275.7
2	S	8.86	152.9	0.0	-118.2	-145.8	-80.4	10039	402.9
3	S	8.86	152.9	0.0	-118.2	-145.8	-80.4	10039	402.9
4	S	8.86	152.9	0.0	-118.2	-145.8	-80.4	10039	402.9
5	S	8.86	152.9	0.0	-118.2	-145.8	-80.4	10039	402.9
6	S	6.19	100.3	0.0	-61.4	-93.0	-138.1	7990	339.3
7	S	9.07	145.9	0.0	-131.0	-140.8	-88.9	10626	402.9
8	S	9.07	145.9	0.0	-131.0	-140.8	-88.9	10626	402.9
9	S	9.07	145.9	0.0	-131.0	-140.8	-88.9	10626	402.9
10	S	9.07	145.9	0.0	-131.0	-140.8	-88.9	10626	402.9
11	S	5.77	113.5	0.0	-46.1	-108.7	-126.1	6636	275.7
12	S	8.86	152.9	0.0	-118.2	-145.8	-80.4	10039	402.9
13	S	8.86	152.9	0.0	-118.2	-145.8	-80.4	10039	402.9
14	S	8.86	152.9	0.0	-118.2	-145.8	-80.4	10039	402.9
15	S	8.86	152.9	0.0	-118.2	-145.8	-80.4	10039	402.9

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

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

1	S	-0.00025	0	0.833	30.0	70	0.00014 (0.00014)	443	0.061 (0.20)	24543.37	20917.03
2	S	-0.00062	0	0.833	30.0	70	0.00035 (0.00035)	450	0.159 (0.20)	12256.22	22035.82
3	S	-0.00062	0	0.833	30.0	70	0.00035 (0.00035)	450	0.159 (0.20)	12256.22	22035.82
4	S	-0.00062	0	0.833	30.0	70	0.00035 (0.00035)	450	0.159 (0.20)	12256.22	22035.82
5	S	-0.00062	0	0.833	30.0	70	0.00035 (0.00035)	450	0.159 (0.20)	12256.22	22035.82
6	S	-0.00033	0	0.833	30.0	70	0.00018 (0.00018)	438	0.081 (0.20)	23759.15	16608.50
7	S	-0.00069	0	0.833	30.0	70	0.00039 (0.00039)	462	0.182 (0.20)	13417.52	20259.06
8	S	-0.00069	0	0.833	30.0	70	0.00039 (0.00039)	462	0.182 (0.20)	13417.52	20259.06
9	S	-0.00069	0	0.833	30.0	70	0.00039 (0.00039)	462	0.182 (0.20)	13417.52	20259.06
10	S	-0.00069	0	0.833	30.0	70	0.00039 (0.00039)	462	0.182 (0.20)	13417.52	20259.06
11	S	-0.00025	0	0.833	30.0	70	0.00014 (0.00014)	443	0.061 (0.20)	24543.37	20917.03
12	S	-0.00062	0	0.833	30.0	70	0.00035 (0.00035)	450	0.159 (0.20)	12256.22	22035.82
13	S	-0.00062	0	0.833	30.0	70	0.00035 (0.00035)	450	0.159 (0.20)	12256.22	22035.82
14	S	-0.00062	0	0.833	30.0	70	0.00035 (0.00035)	450	0.159 (0.20)	12256.22	22035.82
15	S	-0.00062	0	0.833	30.0	70	0.00035 (0.00035)	450	0.159 (0.20)	12256.22	22035.82

**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	1.53	82.4	0.0	14.9	-76.0	-148.1	---	---
2	S	1.96	164.1	0.0	8.7	-157.7	-53.3	---	---
3	S	1.96	164.1	0.0	8.7	-157.7	-53.3	---	---
4	S	1.96	164.1	0.0	8.7	-157.7	-53.3	---	---
5	S	1.96	164.1	0.0	8.7	-157.7	-53.3	---	---
6	S	1.53	82.4	0.0	14.9	-76.0	-148.1	---	---
7	S	1.96	164.1	0.0	8.7	-157.7	-53.3	---	---
8	S	1.96	164.1	0.0	8.7	-157.7	-53.3	---	---
9	S	1.96	164.1	0.0	8.7	-157.7	-53.3	---	---
10	S	1.96	164.1	0.0	8.7	-157.7	-53.3	---	---
11	S	1.53	82.4	0.0	14.9	-76.0	-148.1	---	---
12	S	1.96	164.1	0.0	8.7	-157.7	-53.3	---	---
13	S	1.96	164.1	0.0	8.7	-157.7	-53.3	---	---
14	S	1.96	164.1	0.0	8.7	-157.7	-53.3	---	---
15	S	1.92	174.6	0.0	9.3	-165.8	-14.8	---	---

**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

### 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	15	cm	
copriferro netto + staffa + $f_i/2$	$c'$	9	cm	
spessore anima sezione rettangolar	sb	0	cm	
sezione	tipo	circolare		
tipologia di verifica taglio	secondo	statica $q=1$		
<b>Direzione Longitudinale</b>				
resistenza ridotta	$f'c$	11	Mpa	
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	253	cm	
larghezza biella	bw	295	cm	
inclinazione staffe	$\alpha$	90	gradi	
inclinazione biella	$\vartheta$	22	gradi	
resistenza puntoni	$V_c$	27404	kN	
resistenza staffe	$V_s$	7457	kN	
taglio resisistente	$V_r$	7457	kN	
taglio massimo agente	$V_{ed}$	6999	kN	
	$V_{ed}/V_{rd}$	0.94		
<b>Direzione Trasversale</b>				
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	253	cm	
larghezza biella	bw	295	cm	
inclinazione biella	$\vartheta$	22	gradi	
resistenza puntoni	$V_c$	27404	kN	
resistenza staffe	$V_s$	7457	kN	
taglio resisistente	$V_r$	7457	kN	
taglio massimo agente	$V_{ed}$	5543	kN	
	$V_{ed}/V_{rd}$	0.74		

