

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO**

**NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA**

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

**PROGETTO DEFINITIVO**

**TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 4A)**

**VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario - sviluppo complessivo 100m**

*Relazione di calcolo Pile - P2*

SCALA:

-

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

**RS3U    40    D    09    CL    VI0205    001    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: RS3U40D09CLVI0205001B

n. Elab.: 09\_019

 <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>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P2	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</b>	REV. <b>B</b>

## INDICE

1.	PREMESSA .....	3
1.1	Descrizione dell’opera.....	3
2.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	6
3.	MATERIALI .....	6
3.1	Verifiche SLE.....	7
3.1.1	<i>Verifiche tensionali</i> .....	7
3.1.2	<i>Verifiche a fessurazione</i> .....	8
4.	DATI DI BASE .....	9
4.1	Geometrie di base.....	9
4.2	Modelli di analisi e verifica .....	11
4.3	Condizioni elementari e combinazioni di carico.....	11
4.4	Sistemi di riferimento ed unità di misura .....	15
5.	ANALISI DEI CARICHI .....	16
5.1	Peso proprio elementi strutturali.....	16
5.2	Carichi strutturali trasmessi dall’impalcato.....	17
5.3	Carichi da traffico verticali .....	17
5.4	Effetti dinamici .....	19
5.5	Disposizione treni di carico.....	19
5.6	Carichi da traffico orizzontali .....	23
5.6.1	<i>Forza centrifuga</i> .....	23
5.6.2	<i>Serpeggio</i> .....	25
5.6.3	<i>Frenatura ed avviamento</i> .....	26
5.6.4	<i>Forza d’attrito</i> .....	27
5.6.5	<i>Azione del Vento</i> .....	27
5.7	Azione Sismica .....	30
5.7.1	<i>Inquadramento Sismico</i> .....	31
5.7.2	<i>Definizione della domanda sismica</i> .....	32
5.7.3	<i>Calcolo dell’azione Sismica</i> .....	36
5.7.4	<i>Check analisi statica</i> .....	37
5.7.5	<i>Analisi statica equivalente</i> .....	38
5.7.6	<i>Analisi dinamica modale</i> .....	39
6.	SOLLECITAZIONI .....	40
6.1	Combinazioni di carico .....	40
6.1.1	<i>Configurazione 1</i> .....	40
6.1.2	<i>Configurazione 2</i> .....	46

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P2	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</b>	REV. <b>B</b>

6.1.3	Configurazione 3 .....	52
6.2	Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni .....	58
6.2.1	Stati limiti di esercizio .....	58
6.2.2	Stati limiti ultimi .....	64
7.	VERIFICHE STRUTTURALI.....	67
8.	FUSTO PILA .....	67
8.1	Modellazione .....	69
8.2	Verifica a presso flessione .....	70
8.3	Verifica a taglio .....	81
8.4	Verifica minimi di armatura .....	82
8.5	Verifica spostamenti.....	84
9.	PLINTO DI FONDAZIONE.....	85
9.1	Dimensionamento armature .....	87
9.2	Verifica a presso-flessione.....	88
9.2.1	Direzione trasversale.....	88
9.2.2	Direzione longitudinale.....	93
9.3	Verifica a punzonamento .....	98
10.	PALI DI FONDAZIONE.....	99
10.1	Ridistribuzione sollecitazioni testa palo .....	99
10.2	Verifica strutturale .....	99
10.3	Verifica a taglio .....	107
11.	INCIDENZE .....	108

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P2	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</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 VI02 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 2 che rappresenta la tipologica per tutte le pile del viadotto.

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

### 1.1 Descrizione dell'opera

Il viadotto VI02 attraversa un corso d'acqua maggiore e corre parallelamente alla linea torica. Il viadotto è a singolo binario, ha uno sviluppo complessivo di 100m, ed è costituito da 4 campate isostatiche di luce 25m (asse pila-asse pila/ asse pila-asse giunto spalla). Le campate da 25 m sono realizzate con un impalcato in cap a due travi.

Le pile sono realizzate in c.a. gettato in opera, sono di forma rettangolare di dimensioni pari a 7x3.3m. Il pulvino ha una altezza pari a 2m. Su esso disposti gli apparecchi di appoggio dell'impalcato secondo lo schema sotto riportato

Il plinto presenta uno spessore di 2.5m metri e una pianta rettangolare di 9.6x9.6, mentre le fondazioni previste sono su pali in c.a. di grande diametro F1200 sia per le pile che per le spalle. Il numero di pali pari a 9 e disposti ad interessa minimi di 3.6m. Si è assunta una distanza dal bordo degli stessi di 1.20 m.

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

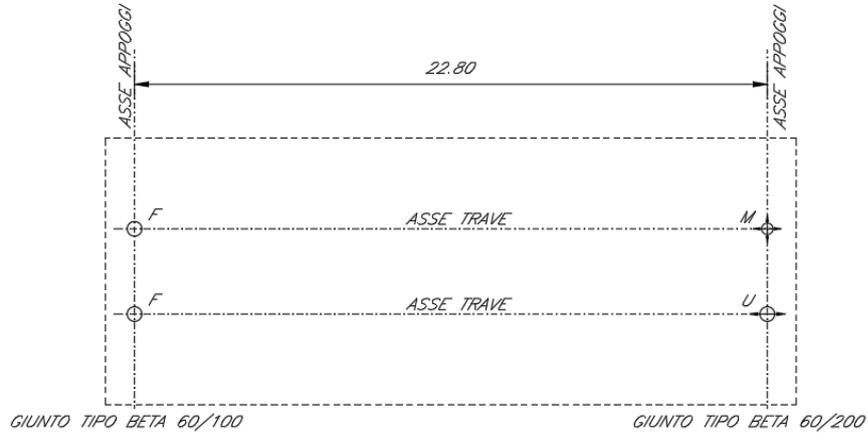


Figura 1: schema appoggi impalcata sx e dx

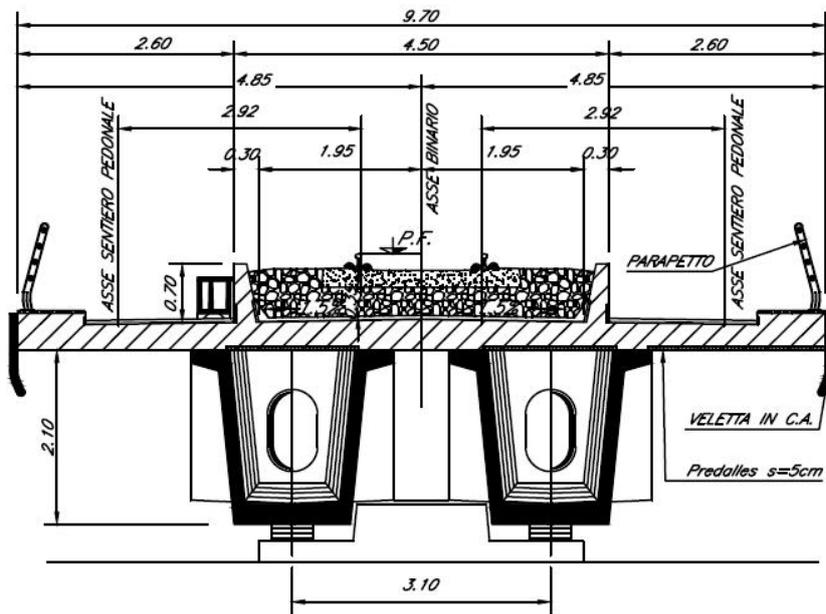


Figura 2: sezione trasversale impalcato

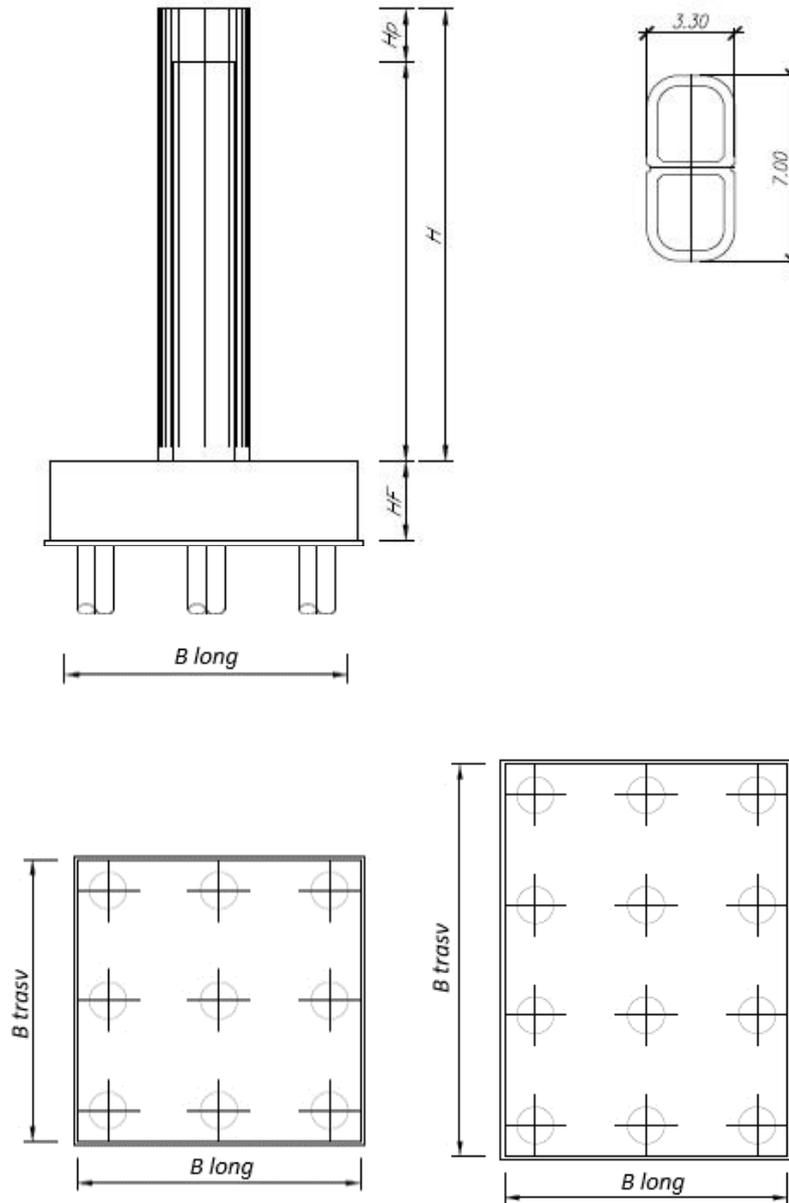


Figura 3: pianta, sezione e prospetti pila

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P2	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</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>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P2	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</b>	REV. <b>B</b>

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

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

- Acciaio ordinario per calcestruzzo armato

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

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

### 3.1 Verifiche SLE

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

#### 3.1.1 Verifiche tensionali

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

#### tensione massima di compressione del calcestruzzo

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P2	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</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>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P2	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</b>	REV. <b>B</b>

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

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

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

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

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

## 4. DATI DI BASE

### 4.1 Geometrie di base

La pila presenta una sezione pseudo-rettangolare cava di dimensioni 7x3.3m, una altezza complessiva di 13.00m. Il pulvino è costituito da una sezione piena medesima alla pila ed altezza variabile in funzione del tipo d’impalcato. Nei calcoli si è incrementato del 10% la massa del pulvino per tener conto di velette, baggioli e ritegni. Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 1200mm collegate in testa da una platea di spessore 2.5m.

<b>PILA</b>			
altezza pila- estradosso fond/estradosso pulvino	Hp	13	m
tipologia di sezione	<b>rettangolare</b>		
larghezza trasversale pila	b	7.000	m
larghezza longitudinale pila	d	3.300	m
raggio angolo esterno	r	1	m
area della sezione	A	8.173	m <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale	I11	36.443	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale	I22	11.694	m <sup>4</sup>
calcestruzzo	fck	32	MPa
massa pulvino	mp	2248	kN
<b>PULVINO</b>			
larghezza in direzione trasversale	b	7	m
larghezza in direzione longitudinale	d	3.3	m
altezza pulvino	h	2	m
massa pulvino	<i>compresa del +10%</i>	mp	1271 kN
<b>FONDAZIONE</b>			
larghezza in direzione trasversale	b	9.6	m
larghezza in direzione longitudinale	d	9.6	m
altezza della fondazione	h	2.5	m
altezza terreno di ricoprimento	ht	1.5	m
area netta per calcolo ricoprimento	A	69.1	m <sup>3</sup>
peso di volume del terreno	y	19	kN/3
<b>Ulteriori distanze e bracci</b>			
distanza asse pila e appoggi per momento longitud.	il	1.2	
interasse tra i binari (se singolo 0)	ib	4	m
dist. tra interasse del singolo binario e asse pila	a	2	m

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P2	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</b>	REV. <b>B</b>

#### 4.2 Modelli di analisi e verifica

Le sollecitazioni di verifica della pila sono state determinate a partire dai valori delle risultanti delle azioni trasmesse dagli impalcati alla quota degli apparecchi di appoggio alle quali sono state combinate le azioni determinate dalle azioni date dalle forze di inerzia e dal peso proprio delle sottostrutture. Il modello della struttura è stato implementato in un foglio di calcolo appositamente realizzato per la valutazione delle azioni agenti sulle singole parti della struttura, quali fusto pila e plinto. Per l'analisi e la verifica del plinto di fondazione, si è utilizzato un modello, a seconda della geometria, di tirante-puntone o trave inflessa.

Per quanto riguarda invece le sollecitazioni sui pali di fondazione a partire dalle azioni risultanti nel baricentro del plinto alla quota di intradosso, sono stati calcolati, per ciascuna combinazione di carico, gli sforzi assiali e di taglio in testa ai pali di fondazione utilizzando il classico modello a piastra rigida.

#### 4.3 Condizioni elementari e combinazioni di carico

Le verifiche di sicurezza strutturali e geotecniche sono state condotte utilizzando combinazioni di carico definite in ottemperanza alle NTC18, secondo quanto riportato nei paragrafi 2.5.3, 5.1.3.12. Di seguito sono mostrati i coefficienti parziali di sicurezza utilizzati allo SLU ed i coefficienti di combinazione adoperati per i carichi variabili nella progettazione delle strutture da ponte.

### 2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A<sub>d</sub> (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omessi i carichi  $Q_{kj}$  che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi  $G_2$ .

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast <sup>(3)</sup>	favorevoli	$\gamma_B$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico <sup>(4)</sup>	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 <sup>(5)</sup>	0,20 <sup>(5)</sup>
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	$\gamma_P$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 <sup>(6)</sup>	1,00 <sup>(7)</sup>	1,00	1,00	1,00

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

Azioni		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr1	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	gr2	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	-
	gr3	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	gr4	1,00	1,00 <sup>(1)</sup>	0,0
Azioni del vento	$F_{Wk}$	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	$T_k$	0,60	0,60	0,50

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti  $\psi_0$  relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Azioni		$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
Azioni singole da traffico	Treno di carico LM 71	0,80 <sup>(3)</sup>	(1)	0,0
	Treno di carico SW /0	0,80 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0
	Treno di carico SW/2	0,0 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0
	Treno scarico	1,00 <sup>(3)</sup>	-	-
	Centrifuga	(2) (3)	(2)	(2)
	Azione laterale (serpeggio)	1,00 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Si usano gli stessi coefficienti  $\psi$  adottati per i carichi che provocano dette azioni.

(3) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti  $\psi_0$  relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Nel seguito si riportano le azioni considerate ai fini della valutazione delle sollecitazioni agenti sulle sottostrutture e quindi, alle verifiche strutturali.

Nome Combinazione	G1	G2	Treno	Scarico	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver
A1_SLU_gr1_Treno	1,35	1,5	1,45	0	0,725	1,45	1,45	0,9	0	0	0	0
A1_SLU_gr2_Scarico	1,35	1,5	0	1,45	0	1,45	1,45	0,9	0	0	0	0
A1_SLU_gr3_Fre/avv	1,35	1,5	1,45	0	1,45	0,725	0,725	0,9	0	0	0	0
A1_SLU_gr4_centrif	1,35	1,5	0,87	0	0,87	0,87	0,87	0,9	0	0	0	0
A1_SLU_gr1+vento	1,35	1,5	1,45	0	0,725	1,45	1,45	0,9	0,9	0	0	0
A1_SLU_gr2+vento	1,35	1,5	0	1,45	0	1,45	1,45	0,9	0,9	0	0	0
A1_SLU_gr3+vento	1,35	1,5	1,45	0	1,45	0,725	0,725	0,9	0,9	0	0	0
A1_SLU_gr4+vento	1,35	1,5	0,87	0	0,87	0,87	0,87	0,9	0,9	0	0	0
A1_SLU_vento_gr1	1,35	1,5	1,16	0	0,58	1,16	1,16	0,72	1,5	0	0	0
A1_SLU_vento_gr2	1,35	1,5	0	1,16	0	1,16	1,16	0,72	1,5	0	0	0
A1_SLU_vento_gr3	1,35	1,5	1,16	0	1,16	0,58	0,58	0,72	1,5	0	0	0
A1_SLU_vento_gr4	1,35	1,5	0,87	0	0,87	0,87	0,87	0,9	1,5	0	0	0
SLE_rar_gr1_Treno	1	1	1	0	0,5	1	1	0,6	0	0	0	0
SLE_rar_gr2_Scarico	1	1	0	1	0	1	1	0,6	0	0	0	0
SLE_rar_gr3_Fre/avv	1	1	1	0	1	0,5	0,5	0,6	0	0	0	0
SLE_rar_gr4_centrif	1	1	0,6	0	0,6	0,6	0,6	0,6	0	0	0	0
SLE_rar_gr1+vento	1	1	1	0	0,5	1	1	0,6	0,6	0	0	0
SLE_rar_gr2+vento	1	1	0	1	0	1	1	0,6	0,6	0	0	0
SLE_rar_gr3+vento	1	1	1	0	1	0,5	0,5	0,6	0,6	0	0	0
SLE_rar_gr4+vento	1	1	0,6	0	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0	0	0
SLE_rar_vento_gr1	1	1	0,8	0	0,4	0,8	0,8	0,48	1	0	0	0
SLE_rar_vento_gr2	1	1	0	0,8	0	0,8	0,8	0,48	1	0	0	0
SLE_rar_vento_gr3	1	1	0,8	0	0,8	0,4	0,4	0,48	1	0	0	0
SLE_rar_vento_gr4	1	1	0,6	0	0,6	0,6	0,6	0,6	1	0	0	0
SLE_fre_gr1_Treno	1	1	0,8	0	0,4	0,8	0,8	0,4	0	0	0	0
SLE_fre_gr2_Scarico	1	1	0	0,8	0	0,8	0,8	0,4	0	0	0	0
SLE_fre_gr3_Fre/avv	1	1	0,8	0	0,8	0,4	0,4	0,4	0	0	0	0
SLE_fre_gr4_centrif	1	1	0,6	0	0,6	0,6	0,6	0,5	0	0	0	0
SLE_fre_gr1+vento	1	1	0,8	0	0,4	0,8	0,8	0,4	0,2	0	0	0
SLE_fre_gr2+vento	1	1	0	0,8	0	0,8	0,8	0,4	0,2	0	0	0
SLE_fre_gr3+vento	1	1	0,8	0	0,8	0,4	0,4	0,4	0,2	0	0	0
SLE_fre_gr4+vento	1	1	0,6	0	0,6	0,6	0,6	0,5	0,2	0	0	0
SLE_fre_vento_gr1	1	1	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0
SLE_fre_vento_gr2	1	1	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0
SLE_fre_vento_gr3	1	1	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0
SLE_fre_vento_gr4	1	1	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0
SLE_fre_gr1_temp	1	1	0	0	0	0	0	0,6	0,2	0	0	0
SLE_fre_gr2_temp	1	1	0	0	0	0	0	0,6	0,2	0	0	0
SLE_fre_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0,6	0,2	0	0	0
SLE_fre_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0,6	0,2	0	0	0

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

Le combinazioni di carico sismiche che tengo conto della componente verticale negativa non vengono 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
- [Lunghezze] 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>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P2	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</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:

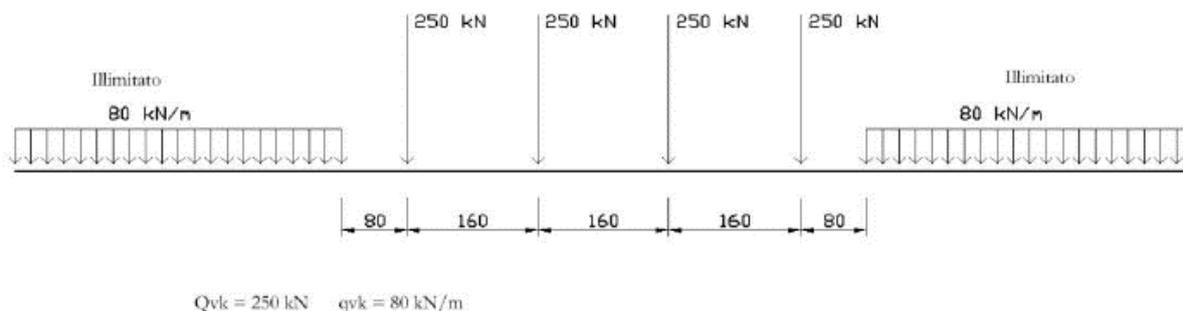
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	4050	0
scarichi estradosso Pila - G2	3084	0
scarichi estradosso Fondazione - G1	7452	0
scarichi estradotto Fondazione - G2	3084	0
scarichi sui Pali - G1	15181	0
scarichi sui Pali - G2	3084	0