 <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>VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P23	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0805005</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 (spiralì);*
- *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>VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0805005</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>265</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	187317	mm <sup>2</sup>
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	9620000.00	mm <sup>3</sup>
		<b>1.95%</b>	>0.6%
<b>minimi per confinamento se <math>q \leq 1.5</math></b>			
accelerazione al suolo per SLV	ag	<b>0.17</b>	g
coefficiente di verifica	$\zeta$	0.04	
interasse staffe	s	<b>150</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>0.0592</b>	

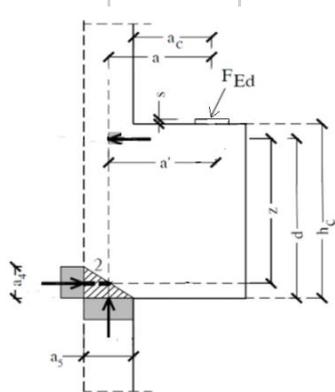
## 8.5 Verifica spostamenti

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

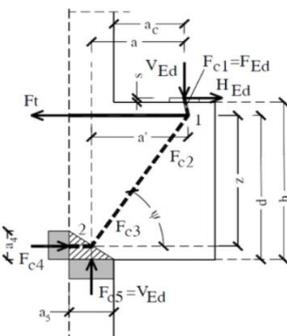
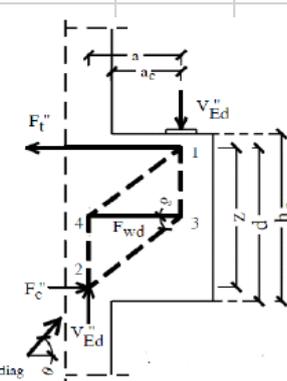
$$E_L \geq 2,30 \cdot \frac{L}{1000} + 0,073 \text{ e } E_L \geq 0,10m$$

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

## 9. PULVINO

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

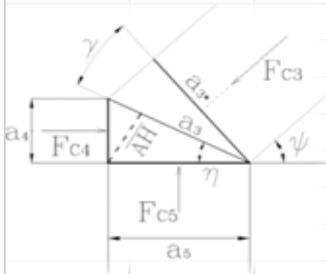
## 9.1 Progettazione armatura principale e secondaria

<u>Calcolo armatura principale</u>					
con riferimento al modello 1 di traliccio semplificato, si determina l'armatura principale allo SLU					
	modello 1	azione esterna applicata	Fed = Fc5	7324.891318	[Kn]
		forza orizzontale trasmessa	Hed	384.5926792	
		braccio della forza di trazione	z	1532	[mm]
		larghezza risultante di riferimento	a5	231.6205346	[mm]
		braccio della forza di compressione	a	165.8102673	[mm]
		trazione nelle barre che si verifica	Ft = Fc4	927.0882969	[Kn]
		armatura superiore	As	2369.225648	[mm2]
		diametro del ferro longitudinale	Φ	16	[mm]
		passo armature	p	15	[cm]
		numero di strati di barre	nst	1	
		numeri ferri predisposti in b	n	13.33333333	
		areare ferri resistenti	Ares	2679.466667	[mm2]
	coef. di sicurezza	Trd/Fc4	1.130946168		
verifica nodo 1 CCC	lunghezza di applicazione delle s4	a4	766	[mm]	
	tensione di compressione 4	s4	0.605149019	[Mpa]	Oke
<u>Calcolo armatura secondaria orizzontale</u>					
	modello 2	angolo di inclinazione	Ψ	82.78295022	[gradi]
		coefficiente di ripartizione	c	15.45628866	[%]
		braccio della forza di trazione	z	1532	[mm]
		braccio della forza di compressione	a	165.8102673	[mm]
		trazione nelle barre secondarie	Fwd	1486.522835	[Kn]
		armatura secondaria	As	3798.89169	[mm2]
		armatura minima 0.25As	Amin	669.8666667	
		diametro ferri secondari	Φ	16	[mm]
		passo armature direzione b	s	15	[cm]
		numero di strati di barre	nst	1	
		numeri ferri predisposti in b	n	13.33333333	
		areare ferri resistenti	Ares	2679.466667	[mm2]
	coef. di sicurezza	Trd/Fc4	1.130946168		
verifica nodo 2 CCT (sotto la piastra)	area piastra di contatto	Aap	640000	[mm2]	
	tensione di compr. sotto la piastra	sc1	11.44514268	[Mpa]	Oke

## 9.2 Verifica dei nodi

### Nodo CCC

		biella di copressione verticale	Fc1	7324.891318	[Kn]		
		biella comprella orizzontale	Fc2	927.0882969	[Kn]		
		biella compresaa inclinata	Fc3	7383.427075	[Kn]		
		lunghezza di applicazione delle s5	a5	231.6205346	[mm]		
		tensione di compressione 5	s5	15.81226667	[Mpa]	Ok	
		per completezza possiamo comunque determinare le altre tensioni					
		lunghezza di applicazione delle s4	a4	766	[mm]		
		lunghezza di applicazione puntone 3	a3	800.2525052	[mm]		
		lunghezza di applicazione puntone 3	a3*	233.4701251	[mm]		
		difetto di ortogonalità	c	65.99597386	[gradi]		
		tensione di compressione 4	s4	0.605149019	[Mpa]	Ok	
		tensione di compressione 3	s3	4.613185855	[Mpa]	Ok	
		tensione di compressione 3*	s3*	15.81235944	[Mpa]	OK	