## 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;

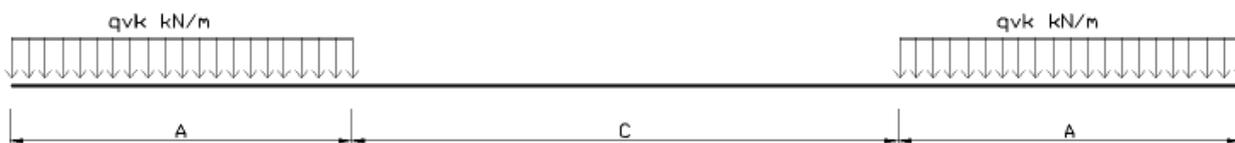
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 <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>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P2	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</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>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P2	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</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	3350	238	335
COMBO ML	2055	2467	206
COMBO MT	3350	238	335

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

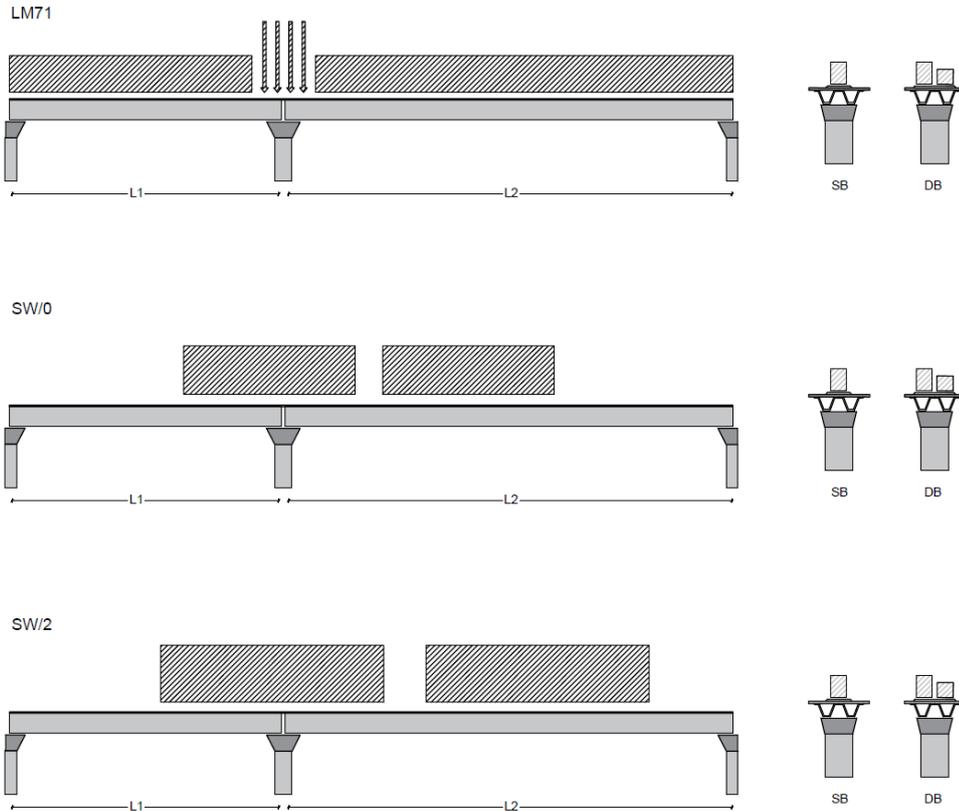


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

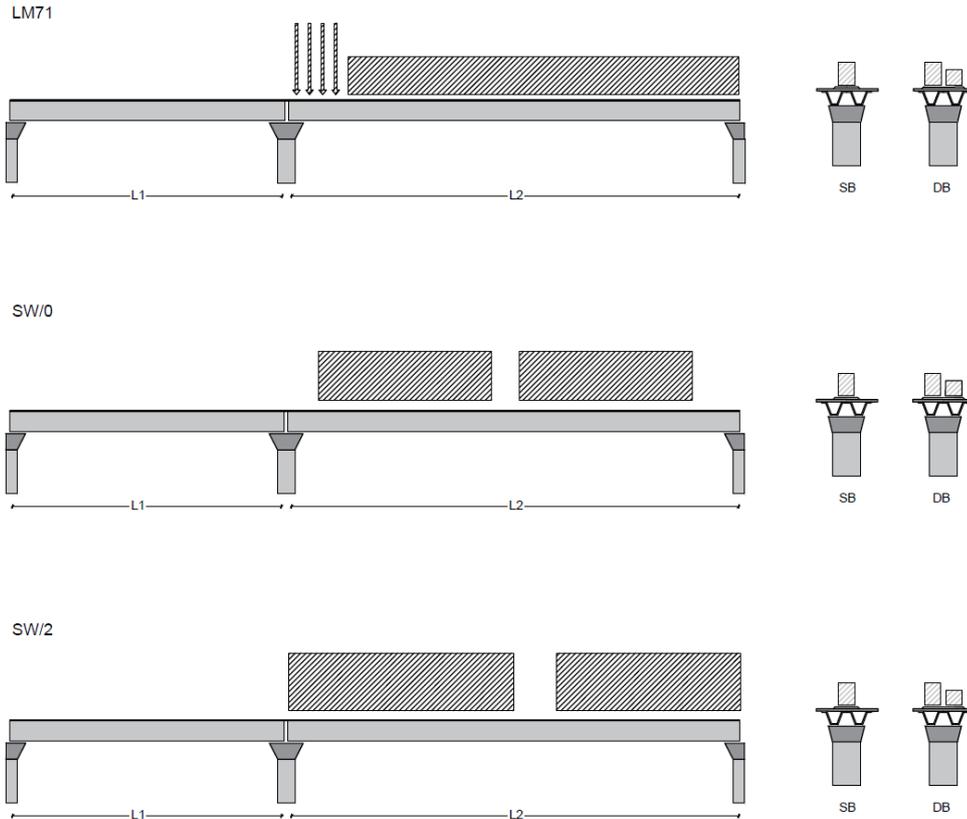


Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

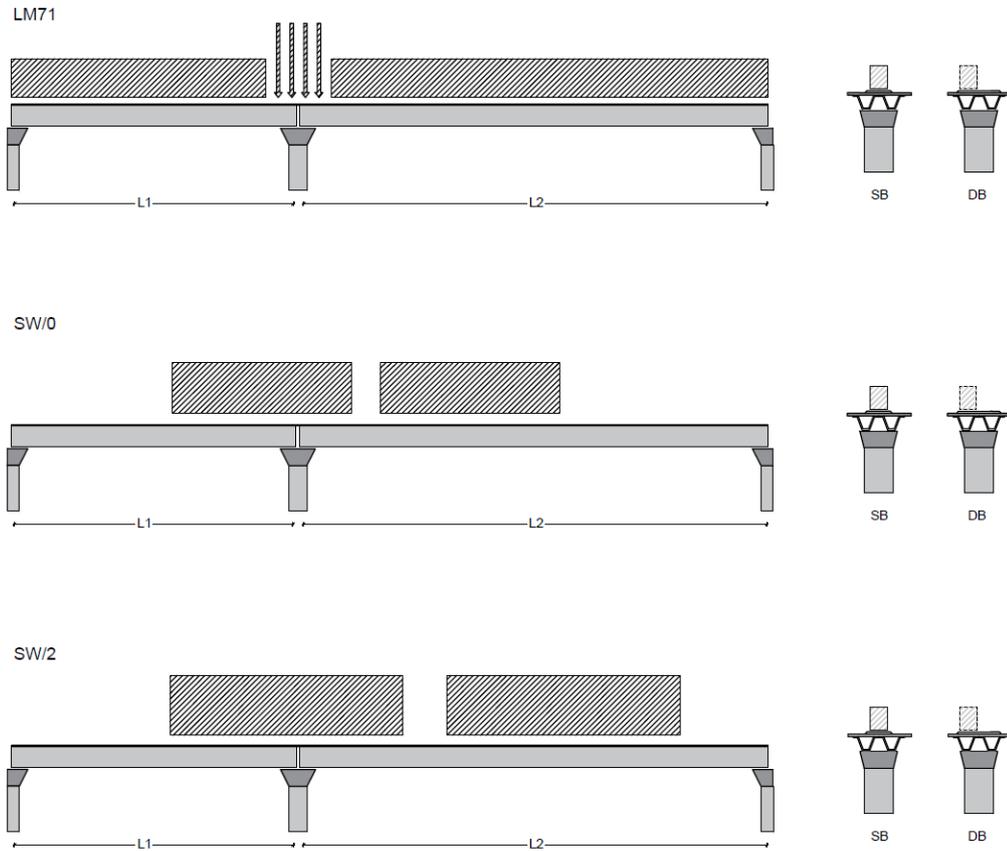


Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P2</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</b>	REV. <b>B</b>

## 5.6 Carichi da traffico orizzontali

### 5.6.1 Forza centrifuga

raggio di curvatura					R	inf	m
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	km/h
						SX	
lunghezza di influenza della parte curva del binario					Lf	22.8	m
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.823704	
<b>LM71 e SW/0</b>							
Per i modelli di carico LM71 e SW l'azione centrifuga si dovrà determinare partendo dall'espressione generale ai valori di V, $\alpha$ , e f in base al contenuto della tabella 1.4.3.1-1 seguente.							
<b>LM71 caso a</b>							
velocità massima					Vmax	120	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	1.00	
coefficiente di adattamento					a	1.10	
valore caratteristico dei carichi verticali					Qvk	330.6	kN x asse
valore caratteristico dei carichi verticali					qvk	105.8	kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga					Qtk	#####	kN x asse
valore caratteristico della forza centrifuga					qtk	#####	kN/m
<b>LM71 caso b</b>							
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.82	
coefficiente di adattamento					a	1.0	



 <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>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P2	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</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				2.51	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>394</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>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P2</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</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>24.3</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	24.3	m	
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	534.6	kN	
SW/0					
coefficiente di adattamento		a	1.1		
lunghezza del binario		L	19	m	
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	418	kN	
SW/2					
coefficiente di adattamento		a	1		
lunghezza del binario		L	24.3		
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	850.5		

#### AVVIAMENTO

LM/71					
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	882.09	kN	
SW/0					
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	689.7	kN	
SW/2					
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	801.9	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>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P2	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</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	24.3	m
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg1	<b>4050</b>	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg2	<b>3084</b>	kN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili		Vq	<b>4382</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>232.3</b>	kN
momento longitudinale in testa pila		M	<b>104.6</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>380</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	13	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	13.45	m
	altezza di riferimento	z	17.205	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	1450.55	n/m <sup>2</sup>
	larghezza impalcato	d	9.7	m
	altezza impalcato+soletta	z3	2.51	m
	armamento	z4	0.88	m
	altezza treno	z5a	4	m
	altezza barriere	z5b	5	m
	altezza di impatto treno o barriere	htot	7.51	m
		d/h	1.29161	
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.04481	
	forza trasversale	fx	22.3	
	forza equivalente in testa pila	Fx	541.3	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2276.1	kn/m

ponte scarico					
	altezza di impatto treno o barriere	htot	7.39	m	
	rapporto geometrico	d/h	1.31258		
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.03904		
	forza trasversale	fx	<b>21.9</b>		
	forza equivalente in testa pila	Fx	<b>531.1</b>	kN	
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	<b>2201.6</b>	kn/m	
VENTO SULLA PILA					
direzione trasversale					
	altezza di riferimento	z	13	m	
	coefficiente di topografia	ct	1		
	coefficiente di esposizione	ce	2.52144		
	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	qpikko	1450.55	n/m <sup>2</sup>	
			1.45055	Kpa	
	tipologia di sezione		rettangolare		
	larghezza trasversale pila	b	7	m	
	larghezza longitudinale pila	d	3.3	m	
	raggio della sezione	R	1	m	
	rapporto geometrico	b/d	2.12121		
	rapporto geometrico	r/b	0.14286		
	coefficiente di forza trasversale sez. ret.	cf,0	1.61058		
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.64286		
	viscosità cinematica dell'aria	$\nu$	1.5E-05	m/s	
	numero di Reynolds	Re	5284798		
	materiale pila		cls ruvido		
	rugosità equivalente	k	1	mm	
	rapporto	k/b	0.001		

 <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>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P2</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</b>	REV. <b>B</b>

	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.92076	
	rapporto geometrico	l/b	1.85714	
	snellezza effettiva	$\lambda$	1.85714	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.62557	
	forza trasversale	f tras	<b>1.5</b>	
	forza equivalente in testa pila	F tras	<b>19.5</b>	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	<b>7.8</b>	m
direzione longitudinale				
	tipolgoia di sezione	rettangolare		
	larghezza trasversale pila	b	7	m
	larghezza longitudinale pila	d	3.3	m
	raggio della sezione	R	1	m
	rapporto geometrico	b/d	2.12121	
	rapporto geometrico	r/b	0.14286	
	coefficiente di forza longitu sez.ret	cf,0	1.61058	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.64286	
	coefficiente di forza trasversale sez.circ.	cf,0	0.92076	
	rapporto geometrico	l/b	3.93939	
	snellezza effettiva	$\lambda$	3.93939	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.65662	
	forza longitudinale	f lon	1.50187	
	forza equivalente in testa pila	F lon	19.5243	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	7.8	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>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P2	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</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.

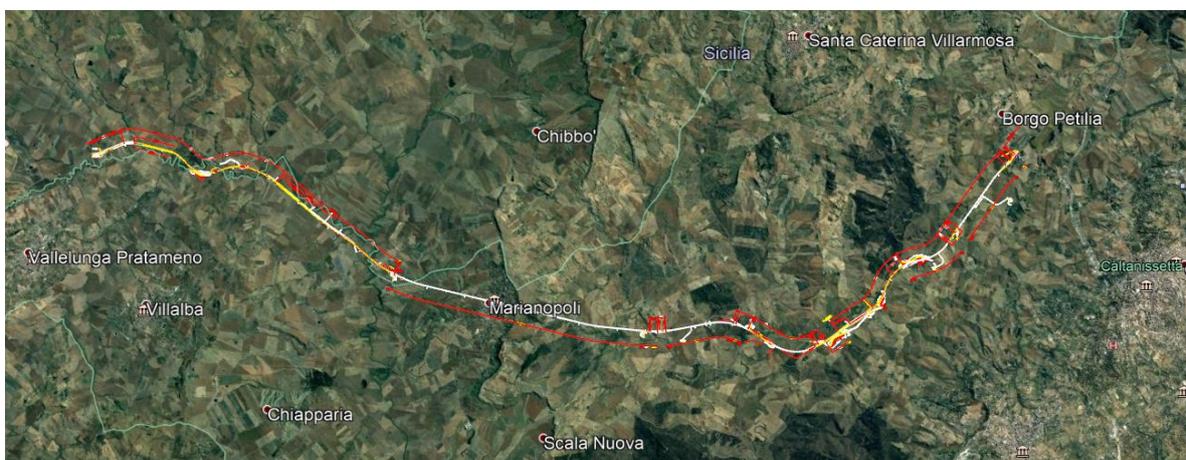


Figura 4 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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>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>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P2	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</b>	REV. <b>B</b>

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

LOTTO 4A							
Viadotto Fer.	Binario	n° camp	L tot [m]	Rcurv. [m]	altitudine [m]	N [se]	E [se]
VI02	S	4	100	inf	380	37.53614	14.067697
VI51	S	4	100	inf	380	37.53614	14.067697
VI03	S	10	305	1050	380	37.534363	14.074269
VI04	S	4	140	1050	380	37.534363	14.074269
VI05	S	19	560	1800	364	37.527275	14.084883
VI06	S	26	1030	2990	294	37.52942	14.12812
VI07	D	27	805	inf	320	37.542784	14.177191

### 5.7.2 Definizione della domanda sismica

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

## FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:  LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE:  PROVINCIA:  COMUNE:

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".

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

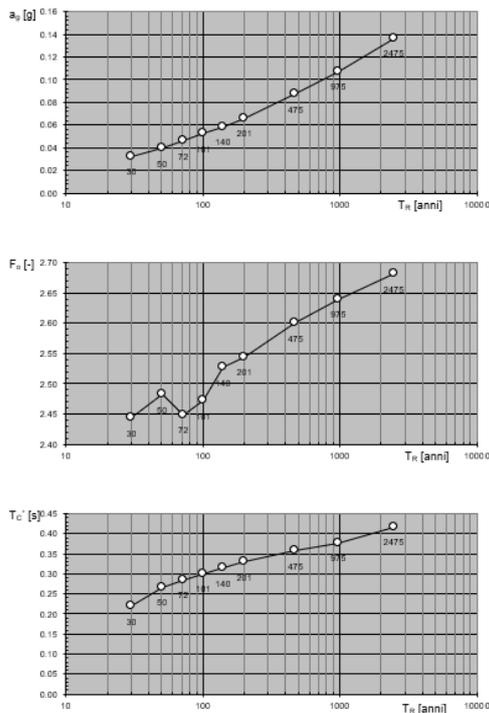
Nodi del reticolo intorno al sito



INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

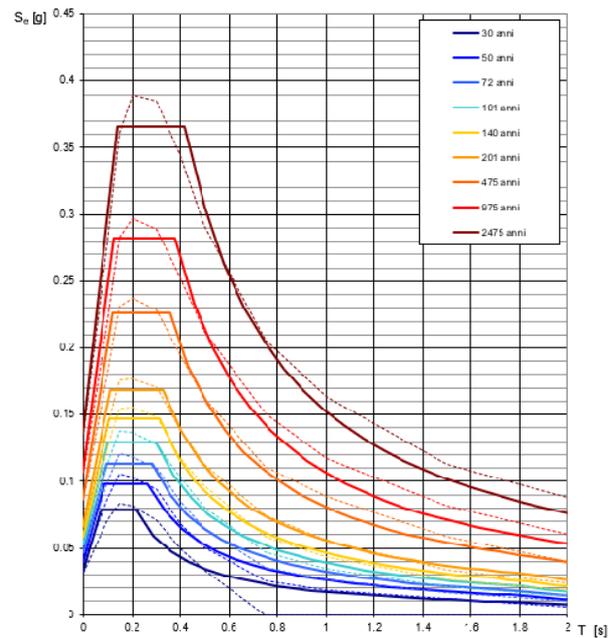
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri\_NTC"

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



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

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



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

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

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

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

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

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

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

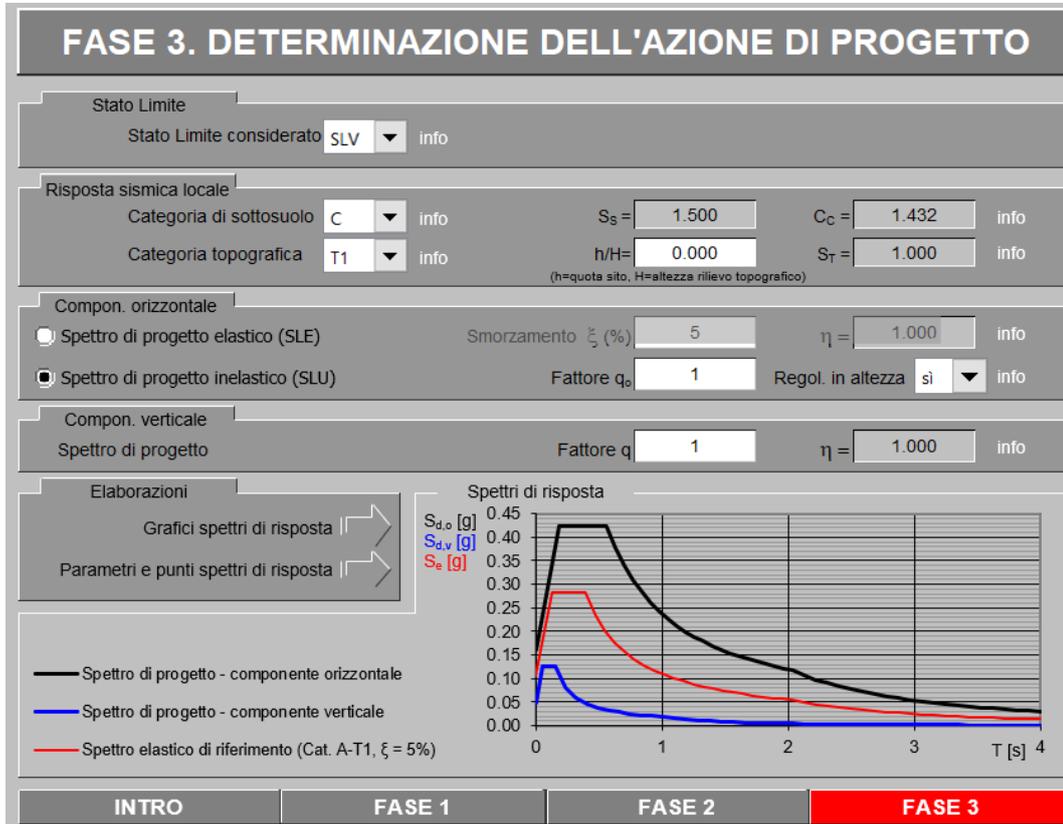
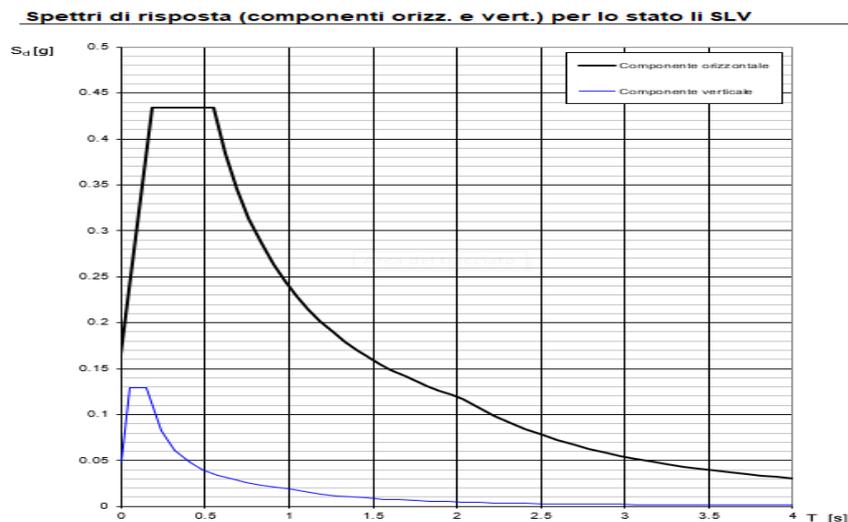


Figura 8 - Definizione della domanda sismica allo SLV



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

Figura 9 - Spettro in accelerazione SLV orizzontale e verticale

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

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.097 g
$F_0$	2.657
$T_C$	0.473 s
$S_S$	1.500
$C_C$	1.344
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.500
$\eta$	1.000
$T_B$	0.212 s
$T_C$	0.636 s
$T_D$	1.987 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.145
$T_B$ ←	0.212	0.386
$T_C$ ←	0.636	0.386
	0.700	0.350
	0.765	0.321
	0.829	0.296
	0.893	0.275
	0.958	0.256
	1.022	0.240
	1.086	0.226
	1.151	0.213
	1.215	0.202
	1.279	0.192
	1.344	0.183
	1.408	0.174
	1.472	0.167
	1.537	0.160
	1.601	0.153
	1.666	0.147
	1.730	0.142
	1.794	0.137
	1.859	0.132
	1.923	0.128
$T_D$ ←	1.987	0.123
	2.083	0.112
	2.179	0.103
	2.275	0.094
	2.371	0.087
	2.466	0.080
	2.562	0.074
	2.658	0.069
	2.754	0.064
	2.850	0.060
	2.946	0.056
	3.042	0.053
	3.137	0.050
	3.233	0.047
	3.329	0.044
	3.425	0.042
	3.521	0.039
	3.617	0.037
	3.712	0.035
	3.808	0.034
	3.904	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>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P2	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</b>	REV. <b>B</b>

### 5.7.3 *Calcolo dell'azione Sismica*

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

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

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

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

 <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>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P2	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</b>	REV. <b>B</b>

#### 5.7.4 Check analisi statica

<b>Direzione Longitudinale</b>						
massa treno per direzione long			Com Nmax	4111	kN	
massa sismica treno per direzione long			treno	822	kN	
				0		
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	7133	kN	
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	7956	kN	
1/5 della massa sismica sopra la pila			1/5 Mimp t	1591	kN	
massa pulvino			Mpul	1155	kN	
massa pila			Mpila	2861	kN	
massa efficace pila			Mpe	2109	kN	
massa sismica totale da utilizzare dir. Long			Mtot long	10064	kN	
verifica di requisito di norma		$Mep < 1/5 Mimp$			<b>NO per -517.4 KN</b>	
<b>Direzione Trasversale</b>						
massa treno per direzione long			Com Mmax	3350	kN	
massa sismica treno per direzione long			treno	670	kN	
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	7133	kN	
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	7804	kN	
massa pulvino			Mpul	1155	kN	
massa pila			Mpila	2861	kN	
massa efficace pila			Mpe	2109	kN	
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv			Mtot tras	9912	kN	
verifica di requisito di norma		$Mep < 1/5 Mimp$			<b>NO per -547.8 KN</b>	
<b>Direzione Verticale</b>						
massa treno per direzione long			Com Mmax	3350	kN	
massa sismica treno per direzione long			treno	670	kN	
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	7133	kN	
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	7804	kN	
massa pulvino			Mpul	1155	kN	
massa pila			Mpila	2861	kN	
massa efficace pila			Mpe	2109	kN	
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert			Mtot vert	9912	kN	
verifica di requisito di norma		$Mep < 1/5 Mimp$			<b>NO per -547.8 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>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P2	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</b>	REV. <b>B</b>

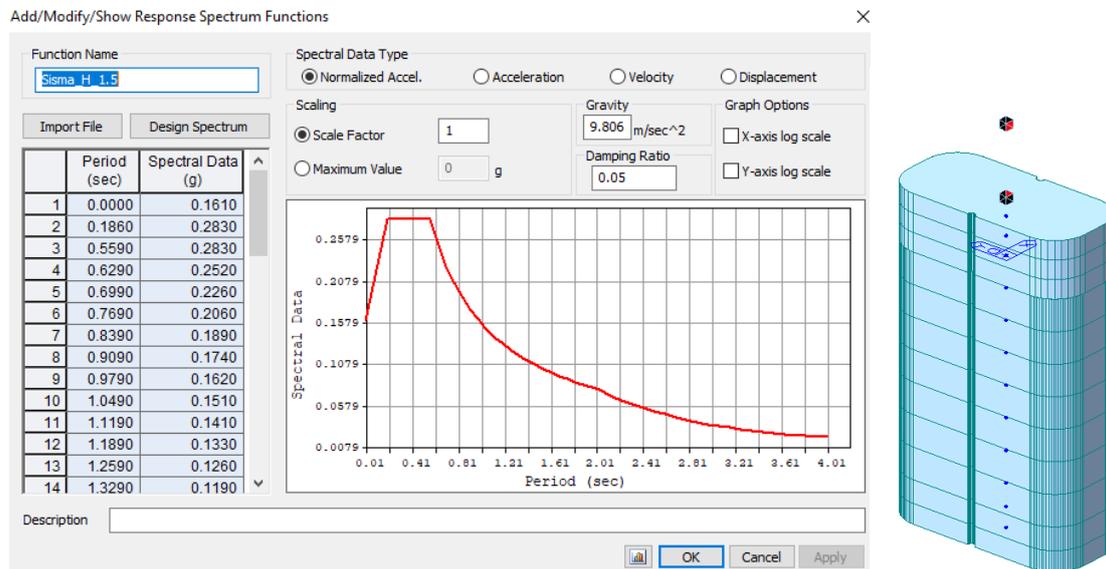
### 5.7.5 Analisi statica equivalente

area della sezione		A	8.17	m <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale		I11	36.44	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale		I22	11.69	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	13.00	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>	13.45	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv		K <sub>tra</sub>	4.9E+08	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long		K <sub>long</sub>	2.6E+08	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert		K <sub>vert</sub>	1.7E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale		T <sub>tra</sub>	0.30	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale		T <sub>long</sub>	0.40	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale		T <sub>vert</sub>	0.05	sec

	SLV			SLD	
Tabella Riassuntiva	q=1.5	q=1.36	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.26	0.26	0.39	0.18	g
accelerazione componente longitudinale	0.26	0.26	0.39	0.18	g
accelerazione componente verticale	0.10	0.10	0.10	0.03	g
Sforzo assiale	1069	1069	1069	350	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	2684	2953	4026	1871	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinale	2723	2996	4085	1899	kN
Momento flessionale trasversale	43064	47371	64597	30022	kN m
Momento flessionale longitudinale	36696	40359	55011	25603	kN m

### 5.7.6 Analisi dinamica modale

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



I risultati ottenuti sono i seguenti:

Load	N (kN)	Vtras (kN)	Vlong (kN)	Mtras (kN*m)	Mlong (kN*m)
SISMA q=1.5	1348.29	2266.69	2362.36	33449.1	29556.69
SISMA q=1	1348.29	3408.23	3552.72	50317.08	44461.9
SISMA sld	445.98	1592.03	1659.44	23500.63	20765.95

Confrontando i risultati di un'analisi numerica con quelli dell'analisi analitica 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>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P2</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</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	14950.6	616.613	247.55	622.402	597.182	
A1_SLU_gr2_Scarico_2	10423.3	0	84.5693	0	38.0562	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	14950.6	1233.23	247.55	899.878	597.182	
A1_SLU_gr4_centrif_4	13979	986.58	212.574	719.902	484.286	
A1_SLU_gr1+vento_5	14950.6	634.184	743.149	622.402	2578.6	
A1_SLU_gr2+vento_6	10423.3	17.5718	580.168	0	2019.48	
A1_SLU_gr3+vento_7	14950.6	1250.8	743.149	899.878	2578.6	
A1_SLU_gr4+vento_8	13979	1004.15	708.172	719.902	2465.71	
A1_SLU_vento_gr1_9	13979	522.576	996.057	497.922	3767.52	
A1_SLU_vento_gr2_10	10357.2	29.2864	891.749	0	3331.96	
A1_SLU_vento_gr3_11	13979	1015.87	996.057	719.902	3767.52	
A1_SLU_vento_gr4_12	13979	1015.87	1038.57	719.902	3786.65	
SLE_rar_gr1_Treno_14	10483.7	425.25	128.851	429.243	393.007	
SLE_rar_gr2_Scarico_15	7361.47	0	53.9171	0	24.2627	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	10483.7	850.5	128.851	620.605	393.007	
SLE_rar_gr4_centrif_17	9813.66	680.4	112.77	496.484	318.766	
SLE_rar_gr1+vento_18	10483.7	436.965	459.25	429.243	1713.95	
SLE_rar_gr2+vento_19	7361.47	11.7146	384.316	0	1345.21	
SLE_rar_gr3+vento_20	10483.7	862.215	459.25	620.605	1713.95	
SLE_rar_gr4+vento_21	9813.66	692.115	443.169	496.484	1639.71	
SLE_rar_vento_gr1_22	9813.66	359.724	640.881	343.394	2510.2	
SLE_rar_vento_gr2_23	7315.87	19.5243	592.923	0	2220.6	
SLE_rar_vento_gr3_24	9813.66	699.924	640.881	496.484	2510.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	9813.66	699.924	663.435	496.484	2520.34	

SLE_fre_gr1_Treno_27	9813.66	340.2	75.1798	343.394	301.85
SLE_fre_gr2_Scarico_28	7315.87	0	35.2152	0	15.8468
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	9813.66	680.4	75.1798	496.484	301.85
SLE_fre_gr4_centrif_30	9813.66	680.4	93.9748	496.484	310.308
SLE_fre_gr1+vento_31	9813.66	344.105	185.313	343.394	742.166
SLE_fre_gr2+vento_32	7315.87	3.90485	145.348	0	456.163
SLE_fre_gr3+vento_33	9813.66	684.305	185.313	496.484	742.166
SLE_fre_gr4+vento_34	9813.66	684.305	204.108	496.484	750.624
SLE_fre_vento_gr1_35	7133.47	9.76214	315.704	0	1118.96
SLE_fre_vento_gr2_36	7133.47	9.76214	315.704	0	1118.96
SLE_fre_vento_gr3_37	7133.47	9.76214	315.704	0	1118.96
SLE_fre_vento_gr4_38	7133.47	9.76214	315.704	0	1118.96
SLE_fre_gr1_temp39	7133.47	3.90485	158.578	0	462.116
SLE_fre_gr2_temp40	7133.47	3.90485	158.578	0	462.116
SLE_fre_gr3_temp41	7133.47	3.90485	158.578	0	462.116
SLE_fre_gr3_temp42	7133.47	3.90485	158.578	0	462.116
SLE_qp_gr1_Treno_44	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_Scarico_45	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr4_centrif_47	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_48	7133.47	3.90485	150.504	0	458.483
SLE_qp_gr2+vento_49	7133.47	3.90485	150.504	0	458.483
SLE_qp_gr3+vento_50	7133.47	3.90485	150.504	0	458.483
SLE_qp_gr4+vento_51	7133.47	3.90485	150.504	0	458.483
SLE_qp_vento_gr1_52	7133.47	3.90485	150.504	0	458.483
SLE_qp_vento_gr2_53	7133.47	3.90485	150.504	0	458.483
SLE_qp_vento_gr3_54	7133.47	3.90485	150.504	0	458.483
SLE_qp_vento_gr4_55	7133.47	3.90485	150.504	0	458.483
SLE_qp_gr1_temp56	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_temp57	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp58	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp59	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
E_103x_SLV_q=1.5_60	7537.96	2366.26	830.511	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	7537.96	712.613	2417.19	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	8481.76	712.613	830.511	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	7537.96	2602.5	898.512	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	7537.96	783.484	2643.86	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	8481.76	783.484	898.512	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	7537.96	3556.62	1172.97	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	7537.96	1069.72	3558.73	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	8481.76	1069.72	1172.97	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	7267.26	1663.34	628.113	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	7267.26	501.737	1742.53	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	7579.45	501.737	628.113	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	19544.1	616.613	247.55	8638.36	3815.33
A1_SLU_gr2_Scarico_2	15016.8	0	84.5693	0	1137.46
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	19544.1	1233.23	247.55	16931.8	3815.33
A1_SLU_gr4_centrif_4	18572.5	986.58	212.574	13545.4	3247.74
A1_SLU_gr1+vento_5	19544.1	634.184	743.149	8866.8	12239.5
A1_SLU_gr2+vento_6	15016.8	17.5718	580.168	228.434	9561.66
A1_SLU_gr3+vento_7	19544.1	1250.8	743.149	17160.2	12239.5
A1_SLU_gr4+vento_8	18572.5	1004.15	708.172	13773.9	11671.9
A1_SLU_vento_gr1_9	18572.5	522.576	996.057	7291.42	16716.3
A1_SLU_vento_gr2_10	14950.7	29.2864	891.749	380.723	14924.7
A1_SLU_vento_gr3_11	18572.5	1015.87	996.057	13926.2	16716.3
A1_SLU_vento_gr4_12	18572.5	1015.87	1038.57	13926.2	17288.1
SLE_rar_gr1_Treno_14	13886.3	425.25	128.851	5957.49	2068.07
SLE_rar_gr2_Scarico_15	10764	0	53.9171	0	725.185
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	13886.3	850.5	128.851	11677.1	2068.07
SLE_rar_gr4_centrif_17	13216.2	680.4	112.77	9341.68	1784.77
SLE_rar_gr1+vento_18	13886.3	436.965	459.25	6109.78	7684.2
SLE_rar_gr2+vento_19	10764	11.7146	384.316	152.289	6341.32
SLE_rar_gr3+vento_20	13886.3	862.215	459.25	11829.4	7684.2
SLE_rar_gr4+vento_21	13216.2	692.115	443.169	9493.97	7400.91
SLE_rar_vento_gr1_22	13216.2	359.724	640.881	5019.81	10841.6
SLE_rar_vento_gr2_23	10718.4	19.5243	592.923	253.816	9928.6
SLE_rar_vento_gr3_24	13216.2	699.924	640.881	9595.5	10841.6
SLE_rar_vento_gr4_25	13216.2	699.924	663.435	9595.5	11145
SLE_fre_gr1_Treno_27	13216.2	340.2	75.1798	4765.99	1279.19
SLE_fre_gr2_Scarico_28	10718.4	0	35.2152	0	473.644
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	13216.2	680.4	75.1798	9341.68	1279.19
SLE_fre_gr4_centrif_30	13216.2	680.4	93.9748	9341.68	1531.98
SLE_fre_gr1+vento_31	13216.2	344.105	185.313	4816.76	3151.23
SLE_fre_gr2+vento_32	10718.4	3.90485	145.348	50.7631	2345.69
SLE_fre_gr3+vento_33	13216.2	684.305	185.313	9392.45	3151.23
SLE_fre_gr4+vento_34	13216.2	684.305	204.108	9392.45	3404.02
SLE_fre_vento_gr1_35	10536	9.76214	315.704	126.908	5223.1

SLE_fre_vento_gr2_36	10536	9.76214	315.704	126.908	5223.1
SLE_fre_vento_gr3_37	10536	9.76214	315.704	126.908	5223.1
SLE_fre_vento_gr4_38	10536	9.76214	315.704	126.908	5223.1
SLE_fre_gr1_temp39	10536	3.90485	158.578	50.7631	2523.63
SLE_fre_gr2_temp40	10536	3.90485	158.578	50.7631	2523.63
SLE_fre_gr3_temp41	10536	3.90485	158.578	50.7631	2523.63
SLE_fre_gr3_temp42	10536	3.90485	158.578	50.7631	2523.63
SLE_qp_gr1_Treno_44	10536	0	40.3709	0	542.989
SLE_qp_gr2_Scarico_45	10536	0	40.3709	0	542.989
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	10536	0	40.3709	0	542.989
SLE_qp_gr4_centrif_47	10536	0	40.3709	0	542.989
SLE_qp_gr1+vento_48	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03
SLE_qp_gr2+vento_49	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03
SLE_qp_gr3+vento_50	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03
SLE_qp_gr4+vento_51	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03
SLE_qp_vento_gr1_52	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03
SLE_qp_vento_gr2_53	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03
SLE_qp_vento_gr3_54	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03
SLE_qp_vento_gr4_55	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03
SLE_qp_gr1_temp56	10536	0	40.3709	0	542.989
SLE_qp_gr2_temp57	10536	0	40.3709	0	542.989
SLE_qp_gr3_temp58	10536	0	40.3709	0	542.989
SLE_qp_gr3_temp59	10536	0	40.3709	0	542.989
E_103x_SLV_q=1.5_60	10940.5	2366.26	830.511	29556.7	10493.2
E_103y_SLV_q=1.5_61	10940.5	712.613	2417.19	8867.01	33907.6
E_103z_SLV_q=1.5_62	11884.3	712.613	830.511	8867.01	10493.2
E_103x_SLV_q=1.36_63	10940.5	2602.5	898.512	32512.4	11496.7
E_103y_SLV_q=1.36_64	10940.5	783.484	2643.86	9753.71	37252.5
E_103z_SLV_q=1.36_65	11884.3	783.484	898.512	9753.71	11496.7
E_103x_SLV_q=1_66	10940.5	3556.62	1172.97	44461.9	15553.6
E_103y_SLV_q=1_67	10940.5	1069.72	3558.73	13338.6	50775.6
E_103z_SLV_q=1_68	11884.3	1069.72	1172.97	13338.6	15553.6
E_103x_SLD_q=1_69	10669.8	1663.34	628.113	20766	7508.67
E_103y_SLD_q=1_70	10669.8	501.737	1742.53	6229.79	23959.1
E_103z_SLD_q=1_71	10982	501.737	628.113	6229.79	7508.67

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	29977.1	616.613	247.55	10179.9	4434.21
A1_SLU_gr2_Scarico_2	25449.9	0	84.5693	0	1348.88
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	29977.1	1233.23	247.55	20014.9	4434.21
A1_SLU_gr4_centrif_4	29005.6	986.58	212.574	16011.9	3779.18
A1_SLU_gr1+vento_5	29977.1	634.184	743.149	10452.3	14097.4
A1_SLU_gr2+vento_6	25449.9	17.5718	580.168	272.364	11012.1
A1_SLU_gr3+vento_7	29977.1	1250.8	743.149	20287.2	14097.4
A1_SLU_gr4+vento_8	29005.6	1004.15	708.172	16284.3	13442.4
A1_SLU_vento_gr1_9	29005.6	522.576	996.057	8597.86	19206.4
A1_SLU_vento_gr2_10	25383.8	29.2864	891.749	453.939	17154.1
A1_SLU_vento_gr3_11	29005.6	1015.87	996.057	16465.8	19206.4
A1_SLU_vento_gr4_12	29005.6	1015.87	1038.57	16465.8	19884.5
SLE_rar_gr1_Treno_14	21614.5	425.25	128.851	7020.62	2390.2
SLE_rar_gr2_Scarico_15	18492.3	0	53.9171	0	859.978
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	21614.5	850.5	128.851	13803.4	2390.2
SLE_rar_gr4_centrif_17	20944.4	680.4	112.77	11042.7	2066.7
SLE_rar_gr1+vento_18	21614.5	436.965	459.25	7202.19	8832.33
SLE_rar_gr2+vento_19	18492.3	11.7146	384.316	181.576	7302.11
SLE_rar_gr3+vento_20	21614.5	862.215	459.25	13984.9	8832.33
SLE_rar_gr4+vento_21	20944.4	692.115	443.169	11224.3	8508.83
SLE_rar_vento_gr1_22	20944.4	359.724	640.881	5919.12	12443.8
SLE_rar_vento_gr2_23	18446.7	19.5243	592.923	302.626	11410.9
SLE_rar_vento_gr3_24	20944.4	699.924	640.881	11345.3	12443.8
SLE_rar_vento_gr4_25	20944.4	699.924	663.435	11345.3	12803.6
SLE_fre_gr1_Treno_27	20944.4	340.2	75.1798	5616.49	1467.14
SLE_fre_gr2_Scarico_28	18446.7	0	35.2152	0	561.682
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	20944.4	680.4	75.1798	11042.7	1467.14
SLE_fre_gr4_centrif_30	20944.4	680.4	93.9748	11042.7	1766.92
SLE_fre_gr1+vento_31	20944.4	344.105	185.313	5677.02	3614.51
SLE_fre_gr2+vento_32	18446.7	3.90485	145.348	60.5252	2709.06
SLE_fre_gr3+vento_33	20944.4	684.305	185.313	11103.2	3614.51
SLE_fre_gr4+vento_34	20944.4	684.305	204.108	11103.2	3914.29
SLE_fre_vento_gr1_35	18264.3	9.76214	315.704	151.313	6012.36
SLE_fre_vento_gr2_36	18264.3	9.76214	315.704	151.313	6012.36