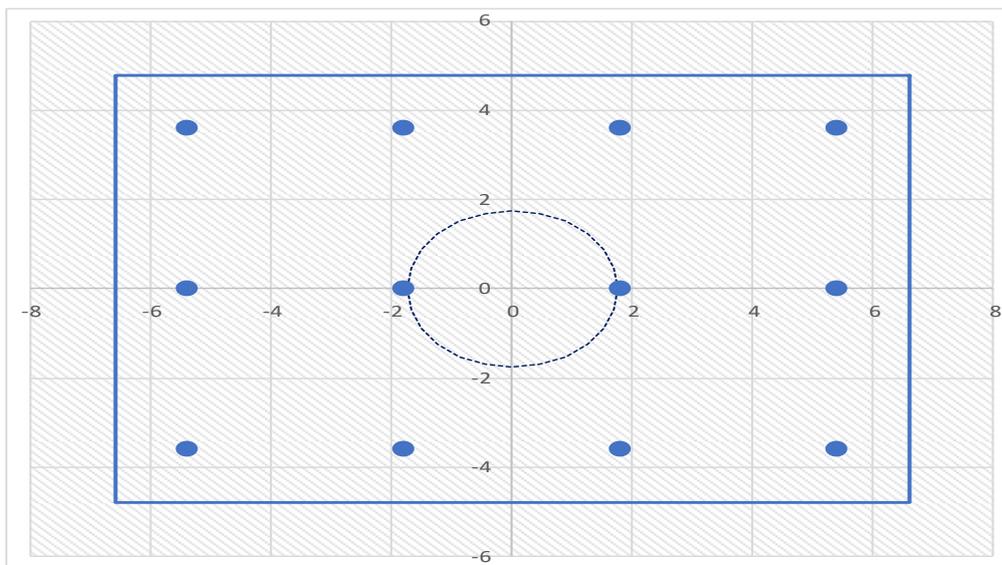
### Nodo CCT

		forza di contatto	Fc1	7324.891318	[Kn]	
		biella di calcestruzzo inclinata	Fc3	7383.427075	[Kn]	
		trazione barra	T	927.0882969	[Kn]	
		lunghezza di applicazione contatto	a1	800	[mm]	
		lunghezza di applicazione contatto	b	800	[mm]	
		lunghezza di applicazione puntone	a2	816.0269958	[mm]	
		lunghezza tirante	u	178	[mm]	
		angolo di inclinazione	h	82.78295022	[gradi]	
		tesnione di contatto	$s_{c1} < s_{Rd2,t}$	11.45	$\leq$	13.44 Ok
		tensione biella di calcestruzzo incl.	$s_{c3} < s_{Rd2,t}$	11.31	$\leq$	13.44 Ok

## 10. PLINTO DI FONDAZIONE

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

numero di pali	n.	12		
diametro pali	D	1.2	m	
interasse pali	i	3.6	m	
altezza plinto di fondazione	h	3	m	
Check verifica				
sbalzo direzione trasversale	at	3.65	m	
sbalzo direzione longitudinale	al	1.85	m	
direzione trasversale	a/h	1.216667	<i>Plinto basso</i>	
direzione longitudinale	a/h	0.616667	<i>Plinto basso</i>	



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

Scarichi $q=1.5/1.1$ se plinto snello					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	1.8	3.6	6432.5	6236.6	6374.8
2	1.8	-3.6	3870.4	4149.4	3450.4
3	5.4	3.6	7110.6	7249.1	7019.9
4	5.4	-3.6	4548.5	5161.8	4095.6
5	-5.4	-3.6	2514.1	2124.5	2160.1
6	-5.4	3.6	5076.3	4211.8	5084.5
7	5.4	0	5829.5	6205.5	5557.7
8	-5.4	0	3795.2	3168.1	3622.3
9	-1.8	0	4473.3	4180.6	4267.4
10	1.8	0	5151.4	5193.0	4912.6
11	-1.8	-3.6	3192.2	3136.9	2805.3
12	-1.8	3.6	5754.4	5224.2	5729.6
	taglio combinato in		237.1133	269.0904	232.02
Scarichi $q=1$ se plinto tozzo e verifica a taglio					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	1.8	3.6	3383.9	3323.6	3323.6
2	1.8	-3.6	2949.9	2889.7	2889.7
3	5.4	3.6	3441.2	3380.9	3380.9
4	5.4	-3.6	3007.2	2947.0	2947.0
5	-5.4	-3.6	2835.3	2775.0	2775.0
6	-5.4	3.6	3269.2	3209.0	3209.0
7	5.4	0	3224.2	3164.0	3164.0
8	-5.4	0	3052.2	2992.0	2992.0
9	-1.8	0	3109.6	3049.3	3049.3
10	1.8	0	3166.9	3106.6	3106.6
11	-1.8	-3.6	2892.6	2832.3	2832.3
12	-1.8	3.6	3326.5	3266.3	3266.3
	taglio combinato in		145.9607	145.9607	145.961

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.

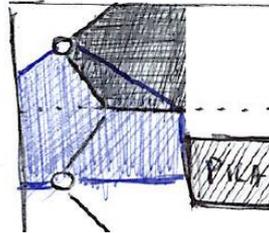


Figura 13 - mensola di riferimento

### 10.1 Dimensionamento armature

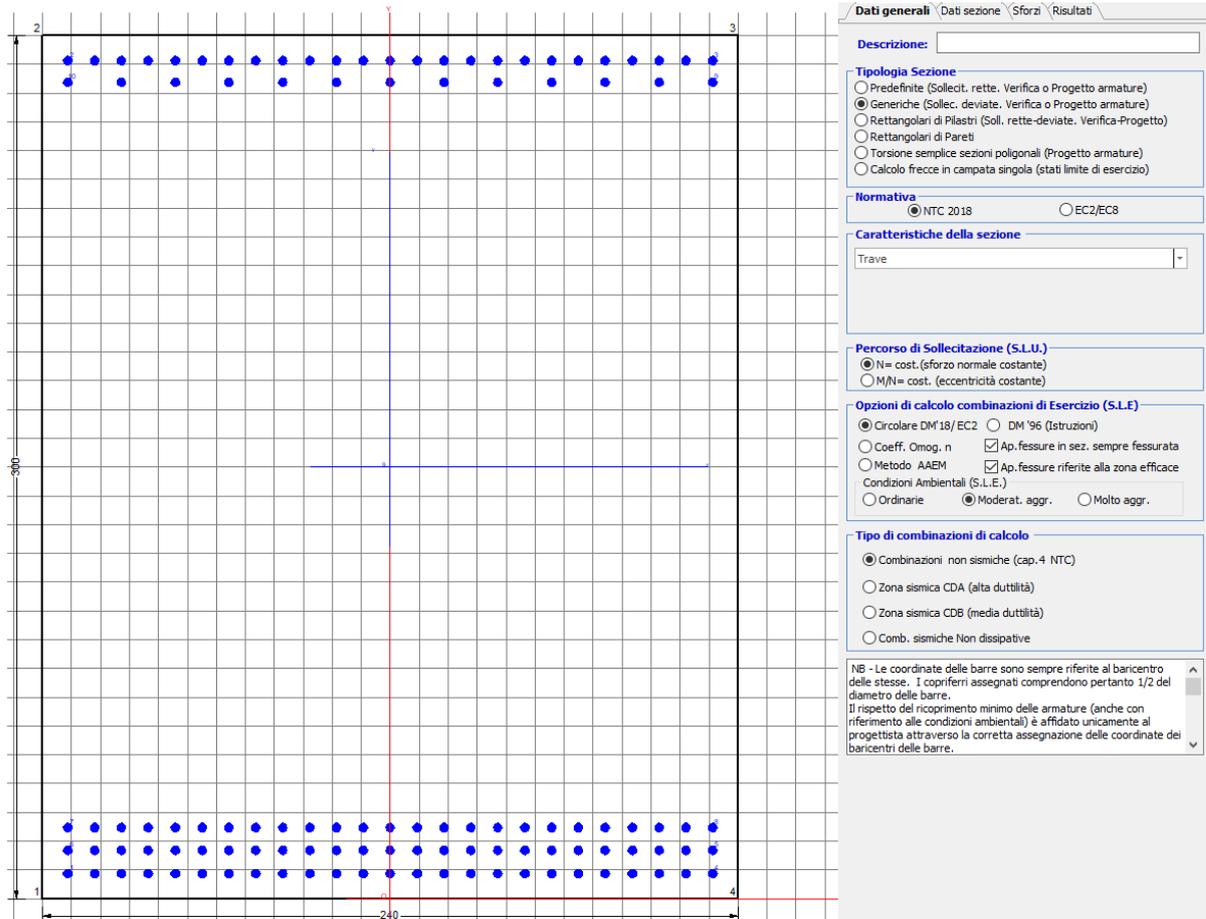
<b><i>posizione del palo più sollecitato</i></b>				
coordinata in direzione trasversale		X	5.4	m
coordinata in direzione longitudinale		Y	3.6	m
angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse		$\alpha$	33.6901	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone		L	6.48999	m
altezza della fondazione		h	3	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone		$\vartheta$	24.8087	gradi
reazione in testa palo più sollecitato		Rmax	7249.09	KN
forza di trazione risultante		T	15682.2	KN
proiezione forza di trazione in trasversale		Tt	13048.4	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale		Tl	8698.91	KN

<i>dimensionamento armature</i>					
area dell'armatura inferiore richiesta in tras			At	33346.2	mm <sup>2</sup>
diametro armatura			Φ	30	mm
passo armatura trasversale			p	10	cm
numero di strati			ns	3	
lunghezza di collaborazione			L	2.40258	m
numero di ferri per strato			n	24	
area complessiva sulla lunghezza collaborante			Ares	50893.8	mm <sup>2</sup>
			coef. Sicur	0.65521	
area dell'armatura inferiore richiesta in long			Al	22230.8	mm <sup>2</sup>
diametro armatura			Φ	30	
passo armatura longitudinale			p	10	cm
numero di strati			ns	2	
lunghezza di collaborazione			L	2.4	m
numero di ferri per strato			n	24	
area complessiva sulla lunghezza collaborante			Ares	33929.2	mm <sup>2</sup>
			coef. Sicur	0.65521	
tasso di lavoro armatura allo SLU			σ <sub>t</sub>	256.384	MPa
tasso di lavoro armatura allo SLU			σ <sub>l</sub>	256.384	MPa

## 10.2 Verifica a prsso-flessione

### 10.2.1 Direzione trasversale

Armatura disposta lungo la direzione trasversale all'asse del ponte



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

NOME SEZIONE: fondazione y 240x300

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

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

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

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-120.0	0.0
2	-120.0	300.0
3	120.0	300.0
4	120.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

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

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

3

1

4

23

30

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	14455.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	5451.00	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	11530.00	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	9923.00 (12157.99)	0.00 (0.00)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	4913.00 (12157.99)	0.00 (0.00)

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	14455.00	0.00	0.00	38409.67	0.00	2.66353.4(103.4)	
2	S	0.00	5451.00	0.00	0.00	38409.67	0.00	7.05353.4(103.4)	

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

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.086	-120.0	300.0	0.00229	-111.3	291.3	-0.03706	-111.3	8.7
2	0.00350	0.086	-120.0	300.0	0.00229	-111.3	291.3	-0.03706	-111.3	8.7

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000139245	-0.038273425	0.086	0.700
2	0.000000000	0.000139245	-0.038273425	0.086	0.700