SLE_fre_vento_gr3_37	18264.3	9.76214	315.704	151.313	6012.36
SLE_fre_vento_gr4_38	18264.3	9.76214	315.704	151.313	6012.36
SLE_fre_gr1_temp39	18264.3	3.90485	158.578	60.5252	2920.08
SLE_fre_gr2_temp40	18264.3	3.90485	158.578	60.5252	2920.08
SLE_fre_gr3_temp41	18264.3	3.90485	158.578	60.5252	2920.08
SLE_fre_gr3_temp42	18264.3	3.90485	158.578	60.5252	2920.08
SLE_qp_gr1_Treno_44	18264.3	0	40.3709	0	643.916
SLE_qp_gr2_Scarico_45	18264.3	0	40.3709	0	643.916
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	18264.3	0	40.3709	0	643.916
SLE_qp_gr4_centrif_47	18264.3	0	40.3709	0	643.916
SLE_qp_gr1+vento_48	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29
SLE_qp_gr2+vento_49	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29
SLE_qp_gr3+vento_50	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29
SLE_qp_gr4+vento_51	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29
SLE_qp_vento_gr1_52	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29
SLE_qp_vento_gr2_53	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29
SLE_qp_vento_gr3_54	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29
SLE_qp_vento_gr4_55	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29
SLE_qp_gr1_temp56	18264.3	0	40.3709	0	643.916
SLE_qp_gr2_temp57	18264.3	0	40.3709	0	643.916
SLE_qp_gr3_temp58	18264.3	0	40.3709	0	643.916
SLE_qp_gr3_temp59	18264.3	0	40.3709	0	643.916
E_103x_SLV_q=1.5_60	18763	3202.69	1081.44	37563.4	13196.8
E_103y_SLV_q=1.5_61	18763	1549.04	2668.12	12739.6	40577.9
E_103z_SLV_q=1.5_62	19926.8	1549.04	1081.44	12739.6	13196.8
E_103x_SLV_q=1.36_63	18763	3438.93	1149.44	41109.7	14370.3
E_103y_SLV_q=1.36_64	18763	1619.91	2894.79	13803.5	44489.5
E_103z_SLV_q=1.36_65	19926.8	1619.91	1149.44	13803.5	14370.3
E_103x_SLV_q=1_66	18763	4393.05	1423.9	55444.5	19113.4
E_103y_SLV_q=1_67	18763	1906.15	3809.66	18103.9	60299.7
E_103z_SLV_q=1_68	19926.8	1906.15	1423.9	18103.9	19113.4
E_103x_SLD_q=1_69	18430.7	2075.95	751.896	25955.8	9388.41
E_103y_SLD_q=1_70	18430.7	914.346	1866.32	8515.65	28624.9
E_103z_SLD_q=1_71	18819.1	914.346	751.896	8515.65	9388.41

## 6.1.2 Configurazione 2

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	13073.1	616.613	179.962	3853.96	379.023
A1_SLU_gr2_Scarico_73	10423.3	0	84.5693	0	38.0562
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	13073.1	1233.23	179.962	4131.43	379.023
A1_SLU_gr4_centrif_75	12477.1	986.58	158.503	3305.15	309.759
A1_SLU_gr1+vento_76	13073.1	634.184	675.561	3853.96	2360.44
A1_SLU_gr2+vento_77	10423.3	17.5718	580.168	0	2019.48
A1_SLU_gr3+vento_78	13073.1	1250.8	675.561	4131.43	2360.44
A1_SLU_gr4+vento_79	12477.1	1004.15	654.102	3305.15	2291.18
A1_SLU_vento_gr1_80	12477.1	522.576	952.8	3083.17	3597.86
A1_SLU_vento_gr2_81	10357.2	29.2864	891.749	0	3331.96
A1_SLU_vento_gr3_82	12477.1	1015.87	952.8	3305.15	3597.86
A1_SLU_vento_gr4_83	12477.1	1015.87	984.501	3305.15	3612.13
SLE_rar_gr1_Treno_85	9188.92	425.25	97.7759	2657.9	249.544
SLE_rar_gr2_Scarico_86	7361.47	0	53.9171	0	24.2627
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	9188.92	850.5	97.7759	2849.27	249.544
SLE_rar_gr4_centrif_88	8777.83	680.4	87.9098	2279.41	203.995
SLE_rar_gr1+vento_89	9188.92	436.965	428.175	2657.9	1570.49
SLE_rar_gr2+vento_90	7361.47	11.7146	384.316	0	1345.21
SLE_rar_gr3+vento_91	9188.92	862.215	428.175	2849.27	1570.49
SLE_rar_gr4+vento_92	8777.83	692.115	418.309	2279.41	1524.94
SLE_rar_vento_gr1_93	8777.83	359.724	620.993	2126.32	2397.66
SLE_rar_vento_gr2_94	7315.87	19.5243	592.923	0	2220.6
SLE_rar_vento_gr3_95	8777.83	699.924	620.993	2279.41	2397.66
SLE_rar_vento_gr4_96	8777.83	699.924	638.575	2279.41	2405.57
SLE_fre_gr1_Treno_98	8777.83	340.2	58.6065	2126.32	190.809
SLE_fre_gr2_Scarico_99	7315.87	0	35.2152	0	15.8468
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	8777.83	680.4	58.6065	2279.41	190.809
SLE_fre_gr4_centrif_101	8777.83	680.4	73.2581	2279.41	197.402
SLE_fre_gr1+vento_102	8777.83	344.105	168.74	2126.32	631.125
SLE_fre_gr2+vento_103	7315.87	3.90485	145.348	0	456.163
SLE_fre_gr3+vento_104	8777.83	684.305	168.74	2279.41	631.125
SLE_fre_gr4+vento_105	8777.83	684.305	183.391	2279.41	637.718

SLE_fre_vento_gr1_106	7133.47	9.76214	315.704	0	1118.96
SLE_fre_vento_gr2_107	7133.47	9.76214	315.704	0	1118.96
SLE_fre_vento_gr3_108	7133.47	9.76214	315.704	0	1118.96
SLE_fre_vento_gr4_109	7133.47	9.76214	315.704	0	1118.96
SLE_fre_gr1_temp110	7133.47	3.90485	158.578	0	462.116
SLE_fre_gr2_temp111	7133.47	3.90485	158.578	0	462.116
SLE_fre_gr3_temp112	7133.47	3.90485	158.578	0	462.116
SLE_fre_gr3_temp113	7133.47	3.90485	158.578	0	462.116
SLE_qp_gr1_Treno_115	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_Scarico_116	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr4_centrif_118	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_119	7133.47	3.90485	150.504	0	458.483
SLE_qp_gr2+vento_120	7133.47	3.90485	150.504	0	458.483
SLE_qp_gr3+vento_121	7133.47	3.90485	150.504	0	458.483
SLE_qp_gr4+vento_122	7133.47	3.90485	150.504	0	458.483
SLE_qp_vento_gr1_123	7133.47	3.90485	150.504	0	458.483
SLE_qp_vento_gr2_124	7133.47	3.90485	150.504	0	458.483
SLE_qp_vento_gr3_125	7133.47	3.90485	150.504	0	458.483
SLE_qp_vento_gr4_126	7133.47	3.90485	150.504	0	458.483
SLE_qp_gr1_temp127	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_temp128	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp129	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp130	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
E_103x_SLV_q=1.5_131	7537.96	2366.26	830.511	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	7537.96	712.613	2417.19	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	8481.76	712.613	830.511	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	7537.96	2602.5	898.512	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	7537.96	783.484	2643.86	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	8481.76	783.484	898.512	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	7537.96	3556.62	1172.97	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	7537.96	1069.72	3558.73	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	8481.76	1069.72	1172.97	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	7238.36	1902.48	711.893	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	7238.36	573.478	2021.8	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	7483.09	573.478	711.893	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	17666.6	616.613	179.962	11869.9	2718.53
A1_SLU_gr2_Scarico_73	15016.8	0	84.5693	0	1137.46
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	17666.6	1233.23	179.962	20163.4	2718.53
A1_SLU_gr4_centrif_75	17070.5	986.58	158.503	16130.7	2370.3
A1_SLU_gr1+vento_76	17666.6	634.184	675.561	12098.4	11142.7
A1_SLU_gr2+vento_77	15016.8	17.5718	580.168	228.434	9561.66
A1_SLU_gr3+vento_78	17666.6	1250.8	675.561	20391.8	11142.7
A1_SLU_gr4+vento_79	17070.5	1004.15	654.102	16359.1	10794.5
A1_SLU_vento_gr1_80	17070.5	522.576	952.8	9876.66	15984.3
A1_SLU_vento_gr2_81	14950.7	29.2864	891.749	380.723	14924.7
A1_SLU_vento_gr3_82	17070.5	1015.87	952.8	16511.4	15984.3
A1_SLU_vento_gr4_83	17070.5	1015.87	984.501	16511.4	16410.6
SLE_rar_gr1_Treno_85	12591.5	425.25	97.7759	8186.15	1520.63
SLE_rar_gr2_Scarico_86	10764	0	53.9171	0	725.185
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	12591.5	850.5	97.7759	13905.8	1520.63
SLE_rar_gr4_centrif_88	12180.4	680.4	87.9098	11124.6	1346.82
SLE_rar_gr1+vento_89	12591.5	436.965	428.175	8338.44	7136.77
SLE_rar_gr2+vento_90	10764	11.7146	384.316	152.289	6341.32
SLE_rar_gr3+vento_91	12591.5	862.215	428.175	14058.1	7136.77
SLE_rar_gr4+vento_92	12180.4	692.115	418.309	11276.9	6962.96
SLE_rar_vento_gr1_93	12180.4	359.724	620.993	6802.74	10470.6
SLE_rar_vento_gr2_94	10718.4	19.5243	592.923	253.816	9928.6
SLE_rar_vento_gr3_95	12180.4	699.924	620.993	11378.4	10470.6
SLE_rar_vento_gr4_96	12180.4	699.924	638.575	11378.4	10707
SLE_fre_gr1_Treno_98	12180.4	340.2	58.6065	6548.92	952.694
SLE_fre_gr2_Scarico_99	10718.4	0	35.2152	0	473.644
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	12180.4	680.4	58.6065	11124.6	952.694
SLE_fre_gr4_centrif_101	12180.4	680.4	73.2581	11124.6	1149.76
SLE_fre_gr1+vento_102	12180.4	344.105	168.74	6599.69	2824.74
SLE_fre_gr2+vento_103	10718.4	3.90485	145.348	50.7631	2345.69
SLE_fre_gr3+vento_104	12180.4	684.305	168.74	11175.4	2824.74
SLE_fre_gr4+vento_105	12180.4	684.305	183.391	11175.4	3021.8
SLE_fre_vento_gr1_106	10536	9.76214	315.704	126.908	5223.1

SLE_fre_vento_gr2_107	10536	9.76214	315.704	126.908	5223.1
SLE_fre_vento_gr3_108	10536	9.76214	315.704	126.908	5223.1
SLE_fre_vento_gr4_109	10536	9.76214	315.704	126.908	5223.1
SLE_fre_gr1_temp110	10536	3.90485	158.578	50.7631	2523.63
SLE_fre_gr2_temp111	10536	3.90485	158.578	50.7631	2523.63
SLE_fre_gr3_temp112	10536	3.90485	158.578	50.7631	2523.63
SLE_fre_gr3_temp113	10536	3.90485	158.578	50.7631	2523.63
SLE_qp_gr1_Treno_115	10536	0	40.3709	0	542.989
SLE_qp_gr2_Scarico_116	10536	0	40.3709	0	542.989
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	10536	0	40.3709	0	542.989
SLE_qp_gr4_centrif_118	10536	0	40.3709	0	542.989
SLE_qp_gr1+vento_119	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03
SLE_qp_gr2+vento_120	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03
SLE_qp_gr3+vento_121	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03
SLE_qp_gr4+vento_122	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03
SLE_qp_vento_gr1_123	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03
SLE_qp_vento_gr2_124	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03
SLE_qp_vento_gr3_125	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03
SLE_qp_vento_gr4_126	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03
SLE_qp_gr1_temp127	10536	0	40.3709	0	542.989
SLE_qp_gr2_temp128	10536	0	40.3709	0	542.989
SLE_qp_gr3_temp129	10536	0	40.3709	0	542.989
SLE_qp_gr3_temp130	10536	0	40.3709	0	542.989
E_103x_SLV_q=1.5_131	10940.5	2366.26	830.511	29556.7	10493.2
E_103y_SLV_q=1.5_132	10940.5	712.613	2417.19	8867.01	33907.6
E_103z_SLV_q=1.5_133	11884.3	712.613	830.511	8867.01	10493.2
E_103x_SLV_q=1.36_134	10940.5	2602.5	898.512	32512.4	11496.7
E_103y_SLV_q=1.36_135	10940.5	783.484	2643.86	9753.71	37252.5
E_103z_SLV_q=1.36_136	11884.3	783.484	898.512	9753.71	11496.7
E_103x_SLV_q=1_137	10940.5	3556.62	1172.97	44461.9	15553.6
E_103y_SLV_q=1_138	10940.5	1069.72	3558.73	13338.6	50775.6
E_103z_SLV_q=1_139	11884.3	1069.72	1172.97	13338.6	15553.6
E_103x_SLD_q=1_140	10640.9	1902.48	711.893	25602.9	9465.13
E_103y_SLD_q=1_141	10640.9	573.478	2021.8	7680.86	30480.6
E_103z_SLD_q=1_142	10885.7	573.478	711.893	7680.86	9465.13

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	28099.7	616.613	179.962	13411.5	3168.44
A1_SLU_gr2_Scarico_73	25449.9	0	84.5693	0	1348.88
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	28099.7	1233.23	179.962	23246.4	3168.44
A1_SLU_gr4_centrif_75	27503.6	986.58	158.503	18597.1	2766.56
A1_SLU_gr1+vento_76	28099.7	634.184	675.561	13683.8	12831.6
A1_SLU_gr2+vento_77	25449.9	17.5718	580.168	272.364	11012.1
A1_SLU_gr3+vento_78	28099.7	1250.8	675.561	23518.8	12831.6
A1_SLU_gr4+vento_79	27503.6	1004.15	654.102	18869.5	12429.8
A1_SLU_vento_gr1_80	27503.6	522.576	952.8	11183.1	18366.3
A1_SLU_vento_gr2_81	25383.8	29.2864	891.749	453.939	17154.1
A1_SLU_vento_gr3_82	27503.6	1015.87	952.8	19051.1	18366.3
A1_SLU_vento_gr4_83	27503.6	1015.87	984.501	19051.1	18871.9
SLE_rar_gr1_Treno_85	20319.7	425.25	97.7759	9249.28	1765.07
SLE_rar_gr2_Scarico_86	18492.3	0	53.9171	0	859.978
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	20319.7	850.5	97.7759	16032	1765.07
SLE_rar_gr4_centrif_88	19908.6	680.4	87.9098	12825.6	1566.6
SLE_rar_gr1+vento_89	20319.7	436.965	428.175	9430.85	8207.2
SLE_rar_gr2+vento_90	18492.3	11.7146	384.316	181.576	7302.11
SLE_rar_gr3+vento_91	20319.7	862.215	428.175	16213.6	8207.2
SLE_rar_gr4+vento_92	19908.6	692.115	418.309	13007.2	8008.73
SLE_rar_vento_gr1_93	19908.6	359.724	620.993	7702.05	12023.1
SLE_rar_vento_gr2_94	18446.7	19.5243	592.923	302.626	11410.9
SLE_rar_vento_gr3_95	19908.6	699.924	620.993	13128.2	12023.1
SLE_rar_vento_gr4_96	19908.6	699.924	638.575	13128.2	12303.5
SLE_fre_gr1_Treno_98	19908.6	340.2	58.6065	7399.42	1099.21
SLE_fre_gr2_Scarico_99	18446.7	0	35.2152	0	561.682
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	19908.6	680.4	58.6065	12825.6	1099.21
SLE_fre_gr4_centrif_101	19908.6	680.4	73.2581	12825.6	1332.9
SLE_fre_gr1+vento_102	19908.6	344.105	168.74	7459.95	3246.59
SLE_fre_gr2+vento_103	18446.7	3.90485	145.348	60.5252	2709.06
SLE_fre_gr3+vento_104	19908.6	684.305	168.74	12886.1	3246.59
SLE_fre_gr4+vento_105	19908.6	684.305	183.391	12886.1	3480.28
SLE_fre_vento_gr1_106	18264.3	9.76214	315.704	151.313	6012.36

SLE_fre_vento_gr2_107	18264.3	9.76214	315.704	151.313	6012.36
SLE_fre_vento_gr3_108	18264.3	9.76214	315.704	151.313	6012.36
SLE_fre_vento_gr4_109	18264.3	9.76214	315.704	151.313	6012.36
SLE_fre_gr1_temp110	18264.3	3.90485	158.578	60.5252	2920.08
SLE_fre_gr2_temp111	18264.3	3.90485	158.578	60.5252	2920.08
SLE_fre_gr3_temp112	18264.3	3.90485	158.578	60.5252	2920.08
SLE_fre_gr3_temp113	18264.3	3.90485	158.578	60.5252	2920.08
SLE_qp_gr1_Treno_115	18264.3	0	40.3709	0	643.916
SLE_qp_gr2_Scarico_116	18264.3	0	40.3709	0	643.916
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	18264.3	0	40.3709	0	643.916
SLE_qp_gr4_centrif_118	18264.3	0	40.3709	0	643.916
SLE_qp_gr1+vento_119	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29
SLE_qp_gr2+vento_120	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29
SLE_qp_gr3+vento_121	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29
SLE_qp_gr4+vento_122	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29
SLE_qp_vento_gr1_123	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29
SLE_qp_vento_gr2_124	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29
SLE_qp_vento_gr3_125	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29
SLE_qp_vento_gr4_126	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29
SLE_qp_gr1_temp127	18264.3	0	40.3709	0	643.916
SLE_qp_gr2_temp128	18264.3	0	40.3709	0	643.916
SLE_qp_gr3_temp129	18264.3	0	40.3709	0	643.916
SLE_qp_gr3_temp130	18264.3	0	40.3709	0	643.916
E_103x_SLV_q=1.5_131	18763	3202.69	1081.44	37563.4	13196.8
E_103y_SLV_q=1.5_132	18763	1549.04	2668.12	12739.6	40577.9
E_103z_SLV_q=1.5_133	19926.8	1549.04	1081.44	12739.6	13196.8
E_103x_SLV_q=1.36_134	18763	3438.93	1149.44	41109.7	14370.3
E_103y_SLV_q=1.36_135	18763	1619.91	2894.79	13803.5	44489.5
E_103z_SLV_q=1.36_136	19926.8	1619.91	1149.44	13803.5	14370.3
E_103x_SLV_q=1_137	18763	4393.05	1423.9	55444.5	19113.4
E_103y_SLV_q=1_138	18763	1906.15	3809.66	18103.9	60299.7
E_103z_SLV_q=1_139	19926.8	1906.15	1423.9	18103.9	19113.4
E_103x_SLD_q=1_140	18401.8	2315.09	835.676	31390.6	11554.3
E_103y_SLD_q=1_141	18401.8	986.087	2145.58	10146.1	35844.6
E_103z_SLD_q=1_142	18722.8	986.087	835.676	10146.1	11554.3

6.1.3 Configurazione 3

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	14950.6	616.613	247.55	622.402	597.182
A1_SLU_gr2_Scarico_144	10423.3	0	84.5693	0	38.0562
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	14950.6	1233.23	247.55	899.878	597.182
A1_SLU_gr4_centrif_146	13979	986.58	212.574	719.902	484.286
A1_SLU_gr1+vento_147	14950.6	634.184	743.149	622.402	2578.6
A1_SLU_gr2+vento_148	10423.3	17.5718	580.168	0	2019.48
A1_SLU_gr3+vento_149	14950.6	1250.8	743.149	899.878	2578.6
A1_SLU_gr4+vento_150	13979	1004.15	708.172	719.902	2465.71
A1_SLU_vento_gr1_151	13979	522.576	996.057	497.922	3767.52
A1_SLU_vento_gr2_152	10357.2	29.2864	891.749	0	3331.96
A1_SLU_vento_gr3_153	13979	1015.87	996.057	719.902	3767.52
A1_SLU_vento_gr4_154	13979	1015.87	1038.57	719.902	3786.65
SLE_rar_gr1_Treno_156	10483.7	425.25	128.851	429.243	393.007
SLE_rar_gr2_Scarico_157	7361.47	0	53.9171	0	24.2627
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	10483.7	850.5	128.851	620.605	393.007
SLE_rar_gr4_centrif_159	9813.66	680.4	112.77	496.484	318.766
SLE_rar_gr1+vento_160	10483.7	436.965	459.25	429.243	1713.95
SLE_rar_gr2+vento_161	7361.47	11.7146	384.316	0	1345.21
SLE_rar_gr3+vento_162	10483.7	862.215	459.25	620.605	1713.95
SLE_rar_gr4+vento_163	9813.66	692.115	443.169	496.484	1639.71
SLE_rar_vento_gr1_164	9813.66	359.724	640.881	343.394	2510.2
SLE_rar_vento_gr2_165	7315.87	19.5243	592.923	0	2220.6
SLE_rar_vento_gr3_166	9813.66	699.924	640.881	496.484	2510.2
SLE_rar_vento_gr4_167	9813.66	699.924	663.435	496.484	2520.34
SLE_fre_gr1_Treno_169	9813.66	340.2	75.1798	343.394	301.85
SLE_fre_gr2_Scarico_170	7315.87	0	35.2152	0	15.8468
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	9813.66	680.4	75.1798	496.484	301.85
SLE_fre_gr4_centrif_172	9813.66	680.4	93.9748	496.484	310.308
SLE_fre_gr1+vento_173	9813.66	344.105	185.313	343.394	742.166
SLE_fre_gr2+vento_174	7315.87	3.90485	145.348	0	456.163
SLE_fre_gr3+vento_175	9813.66	684.305	185.313	496.484	742.166
SLE_fre_gr4+vento_176	9813.66	684.305	204.108	496.484	750.624
SLE_fre_vento_gr1_177	7133.47	9.76214	315.704	0	1118.96

SLE_fre_vento_gr2_178	7133.47	9.76214	315.704	0	1118.96
SLE_fre_vento_gr3_179	7133.47	9.76214	315.704	0	1118.96
SLE_fre_vento_gr4_180	7133.47	9.76214	315.704	0	1118.96
SLE_fre_gr1_temp181	7133.47	3.90485	158.578	0	462.116
SLE_fre_gr2_temp182	7133.47	3.90485	158.578	0	462.116
SLE_fre_gr3_temp183	7133.47	3.90485	158.578	0	462.116
SLE_fre_gr3_temp184	7133.47	3.90485	158.578	0	462.116
SLE_qp_gr1_Treno_186	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_Scarico_187	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr4_centrif_189	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_190	7133.47	3.90485	150.504	0	458.483
SLE_qp_gr2+vento_191	7133.47	3.90485	150.504	0	458.483
SLE_qp_gr3+vento_192	7133.47	3.90485	150.504	0	458.483
SLE_qp_gr4+vento_193	7133.47	3.90485	150.504	0	458.483
SLE_qp_vento_gr1_194	7133.47	3.90485	150.504	0	458.483
SLE_qp_vento_gr2_195	7133.47	3.90485	150.504	0	458.483
SLE_qp_vento_gr3_196	7133.47	3.90485	150.504	0	458.483
SLE_qp_vento_gr4_197	7133.47	3.90485	150.504	0	458.483
SLE_qp_gr1_temp198	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_temp199	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp200	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp201	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
E_103x_SLV_q=1.5_202	7537.96	2366.26	830.511	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	7537.96	712.613	2417.19	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	8481.76	712.613	830.511	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	7537.96	2602.5	898.512	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	7537.96	783.484	2643.86	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	8481.76	783.484	898.512	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	7537.96	3556.62	1172.97	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	7537.96	1069.72	3558.73	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	8481.76	1069.72	1172.97	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	7238.36	1902.48	711.893	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	7238.36	573.478	2021.8	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	7483.09	573.478	711.893	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	19544.1	616.613	247.55	8638.36	3815.33
A1_SLU_gr2_Scarico_144	15016.8	0	84.5693	0	1137.46
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	19544.1	1233.23	247.55	16931.8	3815.33
A1_SLU_gr4_centrif_146	18572.5	986.58	212.574	13545.4	3247.74
A1_SLU_gr1+vento_147	19544.1	634.184	743.149	8866.8	12239.5
A1_SLU_gr2+vento_148	15016.8	17.5718	580.168	228.434	9561.66
A1_SLU_gr3+vento_149	19544.1	1250.8	743.149	17160.2	12239.5
A1_SLU_gr4+vento_150	18572.5	1004.15	708.172	13773.9	11671.9
A1_SLU_vento_gr1_151	18572.5	522.576	996.057	7291.42	16716.3
A1_SLU_vento_gr2_152	14950.7	29.2864	891.749	380.723	14924.7
A1_SLU_vento_gr3_153	18572.5	1015.87	996.057	13926.2	16716.3
A1_SLU_vento_gr4_154	18572.5	1015.87	1038.57	13926.2	17288.1
SLE_rar_gr1_Treno_156	13886.3	425.25	128.851	5957.49	2068.07
SLE_rar_gr2_Scarico_157	10764	0	53.9171	0	725.185
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	13886.3	850.5	128.851	11677.1	2068.07
SLE_rar_gr4_centrif_159	13216.2	680.4	112.77	9341.68	1784.77
SLE_rar_gr1+vento_160	13886.3	436.965	459.25	6109.78	7684.2
SLE_rar_gr2+vento_161	10764	11.7146	384.316	152.289	6341.32
SLE_rar_gr3+vento_162	13886.3	862.215	459.25	11829.4	7684.2
SLE_rar_gr4+vento_163	13216.2	692.115	443.169	9493.97	7400.91
SLE_rar_vento_gr1_164	13216.2	359.724	640.881	5019.81	10841.6
SLE_rar_vento_gr2_165	10718.4	19.5243	592.923	253.816	9928.6
SLE_rar_vento_gr3_166	13216.2	699.924	640.881	9595.5	10841.6
SLE_rar_vento_gr4_167	13216.2	699.924	663.435	9595.5	11145
SLE_fre_gr1_Treno_169	13216.2	340.2	75.1798	4765.99	1279.19
SLE_fre_gr2_Scarico_170	10718.4	0	35.2152	0	473.644
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	13216.2	680.4	75.1798	9341.68	1279.19
SLE_fre_gr4_centrif_172	13216.2	680.4	93.9748	9341.68	1531.98
SLE_fre_gr1+vento_173	13216.2	344.105	185.313	4816.76	3151.23
SLE_fre_gr2+vento_174	10718.4	3.90485	145.348	50.7631	2345.69
SLE_fre_gr3+vento_175	13216.2	684.305	185.313	9392.45	3151.23
SLE_fre_gr4+vento_176	13216.2	684.305	204.108	9392.45	3404.02
SLE_fre_vento_gr1_177	10536	9.76214	315.704	126.908	5223.1

SLE_fre_vento_gr2_178	10536	9.76214	315.704	126.908	5223.1
SLE_fre_vento_gr3_179	10536	9.76214	315.704	126.908	5223.1
SLE_fre_vento_gr4_180	10536	9.76214	315.704	126.908	5223.1
SLE_fre_gr1_temp181	10536	3.90485	158.578	50.7631	2523.63
SLE_fre_gr2_temp182	10536	3.90485	158.578	50.7631	2523.63
SLE_fre_gr3_temp183	10536	3.90485	158.578	50.7631	2523.63
SLE_fre_gr3_temp184	10536	3.90485	158.578	50.7631	2523.63
SLE_qp_gr1_Treno_186	10536	0	40.3709	0	542.989
SLE_qp_gr2_Scarico_187	10536	0	40.3709	0	542.989
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	10536	0	40.3709	0	542.989
SLE_qp_gr4_centrif_189	10536	0	40.3709	0	542.989
SLE_qp_gr1+vento_190	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03
SLE_qp_gr2+vento_191	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03
SLE_qp_gr3+vento_192	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03
SLE_qp_gr4+vento_193	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03
SLE_qp_vento_gr1_194	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03
SLE_qp_vento_gr2_195	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03
SLE_qp_vento_gr3_196	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03
SLE_qp_vento_gr4_197	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03
SLE_qp_gr1_temp198	10536	0	40.3709	0	542.989
SLE_qp_gr2_temp199	10536	0	40.3709	0	542.989
SLE_qp_gr3_temp200	10536	0	40.3709	0	542.989
SLE_qp_gr3_temp201	10536	0	40.3709	0	542.989
E_103x_SLV_q=1.5_202	10940.5	2366.26	830.511	29556.7	10493.2
E_103y_SLV_q=1.5_203	10940.5	712.613	2417.19	8867.01	33907.6
E_103z_SLV_q=1.5_204	11884.3	712.613	830.511	8867.01	10493.2
E_103x_SLV_q=1.36_205	10940.5	2602.5	898.512	32512.4	11496.7
E_103y_SLV_q=1.36_206	10940.5	783.484	2643.86	9753.71	37252.5
E_103z_SLV_q=1.36_207	11884.3	783.484	898.512	9753.71	11496.7
E_103x_SLV_q=1_208	10940.5	3556.62	1172.97	44461.9	15553.6
E_103y_SLV_q=1_209	10940.5	1069.72	3558.73	13338.6	50775.6
E_103z_SLV_q=1_210	11884.3	1069.72	1172.97	13338.6	15553.6
E_103x_SLD_q=1_211	10640.9	1902.48	711.893	25602.9	9465.13
E_103y_SLD_q=1_212	10640.9	573.478	2021.8	7680.86	30480.6
E_103z_SLD_q=1_213	10885.7	573.478	711.893	7680.86	9465.13

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	29977.1	616.613	247.55	10179.9	4434.21
A1_SLU_gr2_Scarico_144	25449.9	0	84.5693	0	1348.88
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	29977.1	1233.23	247.55	20014.9	4434.21
A1_SLU_gr4_centrif_146	29005.6	986.58	212.574	16011.9	3779.18
A1_SLU_gr1+vento_147	29977.1	634.184	743.149	10452.3	14097.4
A1_SLU_gr2+vento_148	25449.9	17.5718	580.168	272.364	11012.1
A1_SLU_gr3+vento_149	29977.1	1250.8	743.149	20287.2	14097.4
A1_SLU_gr4+vento_150	29005.6	1004.15	708.172	16284.3	13442.4
A1_SLU_vento_gr1_151	29005.6	522.576	996.057	8597.86	19206.4
A1_SLU_vento_gr2_152	25383.8	29.2864	891.749	453.939	17154.1
A1_SLU_vento_gr3_153	29005.6	1015.87	996.057	16465.8	19206.4
A1_SLU_vento_gr4_154	29005.6	1015.87	1038.57	16465.8	19884.5
SLE_rar_gr1_Treno_156	21614.5	425.25	128.851	7020.62	2390.2
SLE_rar_gr2_Scarico_157	18492.3	0	53.9171	0	859.978
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	21614.5	850.5	128.851	13803.4	2390.2
SLE_rar_gr4_centrif_159	20944.4	680.4	112.77	11042.7	2066.7
SLE_rar_gr1+vento_160	21614.5	436.965	459.25	7202.19	8832.33
SLE_rar_gr2+vento_161	18492.3	11.7146	384.316	181.576	7302.11
SLE_rar_gr3+vento_162	21614.5	862.215	459.25	13984.9	8832.33
SLE_rar_gr4+vento_163	20944.4	692.115	443.169	11224.3	8508.83
SLE_rar_vento_gr1_164	20944.4	359.724	640.881	5919.12	12443.8
SLE_rar_vento_gr2_165	18446.7	19.5243	592.923	302.626	11410.9
SLE_rar_vento_gr3_166	20944.4	699.924	640.881	11345.3	12443.8
SLE_rar_vento_gr4_167	20944.4	699.924	663.435	11345.3	12803.6
SLE_fre_gr1_Treno_169	20944.4	340.2	75.1798	5616.49	1467.14
SLE_fre_gr2_Scarico_170	18446.7	0	35.2152	0	561.682
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	20944.4	680.4	75.1798	11042.7	1467.14
SLE_fre_gr4_centrif_172	20944.4	680.4	93.9748	11042.7	1766.92
SLE_fre_gr1+vento_173	20944.4	344.105	185.313	5677.02	3614.51
SLE_fre_gr2+vento_174	18446.7	3.90485	145.348	60.5252	2709.06
SLE_fre_gr3+vento_175	20944.4	684.305	185.313	11103.2	3614.51
SLE_fre_gr4+vento_176	20944.4	684.305	204.108	11103.2	3914.29
SLE_fre_vento_gr1_177	18264.3	9.76214	315.704	151.313	6012.36

SLE_fre_vento_gr2_178	18264.3	9.76214	315.704	151.313	6012.36
SLE_fre_vento_gr3_179	18264.3	9.76214	315.704	151.313	6012.36
SLE_fre_vento_gr4_180	18264.3	9.76214	315.704	151.313	6012.36
SLE_fre_gr1_temp181	18264.3	3.90485	158.578	60.5252	2920.08
SLE_fre_gr2_temp182	18264.3	3.90485	158.578	60.5252	2920.08
SLE_fre_gr3_temp183	18264.3	3.90485	158.578	60.5252	2920.08
SLE_fre_gr3_temp184	18264.3	3.90485	158.578	60.5252	2920.08
SLE_qp_gr1_Treno_186	18264.3	0	40.3709	0	643.916
SLE_qp_gr2_Scarico_187	18264.3	0	40.3709	0	643.916
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	18264.3	0	40.3709	0	643.916
SLE_qp_gr4_centrif_189	18264.3	0	40.3709	0	643.916
SLE_qp_gr1+vento_190	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29
SLE_qp_gr2+vento_191	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29
SLE_qp_gr3+vento_192	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29
SLE_qp_gr4+vento_193	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29
SLE_qp_vento_gr1_194	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29
SLE_qp_vento_gr2_195	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29
SLE_qp_vento_gr3_196	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29
SLE_qp_vento_gr4_197	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29
SLE_qp_gr1_temp198	18264.3	0	40.3709	0	643.916
SLE_qp_gr2_temp199	18264.3	0	40.3709	0	643.916
SLE_qp_gr3_temp200	18264.3	0	40.3709	0	643.916
SLE_qp_gr3_temp201	18264.3	0	40.3709	0	643.916
E_103x_SLV_q=1.5_202	18763	3202.69	1081.44	37563.4	13196.8
E_103y_SLV_q=1.5_203	18763	1549.04	2668.12	12739.6	40577.9
E_103z_SLV_q=1.5_204	19926.8	1549.04	1081.44	12739.6	13196.8
E_103x_SLV_q=1.36_205	18763	3438.93	1149.44	41109.7	14370.3
E_103y_SLV_q=1.36_206	18763	1619.91	2894.79	13803.5	44489.5
E_103z_SLV_q=1.36_207	19926.8	1619.91	1149.44	13803.5	14370.3
E_103x_SLV_q=1_208	18763	4393.05	1423.9	55444.5	19113.4
E_103y_SLV_q=1_209	18763	1906.15	3809.66	18103.9	60299.7
E_103z_SLV_q=1_210	19926.8	1906.15	1423.9	18103.9	19113.4
E_103x_SLD_q=1_211	18401.8	2315.09	835.676	31390.6	11554.3
E_103y_SLD_q=1_212	18401.8	986.087	2145.58	10146.1	35844.6
E_103z_SLD_q=1_213	18722.8	986.087	835.676	10146.1	11554.3

 <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>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P2	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</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		10483.7	425.25	128.851	429.243	393.007
SLE_rar_gr3+vento_20		10483.7	862.215	459.25	620.605	1713.95
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	699.924	663.435	496.484	2520.34
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		10483.7	850.5	128.851	620.605	393.007
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	699.924	663.435	496.484	2520.34
SLE_rar_gr4_centrif_17		9813.66	680.4	112.77	496.484	318.766
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	699.924	112.77	496.484	2520.34
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	699.924	663.435	496.484	2520.34
SLE_rar_gr4_centrif_17		9813.66	680.4	112.77	496.484	318.766
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	699.924	663.435	496.484	2520.34
SLE_qp_gr1_Treno_44		7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_48		7133.47	3.90485	150.504	0	458.483
SLE_qp_gr1+vento_48		7133.47	3.90485	150.504	0	458.483
SLE_qp_gr1_Treno_44		7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_48		7133.47	3.90485	150.504	0	458.483
E_103x_SLD_q=1_69		7267.26	1663.34	628.113	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		7267.26	501.737	1742.53	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		7579.45	501.737	628.113	0	0

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	13886.3	425.25	128.851	5957.49	2068.07	
SLE_rar_gr3+vento_20	13886.3	862.215	459.25	11829.4	7684.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	13216.2	699.924	663.435	9595.5	11145	
SLE_rar_gr3+vento_20	13886.3	862.215	459.25	11829.4	7684.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	13216.2	699.924	663.435	9595.5	11145	
SLE_rar_gr4_centrif_17	13216.2	680.4	112.77	9341.68	1784.77	
SLE_rar_vento_gr4_25	13216.2	699.924	663.435	9595.5	11145	
SLE_rar_vento_gr4_25	13216.2	699.924	663.435	9595.5	11145	
SLE_rar_vento_gr4_25	13216.2	699.924	663.435	9595.5	11145	
SLE_rar_vento_gr4_25	13216.2	699.924	663.435	9595.5	11145	
SLE_qp_gr1_Treno_44	10536	0	40.3709	0	542.989	
SLE_qp_gr1+vento_48	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03	
SLE_qp_gr1+vento_48	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03	
SLE_qp_gr1+vento_48	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03	
SLE_qp_gr1+vento_48	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03	
E_103x_SLD_q=1_69	10669.8	1663.34	628.113	20766	7508.67	
E_103y_SLD_q=1_70	10669.8	501.737	1742.53	6229.79	23959.1	
E_103z_SLD_q=1_71	10982	501.737	628.113	6229.79	7508.67	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	21614.5	425.25	128.851	7020.62	2390.2	
SLE_rar_gr3+vento_20	21614.5	862.215	459.25	13984.9	8832.33	
SLE_rar_vento_gr4_25	20944.4	699.924	663.435	11345.3	12803.6	
SLE_rar_gr3+vento_20	21614.5	862.215	459.25	13984.9	8832.33	
SLE_rar_vento_gr4_25	20944.4	699.924	663.435	11345.3	12803.6	
SLE_rar_gr4_centrif_17	20944.4	680.4	112.77	11042.7	2066.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	20944.4	699.924	663.435	11345.3	12803.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	20944.4	699.924	663.435	11345.3	12803.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	20944.4	699.924	663.435	11345.3	12803.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	20944.4	699.924	663.435	11345.3	12803.6	
SLE_qp_gr1_Treno_44	18264.3	0	40.3709	0	643.916	
SLE_qp_gr1+vento_48	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29	
SLE_qp_gr1+vento_48	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29	
SLE_qp_gr1+vento_48	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29	
SLE_qp_gr1+vento_48	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29	
E_103x_SLD_q=1_69	18430.7	2075.95	751.896	25955.8	9388.41	
E_103y_SLD_q=1_70	18430.7	914.346	1866.32	8515.65	28624.9	
E_103z_SLD_q=1_71	18819.1	914.346	751.896	8515.65	9388.41	