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.48	-120.0	300.0	-126.6	-83.5	8.7	7680	353.4

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area $A_{c\text{ eff}}$
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [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 = $0.6 \cdot S_{\text{max}} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{\text{max}} \cdot (e_{\text{sm}} - e_{\text{cm}})$ [(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	-0.00066	0	0.926	30.0	72	0.00042 (0.00038)	450	0.188 (990.00)	12157.99	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.00	-120.0	300.0	-109.0	102.0	8.7	7680	353.4

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00057	0	0.926	30.0	72	0.00033 (0.00033)	450	0.148 (0.20)	12157.99	0.00

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

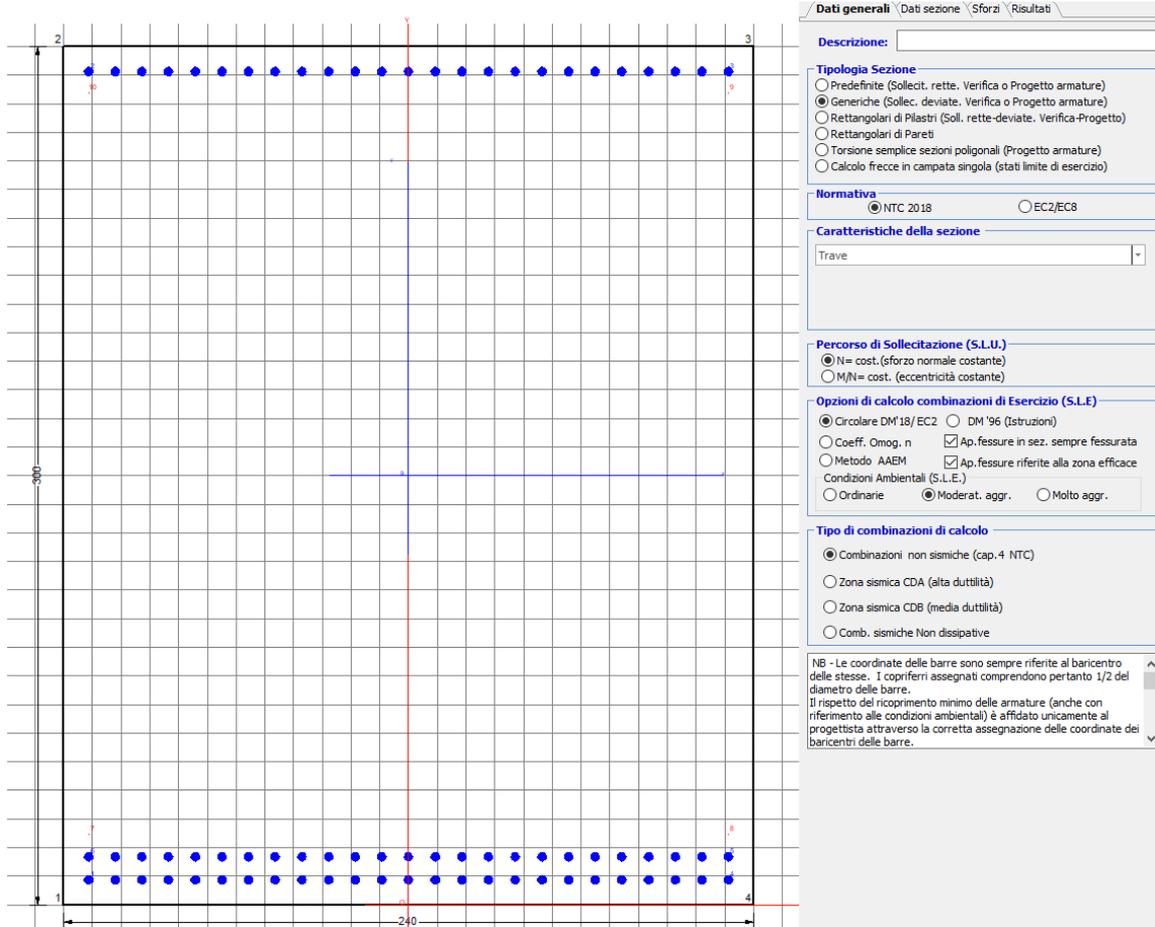
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.48	-120.0	300.0	-54.0	92.8	8.7	7680	353.4

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00028	0	0.926	30.0	72	0.00016 (0.00016)	450	0.073 (0.20)	12157.99	0.00

### 10.2.2 Direzione longitudinale

Armatura disposta lungo la direzione longitudinale all'asse del ponte



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

NOME SEZIONE: fondazione X 240x300

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

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

**ACCIAIO -**

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

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-120.0	0.0
2	-120.0	300.0
3	120.0	300.0
4	120.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

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

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

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

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

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	21683.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	8176.00	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	17295.00	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	14855.00 (13440.77)	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	7370.00 (13440.77)	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:	4.6 cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente 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	21683.00	0.00	0.00	55998.20	0.00	2.58530.1(103.4)	
2	S	0.00	8176.00	0.00	0.00	55998.20	0.00	6.85530.1(103.4)	

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

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.128	-120.0	300.0	0.00268	-111.3	291.3	-0.02391	-111.3	8.7
2	0.00350	0.128	-120.0	300.0	0.00268	-111.3	291.3	-0.02391	-111.3	8.7

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000094082	-0.024724539	0.128	0.700
2	0.000000000	0.000094082	-0.024724539	0.128	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	4.44	120.0	300.0	-132.9	-18.6	8.7	10008	530.1

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00069	0	0.897	30.0	72	0.00047 (0.00040)	418	0.196 (990.00)	13440.77	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	3.81	-120.0	300.0	-114.1	-102.0	8.7	10080	530.1

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00060	0	0.897	30.0	72	0.00038 (0.00034)	419	0.157 (0.20)	13440.77	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.89	-120.0	300.0	-56.6	64.9	8.7	9960	530.1