Configurazione2

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85		9188.92	425.25	97.7759	2657.9	249.544	
SLE_rar_gr3+vento_91		9188.92	862.215	428.175	2849.27	1570.49	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	699.924	638.575	2279.41	2405.57	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87		9188.92	850.5	97.7759	2849.27	249.544	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	699.924	638.575	2279.41	2405.57	
SLE_rar_gr4_centrif_88		8777.83	680.4	87.9098	2279.41	203.995	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	699.924	638.575	2279.41	2405.57	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	699.924	638.575	2279.41	2405.57	
SLE_rar_gr4_centrif_88		8777.83	680.4	87.9098	2279.41	203.995	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	699.924	638.575	2279.41	2405.57	
SLE_qp_gr1_Treno_115		7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_119		7133.47	3.90485	150.504	0	458.483	
SLE_qp_gr1+vento_119		7133.47	3.90485	150.504	0	458.483	
SLE_qp_gr1_Treno_115		7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_119		7133.47	3.90485	150.504	0	458.483	
E_103x_SLD_q=1_140		7238.36	1902.48	711.893	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141		7238.36	573.478	2021.8	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142		7483.09	573.478	711.893	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	12591.5	425.25	128.851	5957.49	2068.07	
SLE_rar_gr3+vento_91	12591.5	862.215	428.175	14058.1	7136.77	
SLE_rar_vento_gr4_96	12180.4	699.924	638.575	11378.4	10707	
SLE_rar_gr3+vento_91	12591.5	862.215	428.175	14058.1	7136.77	
SLE_rar_vento_gr4_96	12180.4	699.924	638.575	11378.4	10707	
SLE_rar_gr4_centrif_88	12180.4	680.4	87.9098	11124.6	1346.82	
SLE_rar_vento_gr4_96	12180.4	699.924	638.575	11378.4	10707	
SLE_rar_vento_gr4_96	12180.4	699.924	638.575	11378.4	10707	
SLE_rar_vento_gr4_96	12180.4	699.924	638.575	11378.4	10707	
SLE_rar_vento_gr4_96	12180.4	699.924	638.575	11378.4	10707	
SLE_qp_gr1_Treno_115	10536	0	40.3709	0	542.989	
SLE_qp_gr1+vento_119	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03	
SLE_qp_gr1+vento_119	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03	
SLE_qp_gr1+vento_119	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03	
SLE_qp_gr1+vento_119	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03	
E_103x_SLD_q=1_140	10640.9	1902.48	711.893	25602.9	9465.13	
E_103y_SLD_q=1_141	10640.9	573.478	2021.8	7680.86	30480.6	
E_103z_SLD_q=1_142	10885.7	573.478	711.893	7680.86	9465.13	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	20319.7	425.25	128.851	7020.62	2390.2	
SLE_rar_gr3+vento_91	20319.7	862.215	428.175	16213.6	8207.2	
SLE_rar_vento_gr4_96	19908.6	699.924	638.575	13128.2	12303.5	
SLE_rar_gr3+vento_91	20319.7	862.215	428.175	16213.6	8207.2	
SLE_rar_vento_gr4_96	19908.6	699.924	638.575	13128.2	12303.5	
SLE_rar_gr4_centrif_88	19908.6	680.4	87.9098	12825.6	1566.6	
SLE_rar_vento_gr4_96	19908.6	699.924	638.575	13128.2	12303.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	19908.6	699.924	638.575	13128.2	12303.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	19908.6	699.924	638.575	13128.2	12303.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	19908.6	699.924	638.575	13128.2	12303.5	
SLE_qp_gr1_Treno_115	18264.3	0	40.3709	0	643.916	
SLE_qp_gr1+vento_119	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29	
SLE_qp_gr1+vento_119	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29	
SLE_qp_gr1+vento_119	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29	
SLE_qp_gr1+vento_119	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29	
E_103x_SLD_q=1_140	18401.8	2315.09	835.676	31390.6	11554.3	
E_103y_SLD_q=1_141	18401.8	986.087	2145.58	10146.1	35844.6	
E_103z_SLD_q=1_142	18722.8	986.087	835.676	10146.1	11554.3	

TESTA PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	10483.7	425.25	128.851	429.243	393.007	
SLE_rar_gr3+vento_162	10483.7	862.215	459.25	620.605	1713.95	
SLE_rar_vento_gr4_167	9813.66	699.924	663.435	496.484	2520.34	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	10483.7	850.5	128.851	620.605	393.007	
SLE_rar_vento_gr4_167	9813.66	699.924	663.435	496.484	2520.34	
SLE_rar_gr4_centrif_159	9813.66	680.4	112.77	496.484	318.766	
SLE_rar_vento_gr4_167	9813.66	699.924	663.435	496.484	2520.34	
SLE_rar_vento_gr4_167	9813.66	699.924	663.435	496.484	2520.34	
SLE_rar_gr4_centrif_159	9813.66	680.4	112.77	496.484	318.766	
SLE_rar_vento_gr4_167	9813.66	699.924	663.435	496.484	2520.34	
SLE_qp_gr1_Treno_186	7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_190	7133.47	3.90485	150.504	0	458.483	
SLE_qp_gr1+vento_190	7133.47	3.90485	150.504	0	458.483	
SLE_qp_gr1_Treno_186	7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_190	7133.47	3.90485	150.504	150.504	458.483	
E_103x_SLD_q=1_211	7238.36	1902.48	711.893	0	0	
E_103y_SLD_q=1_212	7238.36	573.478	2021.8	0	0	
E_103z_SLD_q=1_213	7483.09	573.478	711.893	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	13886.3	425.25	128.851	5957.49	2068.07	
SLE_rar_gr3+vento_162	13886.3	862.215	459.25	11829.4	7684.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	13216.2	699.924	663.435	9595.5	11145	
SLE_rar_gr3+vento_162	13886.3	862.215	459.25	11829.4	7684.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	13216.2	699.924	663.435	9595.5	11145	
SLE_rar_gr4_centrif_159	13216.2	680.4	112.77	9341.68	1784.77	
SLE_rar_vento_gr4_167	13216.2	699.924	663.435	9595.5	11145	
SLE_rar_vento_gr4_167	13216.2	699.924	663.435	9595.5	11145	
SLE_rar_vento_gr4_167	13216.2	699.924	663.435	9595.5	11145	
SLE_rar_vento_gr4_167	13216.2	699.924	663.435	9595.5	11145	
SLE_qp_gr1_Treno_186	10536	0	40.3709	0	542.989	
SLE_qp_gr1+vento_190	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03	
SLE_qp_gr1+vento_190	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03	
SLE_qp_gr1+vento_190	10536	3.90485	150.504	50.7631	2415.03	
SLE_qp_gr1+vento_190	10536	3.90485	150.504	150.504	2415.03	
E_103x_SLD_q=1_211	10640.9	1902.48	711.893	25602.9	9465.13	
E_103y_SLD_q=1_212	10640.9	573.478	2021.8	7680.86	30480.6	
E_103z_SLD_q=1_213	10885.7	573.478	711.893	7680.86	9465.13	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	21614.5	425.25	128.851	7020.62	2390.2	
SLE_rar_gr3+vento_162	21614.5	862.215	459.25	13984.9	8832.33	
SLE_rar_vento_gr4_167	20944.4	699.924	663.435	11345.3	12803.6	
SLE_rar_gr3+vento_162	21614.5	862.215	459.25	13984.9	8832.33	
SLE_rar_vento_gr4_167	20944.4	699.924	663.435	11345.3	12803.6	
SLE_rar_gr4_centrif_159	20944.4	680.4	112.77	11042.7	2066.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	20944.4	699.924	663.435	11345.3	12803.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	20944.4	699.924	663.435	11345.3	12803.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	20944.4	699.924	663.435	11345.3	12803.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	20944.4	699.924	663.435	11345.3	12803.6	
SLE_qp_gr1_Treno_186	18264.3	0	40.3709	0	643.916	
SLE_qp_gr1+vento_190	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29	
SLE_qp_gr1+vento_190	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29	
SLE_qp_gr1+vento_190	18264.3	3.90485	150.504	60.5252	2791.29	
SLE_qp_gr1+vento_190	18264.3	3.90485	150.504	150.504	2791.29	
E_103x_SLD_q=1_211	18401.8	2315.09	835.676	31390.6	11554.3	
E_103y_SLD_q=1_212	18401.8	986.087	2145.58	10146.1	35844.6	
E_103z_SLD_q=1_213	18722.8	986.087	835.676	10146.1	11554.3	

 <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>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P2	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</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		14950.6	616.613	247.55	622.402	597.182
A1_SLU_gr3+vento_7		14950.6	1250.8	743.149	899.878	2578.6
A1_SLU_vento_gr4_12		13979	1015.87	1038.57	719.902	3786.65
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3		14950.6	1233.23	247.55	899.878	597.182
A1_SLU_vento_gr4_12		13979	1015.87	1038.57	719.902	3786.65
E_103x_SLV_q=1.5_60		7537.96	2366.26	830.511	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61		7537.96	712.613	2417.19	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62		8481.76	712.613	830.511	0	0
E_103x_SLV_q=1_66		7537.96	3556.62	1172.97	0	0
E_103y_SLV_q=1_67		7537.96	1069.72	3558.73	0	0
E_103z_SLV_q=1_68		8481.76	1069.72	1172.97	0	0
BASE PILA						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1		19544.1	616.613	247.55	8638.36	3815.33
A1_SLU_gr3+vento_7		19544.1	1250.8	743.149	17160.2	12239.5
A1_SLU_vento_gr4_12		18572.5	1015.87	1038.57	13926.2	17288.1
A1_SLU_gr3+vento_7		19544.1	1250.8	743.149	17160.2	12239.5
A1_SLU_vento_gr4_12		18572.5	1015.87	1038.57	13926.2	17288.1
E_103x_SLV_q=1.5_60		10940.5	2366.26	830.511	29556.7	10493.2
E_103y_SLV_q=1.5_61		10940.5	712.613	2417.19	8867.01	33907.6
E_103z_SLV_q=1.5_62		11884.3	712.613	830.511	8867.01	10493.2
E_103x_SLV_q=1_66		10940.5	3556.62	1172.97	44461.9	15553.6
E_103y_SLV_q=1_67		10940.5	1069.72	3558.73	13338.6	50775.6
E_103z_SLV_q=1_68		11884.3	1069.72	1172.97	13338.6	15553.6
BASE FONDAZIONE						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1		29977.1	616.613	247.55	10179.9	4434.21
A1_SLU_gr3+vento_7		29977.1	1250.8	743.149	20287.2	14097.4
A1_SLU_vento_gr4_12		29005.6	1015.87	1038.57	16465.8	19884.5
A1_SLU_gr3+vento_7		29977.1	1250.8	743.149	20287.2	14097.4
A1_SLU_vento_gr4_12		29005.6	1015.87	1038.57	16465.8	19884.5
E_103x_SLV_q=1.36_63		18763	3438.93	1149.44	41109.7	14370.3
E_103y_SLV_q=1.36_64		18763	1619.91	2894.79	13803.5	44489.5
E_103z_SLV_q=1.36_65		19926.8	1619.91	1149.44	13803.5	14370.3
E_103x_SLV_q=1_66		18763	4393.05	1423.9	55444.5	19113.4
E_103y_SLV_q=1_67		18763	1906.15	3809.66	18103.9	60299.7
E_103z_SLV_q=1_68		19926.8	1906.15	1423.9	18103.9	19113.4

### Configurazione2

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	13073.1	616.613	179.962	3853.96	379.023	
A1_SLU_gr3+vento_78	13073.1	1250.8	675.561	4131.43	2360.44	
A1_SLU_vento_gr4_83	12477.1	1015.87	984.501	3305.15	3612.13	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	13073.1	1233.23	179.962	4131.43	379.023	
A1_SLU_vento_gr4_83	12477.1	1015.87	984.501	3305.15	3612.13	
E_103x_SLV_q=1.5_131	7537.96	2366.26	830.511	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_132	7537.96	712.613	2417.19	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_133	8481.76	712.613	830.511	0	0	
E_103x_SLV_q=1_137	7537.96	3556.62	1172.97	0	0	
E_103y_SLV_q=1_138	7537.96	1069.72	3558.73	0	0	
E_103z_SLV_q=1_139	8481.76	1069.72	1172.97	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	17666.6	616.613	179.962	11869.9	2718.53	
A1_SLU_gr3+vento_78	17666.6	1250.8	675.561	20391.8	11142.7	
A1_SLU_vento_gr4_83	17070.5	1015.87	984.501	16511.4	16410.6	
A1_SLU_gr3+vento_78	17666.6	1250.8	675.561	20391.8	11142.7	
A1_SLU_vento_gr4_83	17070.5	1015.87	984.501	16511.4	16410.6	
E_103x_SLV_q=1.5_131	10940.5	2366.26	830.511	29556.7	10493.2	
E_103y_SLV_q=1.5_132	10940.5	712.613	2417.19	8867.01	33907.6	
E_103z_SLV_q=1.5_133	11884.3	712.613	830.511	8867.01	10493.2	
E_103x_SLV_q=1_137	10940.5	3556.62	1172.97	44461.9	15553.6	
E_103y_SLV_q=1_138	10940.5	1069.72	3558.73	13338.6	50775.6	
E_103z_SLV_q=1_139	11884.3	1069.72	1172.97	13338.6	15553.6	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	28099.7	616.613	179.962	13411.5	3168.44	
A1_SLU_gr3+vento_78	28099.7	1250.8	675.561	23518.8	12831.6	
A1_SLU_vento_gr4_83	27503.6	1015.87	984.501	19051.1	18871.9	
A1_SLU_gr3+vento_78	28099.7	1250.8	675.561	23518.8	12831.6	
A1_SLU_vento_gr4_83	27503.6	1015.87	984.501	19051.1	18871.9	
E_103x_SLV_q=1.36_134	18763	3438.93	1149.44	41109.7	14370.3	
E_103y_SLV_q=1.36_135	18763	1619.91	2894.79	13803.5	44489.5	
E_103z_SLV_q=1.36_136	19926.8	1619.91	1149.44	13803.5	14370.3	
E_103x_SLV_q=1_137	18763	4393.05	1423.9	55444.5	19113.4	
E_103y_SLV_q=1_138	18763	1906.15	3809.66	18103.9	60299.7	
E_103z_SLV_q=1_139	19926.8	1906.15	1423.9	18103.9	19113.4	

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	14950.6	616.613	247.55	622.402	597.182	
A1_SLU_gr3+vento_149	14950.6	1250.8	743.149	899.878	2578.6	
A1_SLU_vento_gr4_154	13979	1015.87	1038.57	719.902	3786.65	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	14950.6	1233.23	247.55	899.878	597.182	
A1_SLU_vento_gr4_154	13979	1015.87	1038.57	719.902	3786.65	
E_103x_SLV_q=1.5_202	7537.96	2366.26	830.511	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_203	7537.96	712.613	2417.19	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_204	8481.76	712.613	830.511	0	0	
E_103x_SLV_q=1_208	7537.96	3556.62	1172.97	0	0	
E_103y_SLV_q=1_209	7537.96	1069.72	3558.73	0	0	
E_103z_SLV_q=1_210	8481.76	1069.72	1172.97	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	19544.1	616.613	247.55	8638.36	3815.33	
A1_SLU_gr3+vento_149	19544.1	1250.8	743.149	17160.2	12239.5	
A1_SLU_vento_gr4_154	18572.5	1015.87	1038.57	13926.2	17288.1	
A1_SLU_gr3+vento_149	19544.1	1250.8	743.149	17160.2	12239.5	
A1_SLU_vento_gr4_154	18572.5	1015.87	1038.57	13926.2	17288.1	
E_103x_SLV_q=1.5_202	10940.5	2366.26	830.511	29556.7	10493.2	
E_103y_SLV_q=1.5_203	10940.5	712.613	2417.19	8867.01	33907.6	
E_103z_SLV_q=1.5_204	11884.3	712.613	830.511	8867.01	10493.2	
E_103x_SLV_q=1_208	10940.5	3556.62	1172.97	44461.9	15553.6	
E_103y_SLV_q=1_209	10940.5	1069.72	3558.73	13338.6	50775.6	
E_103z_SLV_q=1_210	11884.3	1069.72	1172.97	13338.6	15553.6	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	29977.1	616.613	247.55	10179.9	4434.21	
A1_SLU_gr3+vento_149	29977.1	1250.8	743.149	20287.2	14097.4	
A1_SLU_vento_gr4_154	29005.6	1015.87	1038.57	16465.8	19884.5	
A1_SLU_gr3+vento_149	29977.1	1250.8	743.149	20287.2	14097.4	
A1_SLU_vento_gr4_154	29005.6	1015.87	1038.57	16465.8	19884.5	
E_103x_SLV_q=1.36_205	18763	3438.93	1149.44	41109.7	14370.3	
E_103y_SLV_q=1.36_206	18763	1619.91	2894.79	13803.5	44489.5	
E_103z_SLV_q=1.36_207	19926.8	1619.91	1149.44	13803.5	14370.3	
E_103x_SLV_q=1_208	18763	4393.05	1423.9	55444.5	19113.4	
E_103y_SLV_q=1_209	18763	1906.15	3809.66	18103.9	60299.7	
E_103z_SLV_q=1_210	19926.8	1906.15	1423.9	18103.9	19113.4	

 <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>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P2	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</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	206 $\Phi 18$ interasse 20 cm*	$\Phi 12/20$	8.7 cm
plinto	Trasv: 2.5 strati $\Phi 30/10$ Long 2.5 strati $\Phi 30/10$	-	8.7 cm
pali	24 $\Phi 30$ interasse 10 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 diverse tipologie costruttive; tali regole sono da considerarsi aggiuntive rispetto a quanto previsto nel Cap. 4 e a*

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P2	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</b>	REV. <b>B</b>

quanto imposto dalle regole della progettazione in capacità, il cui rispetto è comunque obbligatorio per gli elementi strutturali primari delle strutture a comportamento dissipativo.

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

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

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

## 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.

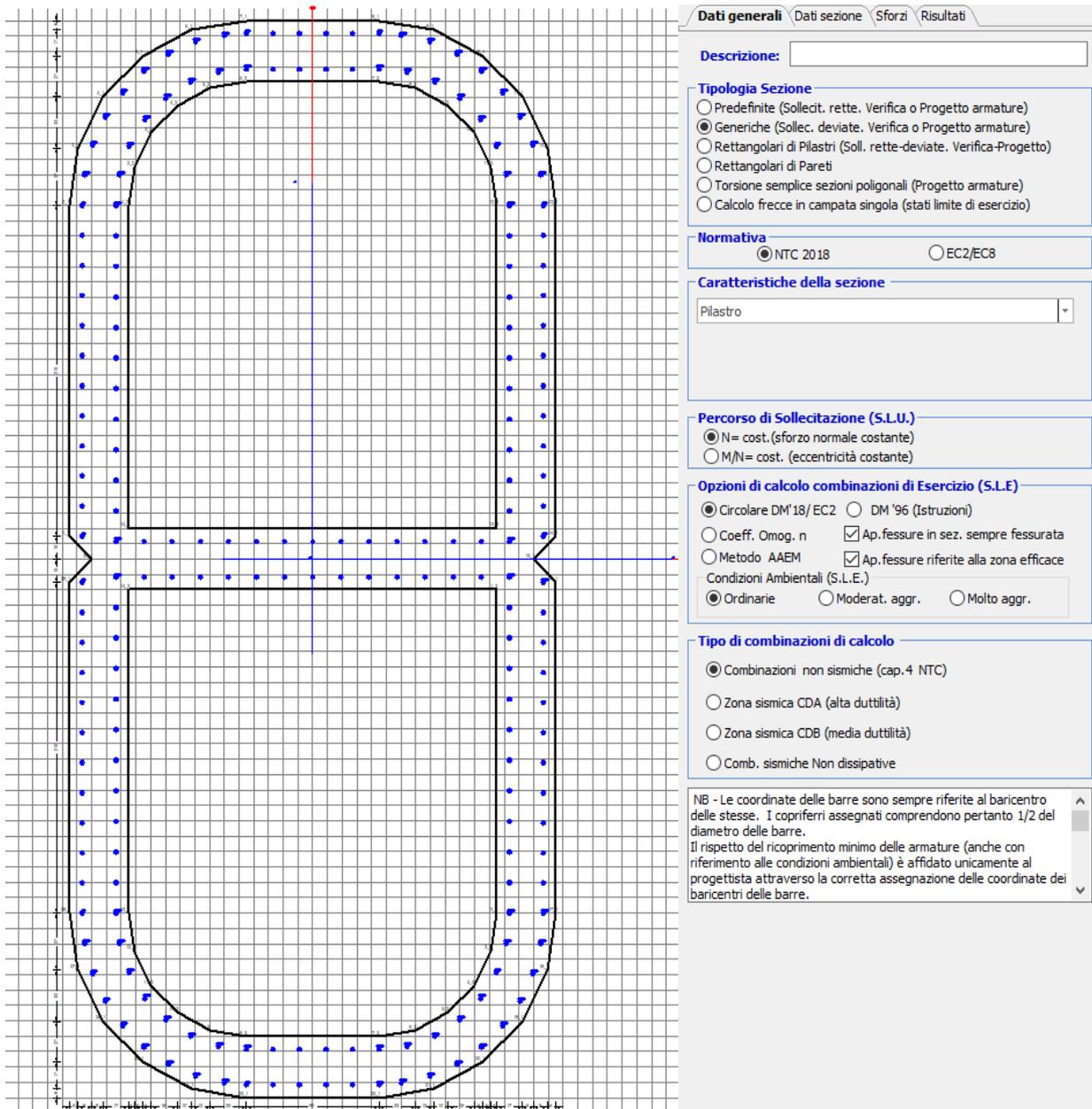


Figura 11 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 206 di diametro  $\Phi 18$  che corrispondono ad un passo di 20cm lungo il bordo esterno ed interno della sezione.

## 8.2 Verifica a presso flessione

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

NOME SEZIONE: Biscotto Sb 3.3

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

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	3334.6 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.000 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	176.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50 MPa	

### CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

#### DOMINIO N° 1

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-165.0	15.0
2	-165.0	230.0
3	-159.1	267.1
4	-142.1	300.5
5	-115.5	327.1
6	-82.1	344.1
7	-45.0	350.0
8	45.0	350.0
9	82.1	344.1
10	115.5	327.1
11	142.1	300.5

12	159.1	267.1
13	165.0	230.0
14	165.0	15.0
15	150.0	0.0
16	165.0	-15.0
17	165.0	-230.0
18	159.1	-267.1
19	142.1	-300.5
20	115.5	-327.1
21	82.1	-344.1
22	45.0	-350.0
23	-45.0	-350.0
24	-82.1	-344.1
25	-115.5	-327.1
26	-142.1	-300.5
27	-159.1	-267.1
28	-165.0	-230.0
29	-165.0	-15.0
30	-150.0	0.0

**DOMINIO N° 2**

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

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-125.0	230.0
2	-121.1	254.7
3	-109.7	277.0
4	-92.0	294.7
5	-69.7	306.1
6	-45.0	310.0
7	45.0	310.0
8	69.7	306.1
9	92.0	294.7
10	109.7	277.0
11	121.1	254.7
12	125.0	230.0
13	125.0	20.0
14	-125.0	20.0

**DOMINIO N° 3**

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

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	125.0	-20.0
2	125.0	-230.0
3	121.1	-254.7
4	109.7	-277.0
5	92.0	-294.7
6	69.7	-306.1
7	45.0	-310.0
8	-45.0	-310.0
9	-69.7	-306.1
10	-92.0	-294.7
11	-109.7	-277.0
12	-121.1	-254.7
13	-125.0	-230.0
14	-125.0	-20.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-157.1	15.0	18
2	-157.1	230.0	18
3	-45.0	342.1	18
4	45.0	342.1	18
5	157.1	230.0	18
6	157.1	15.0	18
7	-157.1	-15.0	18
8	-157.1	-230.0	18
9	-45.0	-342.1	18
10	45.0	-342.1	18
11	157.1	-230.0	18
12	157.1	-15.0	18
13	-132.9	12.1	18
14	-132.9	230.0	18
15	-45.0	317.9	18
16	45.0	317.9	18
17	132.9	230.0	18
18	132.9	12.1	18
19	-132.9	-12.1	18
20	-132.9	-230.0	18
21	-45.0	-317.9	18
22	45.0	-317.9	18
23	132.9	-230.0	18
24	132.9	-12.1	18
25	-155.3	249.9	18
26	-150.0	269.2	18
27	-141.4	287.2	18
28	-129.7	303.4	18
29	-115.4	317.3	18
30	-98.8	328.4	18
31	-80.5	336.3	18
32	-61.0	340.9	18
33	-130.6	249.8	18
34	-124.0	268.6	18
35	-113.2	285.4	18
36	-98.9	299.4	18
37	-81.9	309.8	18
38	-62.9	316.0	18
39	155.3	249.9	18
40	150.0	269.2	18
41	141.4	287.2	18
42	129.7	303.4	18
43	115.4	317.3	18
44	98.8	328.4	18
45	80.5	336.3	18
46	61.0	340.9	18
47	130.6	249.8	18
48	124.0	268.6	18
49	113.2	285.4	18
50	98.9	299.4	18
51	81.9	309.8	18
52	62.9	316.0	18
53	-155.3	-249.9	18
54	-150.0	-269.2	18
55	-141.4	-287.2	18
56	-129.7	-303.4	18

57	-115.4	-317.3	18
58	-98.8	-328.4	18
59	-80.5	-336.3	18
60	-61.0	-340.9	18
61	-130.6	-249.8	18
62	-124.0	-268.6	18
63	-113.2	-285.4	18
64	-98.9	-299.4	18
65	-81.9	-309.8	18
66	-62.9	-316.0	18
67	155.3	-249.9	18
68	150.0	-269.2	18
69	141.4	-287.2	18
70	129.7	-303.4	18
71	115.4	-317.3	18
72	98.8	-328.4	18
73	80.5	-336.3	18
74	61.0	-340.9	18
75	130.6	-249.8	18
76	124.0	-268.6	18
77	113.2	-285.4	18
78	98.9	-299.4	18
79	81.9	-309.8	18
80	62.9	-316.0	18

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	10	18
2	5	6	10	18
3	7	8	10	18
4	11	12	10	18
5	13	14	10	18
6	17	18	10	18
7	19	20	10	18
8	23	24	10	18
9	3	4	4	18
10	9	10	4	18
11	15	16	4	18
12	18	13	13	18
13	21	22	4	18
14	24	19	13	18

#### 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	4735.37	164.43	312.13	0.00	0.00
2	2395.00	1071.93	359.91	0.00	0.00
3	2585.99	321.84	1092.58	0.00	0.00
4	-937.76	321.84	1092.58	0.00	0.00
5	18545.59	10281.43	27929.84	0.00	0.00
6	10940.53	33449.10	9325.49	0.00	0.00
7	10940.53	10034.73	30015.17	0.00	0.00
8	11884.34	10034.73	9325.49	0.00	0.00
9	17947.44	11298.41	13540.05	0.00	0.00
10	17295.19	23389.06	16254.48	0.00	0.00
11	17295.19	11080.85	27199.35	0.00	0.00
12	17295.19	23389.06	16254.48	0.00	0.00
13	17295.19	11080.85	27199.35	0.00	0.00
14	10940.53	33449.10	9325.49	0.00	0.00
15	10940.53	10034.73	30015.17	0.00	0.00
16	11884.34	10034.73	9325.49	0.00	0.00
17	19510.44	10299.13	14453.16	0.00	0.00
18	18545.59	22589.64	16984.97	0.00	0.00
19	18545.59	10281.43	27929.84	0.00	0.00
20	18545.59	22589.64	16984.97	0.00	0.00
21	18545.59	10281.43	27929.84	0.00	0.00
22	10940.53	33449.10	9325.49	0.00	0.00
23	10940.53	10034.73	30015.17	0.00	0.00
24	11884.34	10034.73	9325.49	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	13863.10	7102.85	9408.24
2	13197.69	15573.81	11068.05
3	13197.69	7081.89	18487.13
4	13197.69	15573.81	11068.05
5	13197.69	7081.89	18487.13
6	12785.17	7102.85	9408.24
7	12335.34	16125.14	10703.45
8	12335.34	7633.21	18122.53
9	12335.34	16125.14	10703.45
10	12335.34	7633.21	18122.53
11	13863.10	7102.85	9408.24
12	13197.69	15573.81	11068.05
13	13197.69	7081.89	18487.13
14	13197.69	15573.81	11068.05
15	13197.69	7081.89	18487.13
16	7267.26	23500.63	6688.27
17	7267.26	7050.19	21224.43
18	7579.45	7050.19	6688.27
19	7253.90	23416.60	8629.95
20	7253.90	7024.98	27696.70
21	7534.89	7024.98	8629.95
22	7253.90	23416.60	8629.95
23	7253.90	7024.98	27696.70
24	7534.89	7024.98	8629.95

**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	12199.57	686.94 (7544.31)	1156.83 (0.00)
2	10536.05	11508.70 (0.00)	2415.03 (0.00)
3	10536.05	50.76 (0.00)	8295.02 (0.00)
4	10536.05	11508.70 (0.00)	2415.03 (0.00)
5	10536.05	50.76 (0.00)	8295.02 (0.00)
6	11660.61	1031.52 (0.00)	957.95 (0.00)
7	10536.05	11508.70 (0.00)	2415.03 (0.00)
8	10536.05	50.76 (0.00)	8295.02 (0.00)
9	10536.05	11508.70 (0.00)	2415.03 (0.00)
10	10536.05	50.76 (0.00)	8295.02 (0.00)
11	12199.57	686.94 (0.00)	1156.83 (0.00)
12	10536.05	11508.70 (0.00)	2415.03 (0.00)
13	10536.05	50.76 (0.00)	8295.02 (0.00)
14	10536.05	11508.70 (0.00)	2415.03 (0.00)
15	10536.05	465.95 (0.00)	8295.02 (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	10536.05	0.00 (7544.31)	542.99 (0.00)
2	10536.05	50.76 (0.00)	2415.03 (0.00)
3	10536.05	50.76 (0.00)	2415.03 (0.00)
4	10536.05	50.76 (0.00)	2415.03 (0.00)
5	10536.05	50.76 (0.00)	2415.03 (0.00)
6	10536.05	0.00 (0.00)	542.99 (0.00)
7	10536.05	50.76 (0.00)	2415.03 (0.00)
8	10536.05	50.76 (0.00)	2415.03 (0.00)
9	10536.05	50.76 (0.00)	2415.03 (0.00)
10	10536.05	50.76 (0.00)	2415.03 (0.00)
11	10536.05	0.00 (0.00)	542.99 (0.00)
12	10536.05	50.76 (0.00)	2415.03 (0.00)
13	10536.05	50.76 (0.00)	2415.03 (0.00)
14	10536.05	50.76 (0.00)	2415.03 (0.00)
15	10536.05	150.50 (0.00)	2415.03 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.7 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 14.3 cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm <sup>2</sup> ]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	4735.37	164.43	312.13	4735.23	19655.94	37606.96	120.28514.0(234.8)	
2	S	2395.00	1071.93	359.91	2395.13	64565.46	21554.37	60.20514.0(234.8)	
3	S	2585.99	321.84	1092.58	2586.07	10285.88	34967.35	32.00514.0(234.8)	
4	S	-937.76	321.84	1092.58	-937.52	8689.94	29872.33	27.31514.0(234.8)	
5	S	18545.59	10281.43	27929.84	18545.59	20890.30	56778.98	2.03514.0(234.8)	
6	S	10940.53	33449.10	9325.49	10940.48	87523.57	24183.14	2.61514.0(234.8)	
7	S	10940.53	10034.73	30015.17	10940.78	15524.44	46634.58	1.55514.0(234.8)	
8	S	11884.34	10034.73	9325.49	11884.05	48136.07	44910.30	4.81514.0(234.8)	
9	S	17947.44	11298.41	13540.05	17947.58	44530.81	53686.42	3.96514.0(234.8)	
10	S	17295.19	23389.06	16254.48	17295.31	67819.56	47531.98	2.91514.0(234.8)	
11	S	17295.19	11080.85	27199.35	17295.41	22592.17	54984.74	2.02514.0(234.8)	
12	S	17295.19	23389.06	16254.48	17295.31	67819.56	47531.98	2.91514.0(234.8)	
13	S	17295.19	11080.85	27199.35	17295.41	22592.17	54984.74	2.02514.0(234.8)	
14	S	10940.53	33449.10	9325.49	10940.48	87523.57	24183.14	2.61514.0(234.8)	
15	S	10940.53	10034.73	30015.17	10940.78	15524.44	46634.58	1.55514.0(234.8)	
16	S	11884.34	10034.73	9325.49	11884.05	48136.07	44910.30	4.81514.0(234.8)	
17	S	19510.44	10299.13	14453.16	19510.49	39796.33	56372.78	3.89514.0(234.8)	
18	S	18545.59	22589.64	16984.97	18545.66	65715.79	49847.88	2.92514.0(234.8)	
19	S	18545.59	10281.43	27929.84	18545.59	20890.30	56778.98	2.03514.0(234.8)	
20	S	18545.59	22589.64	16984.97	18545.66	65715.79	49847.88	2.92514.0(234.8)	
21	S	18545.59	10281.43	27929.84	18545.59	20890.30	56778.98	2.03514.0(234.8)	
22	S	10940.53	33449.10	9325.49	10940.48	87523.57	24183.14	2.61514.0(234.8)	
23	S	10940.53	10034.73	30015.17	10940.78	15524.44	46634.58	1.55514.0(234.8)	
24	S	11884.34	10034.73	9325.49	11884.05	48136.07	44910.30	4.81514.0(234.8)	

**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	165.0	230.0	0.00275	157.1	230.0	-0.02920	-157.1	-230.0
2	0.00350	115.5	327.1	0.00323	115.4	317.3	-0.02019	-115.4	-317.3
3	0.00350	165.0	230.0	0.00253	157.1	230.0	-0.03738	-157.1	-230.0
4	0.00350	165.0	230.0	0.00238	157.1	230.0	-0.04361	-157.1	-230.0
5	0.00350	165.0	230.0	0.00296	157.1	230.0	-0.02038	-157.1	-230.0
6	0.00350	115.5	327.1	0.00330	115.4	317.3	-0.01353	-115.4	-317.3
7	0.00350	165.0	230.0	0.00280	157.1	230.0	-0.02672	-157.1	-230.0
8	0.00350	159.1	267.1	0.00318	155.3	249.9	-0.01573	-155.3	-249.9
9	0.00350	165.0	230.0	0.00319	155.3	249.9	-0.01431	-155.3	-249.9

10	0.00350	159.1	267.1	0.00326	150.0	269.2	-0.01027	-150.0	-269.2
11	0.00350	165.0	230.0	0.00296	157.1	230.0	-0.02054	-157.1	-230.0
12	0.00350	159.1	267.1	0.00326	150.0	269.2	-0.01027	-150.0	-269.2
13	0.00350	165.0	230.0	0.00296	157.1	230.0	-0.02054	-157.1	-230.0
14	0.00350	115.5	327.1	0.00330	115.4	317.3	-0.01353	-115.4	-317.3
15	0.00350	165.0	230.0	0.00280	157.1	230.0	-0.02672	-157.1	-230.0
16	0.00350	159.1	267.1	0.00318	155.3	249.9	-0.01573	-155.3	-249.9
17	0.00350	165.0	230.0	0.00315	155.3	249.9	-0.01473	-155.3	-249.9
18	0.00350	159.1	267.1	0.00326	150.0	269.2	-0.01015	-150.0	-269.2
19	0.00350	165.0	230.0	0.00296	157.1	230.0	-0.02038	-157.1	-230.0
20	0.00350	159.1	267.1	0.00326	150.0	269.2	-0.01015	-150.0	-269.2
21	0.00350	165.0	230.0	0.00296	157.1	230.0	-0.02038	-157.1	-230.0
22	0.00350	115.5	327.1	0.00330	115.4	317.3	-0.01353	-115.4	-317.3
23	0.00350	165.0	230.0	0.00280	157.1	230.0	-0.02672	-157.1	-230.0
24	0.00350	159.1	267.1	0.00318	155.3	249.9	-0.01573	-155.3	-249.9

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000094391	0.000004997	-0.013223706	----	----
2	0.000025904	0.000027479	-0.008480877	----	----
3	0.000122228	0.000003291	-0.017424436	----	----
4	0.000141450	0.000003374	-0.020615304	----	----
5	0.000068888	0.000003674	-0.008711689	----	----
6	0.000016686	0.000020457	-0.005118801	----	----
7	0.000088847	0.000003481	-0.011960381	----	----
8	0.000047434	0.000008341	-0.006275690	----	----
9	0.000045585	0.000006685	-0.005559043	----	----
10	0.000028097	0.000009477	-0.003502263	----	----
11	0.000068911	0.000004000	-0.008790312	----	----
12	0.000028097	0.000009477	-0.003502263	----	----
13	0.000068911	0.000004000	-0.008790312	----	----
14	0.000016686	0.000020457	-0.005118801	----	----
15	0.000088847	0.000003481	-0.011960381	----	----
16	0.000047434	0.000008341	-0.006275690	----	----
17	0.000047994	0.000005950	-0.005787382	----	----
18	0.000028824	0.000008846	-0.003449129	----	----
19	0.000068888	0.000003674	-0.008711689	----	----
20	0.000028824	0.000008846	-0.003449129	----	----
21	0.000068888	0.000003674	-0.008711689	----	----
22	0.000016686	0.000020457	-0.005118801	----	----
23	0.000088847	0.000003481	-0.011960381	----	----
24	0.000047434	0.000008341	-0.006275690	----	----

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

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

N°Comb   Ver   Sc max   Xc max   Yc max   Sf min   Xs min   Ys min   Ac eff.   As eff.

1	S	3.29	159.1	267.1	0.0	-155.3	-249.9	156	2.5
2	S	4.26	159.1	267.1	-21.4	-150.0	-269.2	5506	40.7
3	S	5.13	165.0	230.0	-57.3	-155.3	-249.9	13521	99.2
4	S	4.26	159.1	267.1	-21.4	-150.0	-269.2	5506	40.7
5	S	5.13	165.0	230.0	-57.3	-155.3	-249.9	13521	99.2
6	S	3.17	159.1	267.1	-2.0	-155.3	-249.9	313	5.1
7	S	4.23	159.1	267.1	-25.9	-141.4	-287.2	6490	45.8
8	S	5.15	165.0	230.0	-66.7	-155.3	-249.9	14799	106.9
9	S	4.23	159.1	267.1	-25.9	-141.4	-287.2	6490	45.8
10	S	5.15	165.0	230.0	-66.7	-155.3	-249.9	14799	106.9
11	S	3.29	159.1	267.1	0.0	-155.3	-249.9	156	2.5
12	S	4.26	159.1	267.1	-21.4	-150.0	-269.2	5506	40.7
13	S	5.13	165.0	230.0	-57.3	-155.3	-249.9	13521	99.2
14	S	4.26	159.1	267.1	-21.4	-150.0	-269.2	5506	40.7
15	S	5.13	165.0	230.0	-57.3	-155.3	-249.9	13521	99.2
16	S	4.84	115.5	327.1	-89.2	-115.4	-317.3	13138	94.2
17	S	6.30	165.0	230.0	-215.0	-157.1	-230.0	25277	173.0
18	S	2.31	159.1	267.1	-9.3	-150.0	-269.2	3677	28.0
19	S	5.29	142.1	300.5	-104.8	-129.7	-303.4	12764	89.1
20	S	7.96	165.0	230.0	-324.8	-157.1	-230.0	26474	183.2
21	S	2.74	159.1	267.1	-20.5	-150.0	-269.2	7699	56.0
22	S	5.29	142.1	300.5	-104.8	-129.7	-303.4	12764	89.1
23	S	7.96	165.0	230.0	-324.8	-157.1	-230.0	26474	183.2
24	S	2.74	159.1	267.1	-20.5	-150.0	-269.2	7699	56.0

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0	0.511	18.0	55	0.00000 (0.00000)	381	0.000 (990.00)	352209.92	466527.59
2	S	-0.00011	0	0.833	18.0	63	0.00006 (0.00006)	902	0.058 (990.00)	50787.27	36093.68
3	S	-0.00030	0	0.833	18.0	55	0.00017 (0.00017)	883	0.152 (990.00)	16235.64	42382.82
4	S	-0.00011	0	0.833	18.0	63	0.00006 (0.00006)	902	0.058 (990.00)	50787.27	36093.68
5	S	-0.00030	0	0.833	18.0	55	0.00017 (0.00017)	883	0.152 (990.00)	16235.64	42382.82
6	S	-0.00001	0	0.833	18.0	55	0.00001 (0.00001)	502	0.003 (990.00)	114644.15	151854.49
7	S	-0.00014	0	0.833	18.0	58	0.00008 (0.00008)	918	0.071 (990.00)	47840.85	31755.52
8	S	-0.00035	0	0.833	18.0	55	0.00020 (0.00020)	895	0.179 (990.00)	16439.78	39030.81
9	S	-0.00014	0	0.833	18.0	58	0.00008 (0.00008)	918	0.071 (990.00)	47840.85	31755.52
10	S	-0.00035	0	0.833	18.0	55	0.00020 (0.00020)	895	0.179 (990.00)	16439.78	39030.81
11	S	0.00000	0	0.511	18.0	55	0.00000 (0.00000)	381	0.000 (990.00)	352209.92	466527.59
12	S	-0.00011	0	0.833	18.0	63	0.00006 (0.00006)	902	0.058 (990.00)	50787.27	36093.68
13	S	-0.00030	0	0.833	18.0	55	0.00017 (0.00017)	883	0.152 (990.00)	16235.64	42382.82
14	S	-0.00011	0	0.833	18.0	63	0.00006 (0.00006)	902	0.058 (990.00)	50787.27	36093.68
15	S	-0.00030	0	0.833	18.0	55	0.00017 (0.00017)	883	0.152 (990.00)	16235.64	42382.82
16	S	-0.00046	0	0.833	18.0	62	0.00027 (0.00027)	921	0.246 (990.00)	41170.16	11717.01

17	S	-0.00111	0	0.833	18.0	69	0.00064 (0.00064)	980	0.632 (990.00)	8975.11	27019.36
18	S	-0.00005	0	0.833	18.0	63	0.00003 (0.00003)	883	0.025 (990.00)	47779.90	45327.13
19	S	-0.00054	0	0.833	18.0	58	0.00031 (0.00031)	928	0.292 (990.00)	36749.83	13543.78
20	S	-0.00167	0	0.833	18.0	69	0.00097 (0.00097)	972	0.947 (990.00)	6569.21	25899.80
21	S	-0.00011	0	0.833	18.0	63	0.00006 (0.00006)	914	0.056 (990.00)	30433.28	37386.26
22	S	-0.00054	0	0.833	18.0	58	0.00031 (0.00031)	928	0.292 (990.00)	36749.83	13543.78
23	S	-0.00167	0	0.833	18.0	69	0.00097 (0.00097)	972	0.947 (990.00)	6569.21	25899.80
24	S	-0.00011	0	0.833	18.0	63	0.00006 (0.00006)	914	0.056 (990.00)	30433.28	37386.26

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.61	159.1	267.1	18.5	-155.3	-249.9	---	---
2	S	2.40	115.5	327.1	1.2	-98.8	-328.4	---	---
3	S	2.32	165.0	230.0	2.8	-157.1	-230.0	---	---
4	S	2.40	115.5	327.1	1.2	-98.8	-328.4	---	---
5	S	2.32	165.0	230.0	2.8	-157.1	-230.0	---	---
6	S	1.55	159.1	267.1	17.6	-150.0	-269.2	---	---
7	S	2.40	115.5	327.1	1.2	-98.8	-328.4	---	---
8	S	2.32	165.0	230.0	2.8	-157.1	-230.0	---	---
9	S	2.40	115.5	327.1	1.2	-98.8	-328.4	---	---
10	S	2.32	165.0	230.0	2.8	-157.1	-230.0	---	---
11	S	1.61	159.1	267.1	18.5	-155.3	-249.9	---	---
12	S	2.40	115.5	327.1	1.2	-98.8	-328.4	---	---
13	S	2.32	165.0	230.0	2.8	-157.1	-230.0	---	---
14	S	2.40	115.5	327.1	1.2	-98.8	-328.4	---	---
15	S	2.34	165.0	230.0	2.4	-157.1	-230.0	---	---