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00030	0	0.898	30.0	72	0.00017 (0.00017)	4170.071 (0.20)	13440.77	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>VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0805005</b>	REV. <b>B</b>

### 10.3 Verifica a punzonamento

perimetro del palo			uo	3.76991	m
diffusione dello sforzo			secondo	NS 3483E	
angolo d'inclinazione superficie			$\vartheta$	45	gradi
perimetro zona critica			u1	20.169	m
altezza della sezione utile			d	2.61	m
raggio interno			r	0.6	m
raggio esterno			R	3.21	m
ipotenusa triangolo interno del cono			a	3.6911	m
angolo massimo di sviluppo			$\alpha 1$	25	gradi
angolo minimo di sviluppo			$\alpha 2$	-115	gradi
sviluppo della superficie resistente			$\alpha$	1.22173	rad
superficie totale del tronco cono			S1	17.1813	m <sup>2</sup>
coefficiente carico			$\beta$	1.4	
resistenza caratteristica del calcestruzzo			fck	25	MPa
resistenza di calcolo del calcestruzzo			fcd	14.1667	MPa
valore di progetto del taglio			Ved	7347.75	kN
<b>valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo</b>					
tensione di progetto di verifica su perimetro uo			ved	1.04547	MPa
resistenza associata			vRd,max	5	MPa
				0.20909	
<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	0.00812	
percentuale geometrica armatura fless. long			qlz	0.00542	
percentuale meccanica complessiva			ql	0.00976	
coefficiente			k1	0.1	
tensione di progetto di verifica su perimetro u1			ved	0.59872	MPa
			vRd,c	0.67757	MPa
				0.88363	

 <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>VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P23</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0805005</b>	REV. <b>B</b>

## 11. PALI DI FONDAZIONE

### 11.1 Ridistribuzione sollecitazioni testa palo

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

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

dove N, M<sub>l</sub>, M<sub>t</sub> sono lo sforzo normale e i momenti flettenti longitudinale e trasversale agenti al baricentro della palificata, n è il numero di pali e J<sub>l</sub>, J<sub>t</sub> sono le inerzie longitudinale e trasversale della palificata

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

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

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

dove H<sub>l</sub>, H<sub>t</sub> sono le forze orizzontali longitudinale e trasversale agenti al baricentro della palificata.

### 11.2 Verifica strutturale

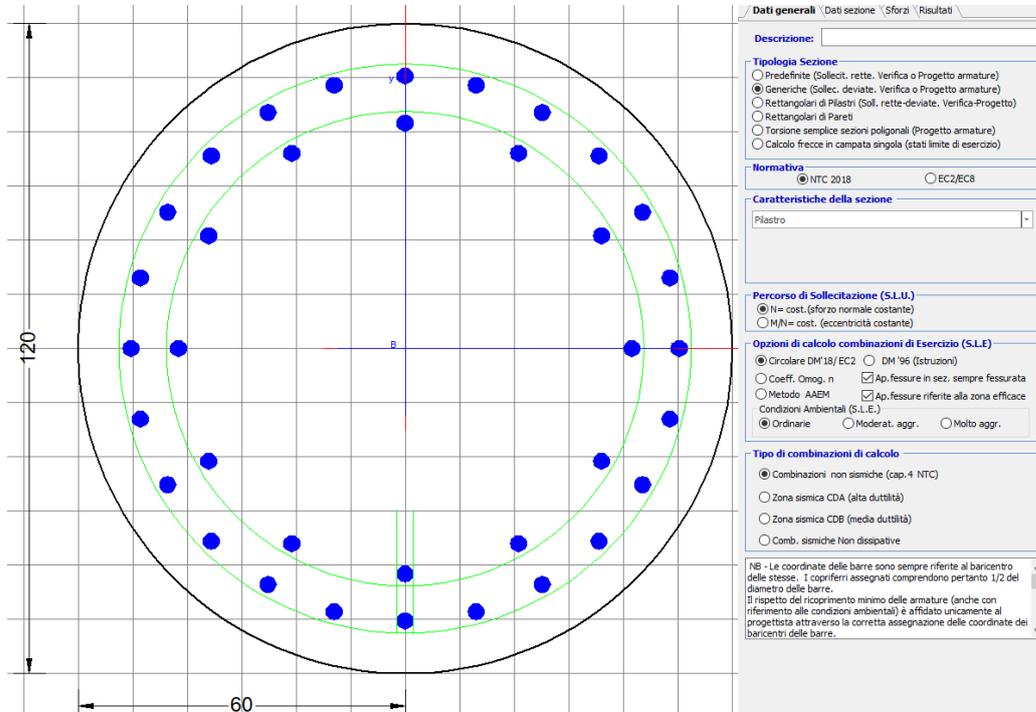
A seconda della verifica di riferimento le sollecitazioni identificate sono riferite ad un fattore di comportamento differente, ottenendo per cui le seguenti ridistribuzioni in testa palo:

Sollecitazioni nel baricentro della fondazione per analisi di presso-flessione

TABELLA PER FLESSIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	<b>57749</b>	2171	1839	36895	36618	
E_103x_SLV_q=1.36_63	37499	6361	1698	76462	20310	
E_103y_SLV_q=1.36_64	37499	3022	3948	27313	60477	
E_103x_SLV_q=1.36_63	37499	6361	1698	<b>76462</b>	20310	
E_103y_SLV_q=1.36_64	37499	3022	3948	27313	<b>60477</b>	

Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	1.8	3.6	6432.52	5967.89	4633.25
2	1.8	-3.6	3870.35	658.046	2736.53
3	5.4	3.6	7110.63	6344	5753.2
4	5.4	-3.6	4548.46	1034.16	3856.47
5	-5.4	-3.6	2514.14	-94.172	496.634
6	-5.4	3.6	5076.31	5215.68	2393.36
7	5.4	0	5829.55	3689.08	4804.84
8	-5.4	0	3795.22	2560.75	1444.99
9	-1.8	0	4473.33	2936.86	2564.94
10	1.8	0	5151.44	3312.97	3684.89
11	-1.8	-3.6	3192.25	281.937	1616.58
12	-1.8	3.6	5754.42	5591.78	3513.3
taglio equivalente			237.113	548.646	414.271
alfa derivante dall'analisi geotecnica				$\alpha$	2.66
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	7111	181	153	543	460
combo2	6344	530	141	1590	424
combo3	5753	252	329	755	987
combo4	-94	530	141	1590	424



**DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.**  
**NOME SEZIONE: palo 1.2**

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

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

**CALCESTRUZZO -**

Classe:	C25/30	
Resis. compr. di progetto fcd:	14.160	MPa
Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50	daN/cm <sup>2</sup>
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm

**ACCIAIO -**

Tipo:	B450C	
Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	

Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare  
Classe Conglomerato: C25/30

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

### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

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

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	7347.75	386.90	635.81	0.00	0.00
2	1742.62	239.62	341.01	0.00	0.00
3	7169.83	481.34	427.75	0.00	0.00
4	7347.75	386.90	635.81	0.00	0.00
5	7169.83	481.34	427.75	0.00	0.00
6	7347.75	386.90	635.81	0.00	0.00
7	6504.89	1448.71	403.00	0.00	0.00
8	-255.06	1448.71	403.00	0.00	0.00
9	6504.89	1448.71	403.00	0.00	0.00
10	5969.48	677.46	957.43	0.00	0.00
11	6504.89	1448.71	403.00	0.00	0.00
12	5969.48	677.46	957.43	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	5191.50	266.75	418.63
2	1402.67	266.75	410.80
3	5071.70	331.91	275.67
4	5191.50	266.75	418.63
5	5071.70	331.91	275.67
6	5191.50	266.75	418.63
7	5213.37	742.86	227.76
8	941.27	742.86	227.76
9	4850.76	742.86	227.76
10	4529.77	343.50	495.52
11	4850.76	833.85	227.76
12	4529.77	343.50	520.04

**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	5191.50	266.75 (0.00)	418.63 (0.00)
2	1402.67	266.75 (620.98)	410.80 (956.32)
3	5191.50	266.75 (0.00)	418.63 (0.00)
4	5191.50	266.75 (0.00)	418.63 (0.00)
5	5191.50	266.75 (0.00)	418.63 (0.00)
6	5191.50	266.75 (0.00)	418.63 (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	3251.82	0.47 (0.00)	61.45 (0.00)
2	2852.51	0.47 (0.00)	61.45 (0.00)
3	3251.82	0.47 (0.00)	61.45 (0.00)
4	3251.82	0.47 (0.00)	61.45 (0.00)
5	3251.82	0.47 (0.00)	61.45 (0.00)
6	3251.82	0.47 (0.00)	61.45 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

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

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	7347.75	386.90	635.81	7347.72	2378.78	3910.23	6.15	254.5(33.9)
2	S	1742.62	239.62	341.01	1742.64	2406.65	3432.53	10.06	254.5(33.9)
3	S	7169.83	481.34	427.75	7169.88	3433.59	3050.45	7.13	254.5(33.9)
4	S	7347.75	386.90	635.81	7347.72	2378.78	3910.23	6.15	254.5(33.9)
5	S	7169.83	481.34	427.75	7169.88	3433.59	3050.45	7.13	254.5(33.9)
6	S	7347.75	386.90	635.81	7347.72	2378.78	3910.23	6.15	254.5(33.9)
7	S	6504.89	1448.71	403.00	6505.18	4436.77	1234.57	3.06	254.5(33.9)
8	S	-255.06	1448.71	403.00	-255.16	3632.94	1008.73	2.51	254.5(33.9)
9	S	6504.89	1448.71	403.00	6505.18	4436.77	1234.57	3.06	254.5(33.9)
10	S	5969.48	677.46	957.43	5969.62	2652.03	3764.71	3.93	254.5(33.9)
11	S	6504.89	1448.71	403.00	6505.18	4436.77	1234.57	3.06	254.5(33.9)
12	S	5969.48	677.46	957.43	5969.62	2652.03	3764.71	3.93	254.5(33.9)

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

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	51.3	0.5	0.00297	43.6	25.2	-0.00250	-43.6	-25.2
2	0.00350	49.1	0.5	0.00272	43.6	25.2	-0.00519	-43.6	-25.2
3	0.00350	39.9	0.5	0.00296	35.6	35.6	-0.00256	-35.6	-35.6
4	0.00350	51.3	0.5	0.00297	43.6	25.2	-0.00250	-43.6	-25.2
5	0.00350	39.9	0.5	0.00296	35.6	35.6	-0.00256	-35.6	-35.6
6	0.00350	51.3	0.5	0.00297	43.6	25.2	-0.00250	-43.6	-25.2
7	0.00350	16.1	57.4	0.00295	13.0	48.6	-0.00278	-13.0	-48.6
8	0.00350	16.1	57.4	0.00259	13.0	48.6	-0.00689	-13.0	-48.6
9	0.00350	16.1	57.4	0.00295	13.0	48.6	-0.00278	-13.0	-48.6
10	0.00350	49.0	34.2	0.00292	43.6	25.2	-0.00297	-43.6	-25.2
11	0.00350	16.1	57.9	0.00295	13.0	48.6	-0.00278	-13.0	-48.6
12	0.00350	49.0	33.1	0.00292	43.6	25.2	-0.00297	-43.6	-25.2

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000046494	0.000028292	0.000234458	----	----

2	0.000064591	0.000045386	-0.001236543	----	----
3	0.000036506	0.000041080	0.000202566	----	----
4	0.000046494	0.000028292	0.000234458	----	----
5	0.000036506	0.000041080	0.000202566	----	----
6	0.000046494	0.000028292	0.000234458	----	----
7	0.000015267	0.000054884	0.000081933	----	----
8	0.000025238	0.000090725	-0.002150174	----	----
9	0.000015267	0.000054884	0.000081933	----	----
10	0.000047982	0.000033951	-0.000026705	----	----
11	0.000015267	0.000054884	0.000081933	----	----
12	0.000047982	0.000033951	-0.000026705	----	----

**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	5.49	50.6	0.0	25.7	-43.6	-25.2	----	----
2	S	3.22	50.3	0.0	-19.3	-43.6	-25.2	700	21.2
3	S	5.14	38.3	0.0	27.9	-35.6	-35.6	----	----
4	S	5.49	50.6	0.0	25.7	-43.6	-25.2	----	----
5	S	5.14	38.3	0.0	27.9	-35.6	-35.6	----	----
6	S	5.49	50.6	0.0	25.7	-43.6	-25.2	----	----
7	S	6.66	17.6	0.0	11.3	-13.0	-48.6	----	----
8	S	4.92	17.6	0.0	-71.6	-13.0	-48.6	1359	49.5
9	S	6.42	17.6	0.0	7.7	-13.0	-48.6	0	0.0
10	S	5.49	49.3	0.0	13.6	-43.6	-25.2	----	----
11	S	6.79	15.8	0.0	3.0	-13.0	-48.6	0	0.0
12	S	5.57	50.1	0.0	12.5	-43.6	-25.2	----	----

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= (e1 + e2)/(2*e1) [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
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	-0.00013	0	0.833	30.0	82	0.00006 (0.00006)	559	0.032 (990.00)	620.98	956.32
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	-0.00001	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	6262.16	12939.92
8	S	-0.00042	0	0.833	30.0	82	0.00021 (0.00021)	512	0.110 (990.00)	733.37	224.85
9	S	0.00000	0	0.833	30.0	82	0.00021 (0.00021)	0	0.005 (990.00)	219741.23	67372.40
10	S	-0.00004	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	1746.64	3609.21
11	S	-0.00003	0	0.833	30.0	82	0.00021 (0.00021)	0	0.005 (990.00)	5763.77	1574.33
12	S	-0.00010	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	809.94	2035.88

**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	5.49	50.6	0.0	25.7	-43.6	-25.2	---	---
2	S	3.22	50.3	0.0	-19.3	-43.6	-25.2	700	21.2
3	S	5.49	50.6	0.0	25.7	-43.6	-25.2	---	---
4	S	5.49	50.6	0.0	25.7	-43.6	-25.2	---	---
5	S	5.49	50.6	0.0	25.7	-43.6	-25.2	---	---
6	S	5.49	50.6	0.0	25.7	-43.6	-25.2	---	---

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	-0.00013	0	0.833	30.0	82	0.00006 (0.00006)	559	0.032 (0.20)	620.98	956.32
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.40	60.0	0.0	29.0	-50.3	0.0	---	---
2	S	2.14	60.0	0.0	25.1	-50.3	0.0	---	---
3	S	2.40	60.0	0.0	29.0	-50.3	0.0	---	---
4	S	2.40	60.0	0.0	29.0	-50.3	0.0	---	---
5	S	2.40	60.0	0.0	29.0	-50.3	0.0	---	---
6	S	2.40	60.0	0.0	29.0	-50.3	0.0	---	---

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

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P23	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0805005</b>	REV. <b>B</b>

### 11.3 Verifica a taglio

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

TABELLA PER TAGLIO						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	57749	2171	1839	36895	36618	
E_103x_SLV_q=1_66	37499	<b>8100</b>	2047	102076	26558	
E_103y_SLV_q=1_67	37499	3544	<b>5112</b>	34997	81306	
E_103x_SLV_q=1_66	37499	8100	2047	102076	26558	
E_103y_SLV_q=1_67	37499	3544	5112	34997	81306	

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	T <sub>x</sub>	8100	3544
sollecitazione massima direzione y	T <sub>y</sub>	2047	5112
vettore complessivo, singolo palo	T	696	518

Progetto armature

diametro armature trasversale	$\varphi$	12	mm
bracci staffe	bs	2	
diametro pali	R	0.6	m
area armature trasversale	A <sub>sw</sub>	2.3	cm <sup>2</sup>
passo staffe	s	20.0	cm
copriferro netto + staffa + f <sub>i</sub> /2	c'	9.7	cm
resistenza di calcolo armatura	f <sub>yd</sub>	391.0	Mpa
resistenza caratteristica res cls	f <sub>ck</sub>	25.0	
resistenza di calcolo res. Calc	f <sub>cd</sub>	18.5	Mpa
resistenza ridotta	f' <sub>c</sub>	9.2	Mpa
braccio delle forze interne	z=0.9d	88.3	cm
larghezza biella	bw	100.9	cm
inclinazione staffe	$\alpha$	90	gradi
inclinazione biella	$\beta$	22	gradi
resistenza puntoni	V <sub>c</sub>	2839	kN
resistenza staffe	V <sub>s</sub>	977	kN
taglio resisistente	V <sub>r</sub>	977	kN
taglio massimo agente	V <sub>ed</sub>	696	kN
	V <sub>ed</sub> /V <sub>rd</sub>	0.71	

## 12. INCIDENZE

Baggioli/Ritegni	350 kg/mc
Pulvino	180 kg/mc
Fusto Pila	190 kg/mc
Plinto di fondazione	180 kg/mc
Pali di fondazione	primo tratto 195 kg/mc