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00040	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	7544.31	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
12	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
13	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
14	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
15	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.30	165.0	230.0	17.4	-157.1	-210.5	---	---
2	S	1.55	165.0	230.0	13.8	-157.1	-230.0	---	---
3	S	1.55	165.0	230.0	13.8	-157.1	-230.0	---	---
4	S	1.55	165.0	230.0	13.8	-157.1	-230.0	---	---
5	S	1.55	165.0	230.0	13.8	-157.1	-230.0	---	---
6	S	1.30	165.0	230.0	17.4	-157.1	-210.5	---	---
7	S	1.55	165.0	230.0	13.8	-157.1	-230.0	---	---
8	S	1.55	165.0	230.0	13.8	-157.1	-230.0	---	---

9	S	1.55	165.0	230.0	13.8	-157.1	-230.0	---	---
10	S	1.55	165.0	230.0	13.8	-157.1	-230.0	---	---
11	S	1.30	165.0	230.0	17.4	-157.1	-210.5	---	---
12	S	1.55	165.0	230.0	13.8	-157.1	-230.0	---	---
13	S	1.55	165.0	230.0	13.8	-157.1	-230.0	---	---
14	S	1.55	165.0	230.0	13.8	-157.1	-230.0	---	---
15	S	1.55	165.0	230.0	13.7	-157.1	-230.0	---	---

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00024	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	7544.31	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
12	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
13	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
14	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
15	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00

 <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>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P2</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</b>	REV. <b>B</b>

### 8.3 Verifica a taglio

diametro armature trasversale	$\varphi$	12	mm
bracci staffe	bs	6	
area armature trasversale	Asw	7	cm <sup>2</sup>
passo staffe	s	20	cm
copriferro netto + staffa + $f_i/2$	c'	9	cm
spessore anima sezione rettangolar	sb	40	cm
sezione	tipo	rettangolare	
tipologia di verifica taglio	secondo	statica $q=1$	
<b>Direzione Longitudinale</b>			
resistenza ridotta	f'c	9	Mpa
braccio delle forze interne	$z_1=0.9d$	289	cm
braccio delle forze interne	$z_2=0.9d$	90	cm
larghezza biella	bw1	46	gradi
larghezza biella	bw2	23	gradi
inclinazione staffe	$\alpha$	90	kN
inclinazione biella	$\vartheta$	27	kN
resistenza puntoni laterali	Vc1	1534	kN
resistenza puntone interno	Vc1	2466	kN
resistenza puntoni	Vc	4001	kN
resistenza staffe	Vs	4001	kN
taglio resisistente	Vr	4001	kN
taglio massimo agente	Ved	3748	kN
	Ved/Vrd	0.94	
<b>Direzione Trasversale</b>			
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	622.35	cm
larghezza biella	bw	46.00	cm
inclinazione biella	$\vartheta$	27.42	gradi
resistenza puntoni	Vc	10610	kN
resistenza staffe	Vs	10610	kN
taglio resisistente	Vr	10610	kN
taglio massimo agente	Ved	3721.50	kN
	Ved/Vrd	0.35	

 <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>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P2	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</b>	REV. <b>B</b>

#### 8.4 Verifica minimi di armatura

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

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

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

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

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P2	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</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>206</b>	
diametro del ferro longitudinale	fi	<b>18</b>	mm
diametro minimo armatura a taglio	fi	8	mm
passo massimo longitudinale	p	30	cm
area dell'armatura longitudinale	As	52421	mm <sup>2</sup>
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	8170000	mm <sup>3</sup>
		<b>0.64%</b>	>0.6%
<b>minimi per confinamento se <math>q \leq 1.5</math></b>			
accelerazione al suolo per SLV	ag	<b>0.15</b>	g
coefficiente di verifica	$\zeta$	0.07	
interasse staffe	s	<b>200</b>	mm
diametro armature trasversale	$\varphi$	<b>12</b>	mm
Area della singola staffa	Asw	1.131	mm <sup>2</sup>
Area totale staffe	Asw	2.26	mm <sup>2</sup>
area totale legature	Asl	2.17	mm <sup>2</sup>
percentuale meccanica arm. Trasv	<b>wwd,r</b>	<b>0.1153</b>	

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>84 di 109</b>

### 8.5 Verifica spostamenti

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

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

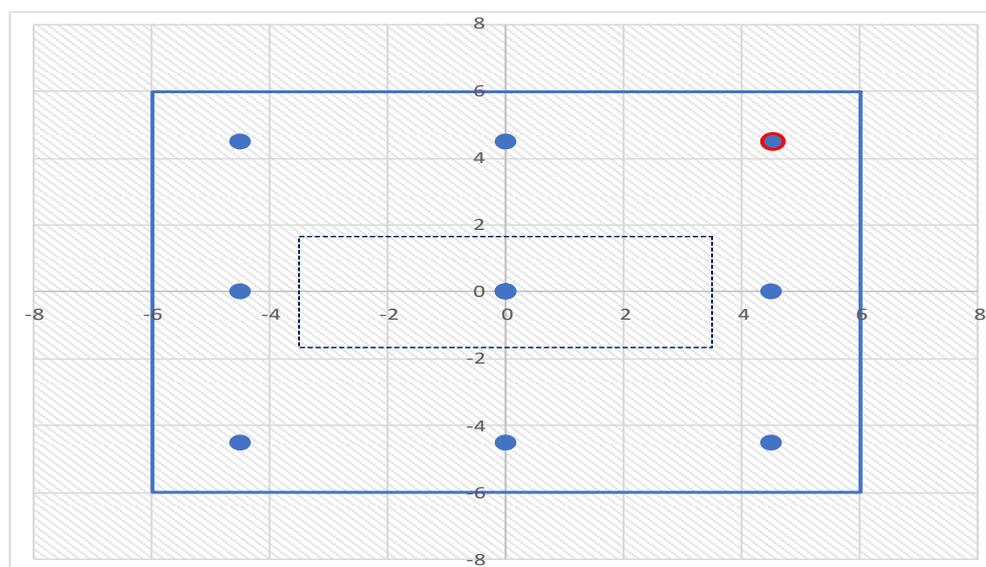
<b>L imp (m)</b>	<b>EL (cm)</b>	<b>Corsa appoggi (cm)</b>	<b>Escursione giunti (cm)</b>	<b>Varco (cm)</b>
<b>17.9</b>	12.0	7.5	7.0	8.0
<b>25</b>	14.0	8.8	8.0	9.0
<b>40</b>	17.0	10.6	9.5	10.5
<b>50</b>	19.0	11.9	10.5	11.5
<b>60</b>	22.0	13.8	12.0	13.0

 <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>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P2</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</b>	REV. <b>B</b>

## 9. PLINTO DI FONDAZIONE

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

numero di pali	n.	<b>9</b>		
diámetro pali	D	<b>1.2</b>	m	
interasse pali	i	<b>3.6</b>	m	
altezza plinto di fondazione	h	<b>2.5</b>	m	
Check verifica				
sbalzo direzione trasversale	at	0.1	m	
sbalzo direzione longitudinale	al	1.95	m	
direzione trasversale	a/h	0.04	<i>Plinto basso</i>	
direzione longitudinale	a/h	0.78	<i>Plinto basso</i>	



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

Scarichi $q=1.5/1.1$ se plinto snello					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	0	3.6	4270.0	2922.9	4651.7
2	0	-3.6	2391.6	1246.6	-482.1
3	3.6	3.6	4922.7	5714.6	5536.5
4	3.6	-3.6	3044.2	4038.3	402.8
5	-3.6	-3.6	1738.9	-1545.0	-1367.0
6	-3.6	3.6	3617.4	131.3	3766.8
7	3.6	0	3983.5	4876.4	2969.7
8	-3.6	0	2678.1	-706.9	1199.9
9	0	0	3330.8	2084.8	2084.8
	0	0	3330.8	2084.8	2084.8
	0	0	3330.8	2084.8	2084.8
	0	0	3330.8	2084.8	2084.8
taglio combinato in			121.2425	354.9934	384.838
Scarichi $q=1$ se plinto tozzo e verifica a taglio					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	0	3.6	3052.2	2922.9	4651.7
2	0	-3.6	1375.9	1246.6	-482.1
3	3.6	3.6	3937.1	5714.6	5536.5
4	3.6	-3.6	2260.8	4038.3	402.8
5	-3.6	-3.6	491.1	-1545.0	-1367.0
6	-3.6	3.6	2167.4	131.3	3766.8
7	3.6	0	3099.0	4876.4	2969.7
8	-3.6	0	1329.2	-706.9	1199.9
9	0	0	2214.1	2084.8	2084.8
	0	0	2214.1	2084.8	2084.8
	0	0	2214.1	2084.8	2084.8
	0	0	2214.1	2084.8	2084.8
taglio combinato in			198.272	354.9934	384.838

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P2	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</b>	REV. <b>B</b>

## 9.1 Dimensionamento armature

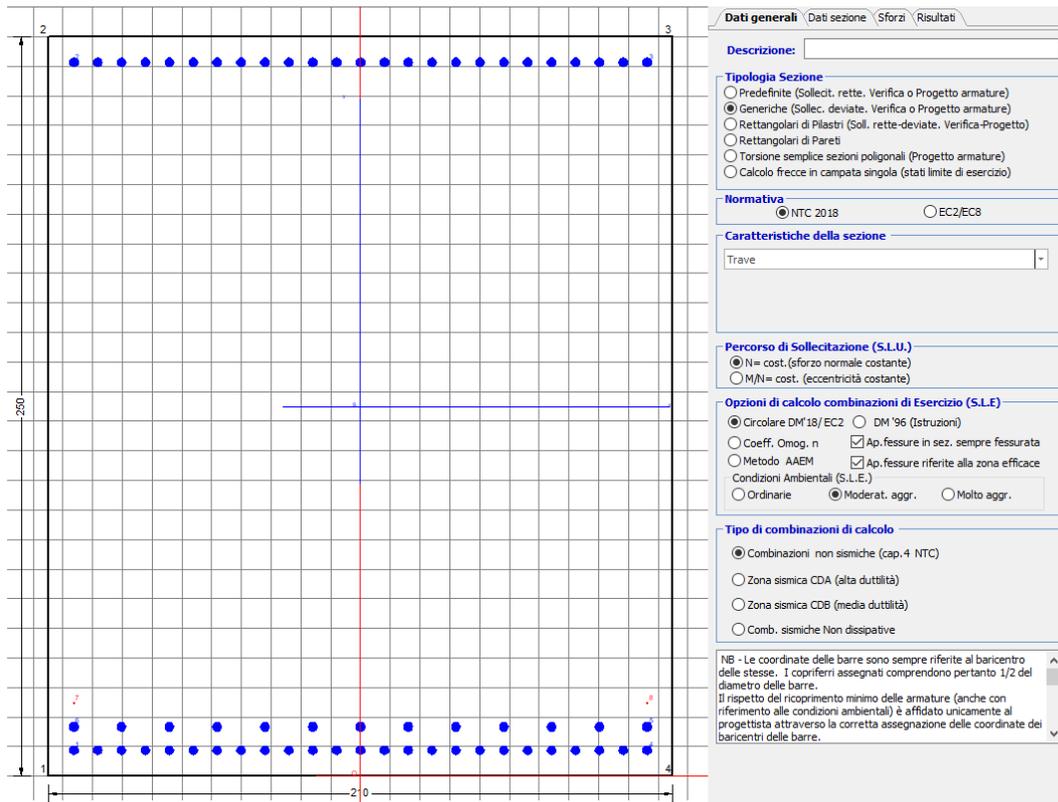
<b><i>posizione del palo più sollecitato</i></b>				
coordinata in direzione trasversale		X	3.6	m
coordinata in direzione longitudinale		Y	3.6	m
angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse		$\alpha$	45	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone		L	5.09117	m
altezza della fondazione		h	2.5	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone		$\vartheta$	26.1532	gradi
reazione in testa palo più sollecitato		Rmax	4922.67	KN
forza di trazione risultante		T	10024.9	KN
proiezione forza di trazione in trasversale		Tt	7088.65	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale		Tl	7088.65	KN
lunghezza collaborante				media 45°

<b><i>dimensionamento armature</i></b>				
area dell'armatura inferiore richiesta in tras		At	18115.6	mm2
diámetro armatura		$\Phi$	30	mm
passo armatura trasversale		p	10	cm
numero di strati		ns	1.5	
lunghezza di collaborazione		L	2.10609	m
numero di ferri per strato		n	21	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	22266	mm2
		coef. Sicur	0.8136	
area dell'armatura inferiore richiesta in long		Al	18115.6	mm2
diámetro armatura		$\Phi$	30	
passo armatura longitudinale		p	10	cm
numero di strati		ns	1.5	
lunghezza di collaborazione		L	2.09996	m
numero di ferri per strato		n	21	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	22266	mm2
		coef. Sicur	0.8136	
tasso di lavoro armatura allo SLU		$\sigma_t$	318.362	MPa
tasso di lavoro armatura allo SLU		$\sigma_l$	318.362	MPa

## 9.2 Verifica a prsso-flessione

### 9.2.1 Direzione trasversale

Armatura disposta lungo la direzione trasversale all'asse del ponte



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

NOME SEZIONE: fondazione X 210x300

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: 0.200 mm  
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: 0.00 Mpa  
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: 0.200 mm

**ACCIAIO -**

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

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-105.0	0.0
2	-105.0	250.0
3	105.0	250.0
4	105.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-96.3	8.7	30
2	-96.3	241.3	30
3	96.3	241.3	30
4	96.3	8.7	30
5	96.3	16.7	30
6	-96.3	16.7	30
7	-96.3	24.7	1
8	96.3	24.7	1
9	96.3	283.3	1
10	-96.3	283.3	1

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	23	30
2	6	5	11	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	6335.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	6350.00	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	5408.00	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	4402.00 (7544.31)	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	2629.00 (7544.31)	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	6335.00	0.00	0.00	24219.59	0.00	3.82	268.6(75.0)
2	S	0.00	6350.00	0.00	0.00	24219.59	0.00	3.81	268.6(75.0)

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

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.073	-105.0	250.0	0.01011	96.3	283.3	-0.04440	-96.3	8.7
2	0.00350	0.073	-105.0	250.0	0.01011	96.3	283.3	-0.04440	-96.3	8.7

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000198506	-0.046126463	0.073	0.700
2	0.000000000	0.000198506	-0.046126463	0.073	0.700

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.55	105.0	250.0	-93.5	-80.3	8.7	5985	268.6

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

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00049	0	0.921	29.9	72	0.00028 (0.00028)	454	0.127 (990.00)	7544.31	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.08	105.0	250.0	-76.1	-40.1	8.7	5985	268.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00040	0	0.921	29.9	72	0.00023 (0.00023)	454	0.104 (0.20)	7544.31	0.00

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

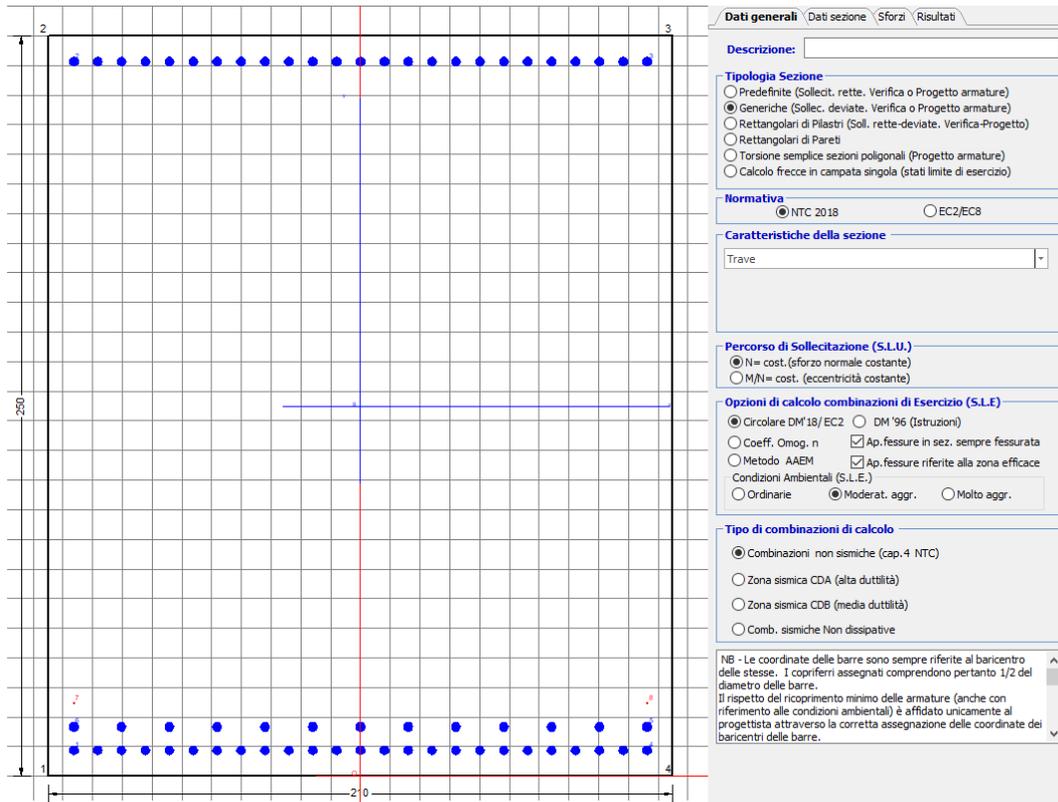
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.24	-105.0	250.0	-45.5	-16.1	8.7	5985	268.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00024	0	0.921	29.9	72	0.00014 (0.00014)	454	0.062 (0.20)	7544.31	0.00

### 9.2.2 Direzione longitudinale

Armatura disposta lungo la direzione longitudinale all'asse del ponte



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

NOME SEZIONE: fondazione Y 210x300

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: 0.200 mm

ACCIAIO -

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

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-105.0	0.0
2	-105.0	250.0
3	105.0	250.0
4	105.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-96.3	8.7	30
2	-96.3	241.3	30
3	96.3	241.3	30
4	96.3	8.7	30
5	96.3	16.7	30
6	-96.3	16.7	30
7	-96.3	24.7	1
8	96.3	24.7	1
9	96.3	283.3	1
10	-96.3	283.3	1

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

My

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

Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia

Vy

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

Vx

Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y

Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	6335.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	6350.00	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)

My

con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

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	5408.00	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)

My

con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

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	4402.00 (7544.31)	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)

My

con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

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	2629.00 (7544.31)	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	6335.00	0.00	0.00	24219.59	0.00	3.82	268.6(75.0)
2	S	0.00	6350.00	0.00	0.00	24219.59	0.00	3.81	268.6(75.0)

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

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.073	-105.0	250.0	0.01011	96.3	283.3	-0.04440	-96.3	8.7
2	0.00350	0.073	-105.0	250.0	0.01011	96.3	283.3	-0.04440	-96.3	8.7

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000198506	-0.046126463	0.073	0.700
2	0.000000000	0.000198506	-0.046126463	0.073	0.700

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.55	105.0	250.0	-93.5	-80.3	8.7	5985	268.6

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

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

k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 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	-0.00049	0	0.921	29.9	72	0.00028 (0.00028)	454	0.127 (990.00)	7544.31	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.08	105.0	250.0	-76.1	-40.1	8.7	5985	268.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00040	0	0.921	29.9	72	0.00023 (0.00023)	454	0.104 (0.20)	7544.31	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	1.24	-105.0	250.0	-45.5	-16.1	8.7	5985	268.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00024	0	0.921	29.9	72	0.00014 (0.00014)	454	0.062 (0.20)	7544.31	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>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P2</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</b>	REV. <b>B</b>

### 9.3 Verifica a punzonamento

perimetro del palo			uo	3.76991	m
diffusione dello sforzo			secondo	NS 3483E	
angolo d'inclinazione superficie			$\vartheta$	45	gradi
perimetro zona critica			u1	17.3416	m
altezza della sezione utile			d	2.16	m
raggio interno			r	0.6	m
raggio esterno			R	2.76	m
ipotenusa triangolo interno del cono			a	3.0547	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	12.5396	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	4922.67	kN
<b>valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo</b>					
tensione di progetto di verifica su perimetro uo			ved	0.84634	MPa
resistenza associata			vRd,max	5	MPa
				0.16927	
<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	2	
percentuale geometrica armatura fless. trasv			qly	0.00489	
percentuale geometrica armatura fless. long			qlz	0.00491	
percentuale meccanica complessiva			ql	0.00693	
coefficiente			k1	0.1	
tensione di progetto di verifica su perimetro u1			ved	0.5496	MPa
			vRd,c	0.58601	MPa
				0.93787	

 <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>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P2	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</b>	REV. <b>B</b>

## 10. PALI DI FONDAZIONE

### 10.1 Ridistribuzione sollecitazioni testa palo

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

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

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

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

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

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

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

### 10.2 Verifica strutturale

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

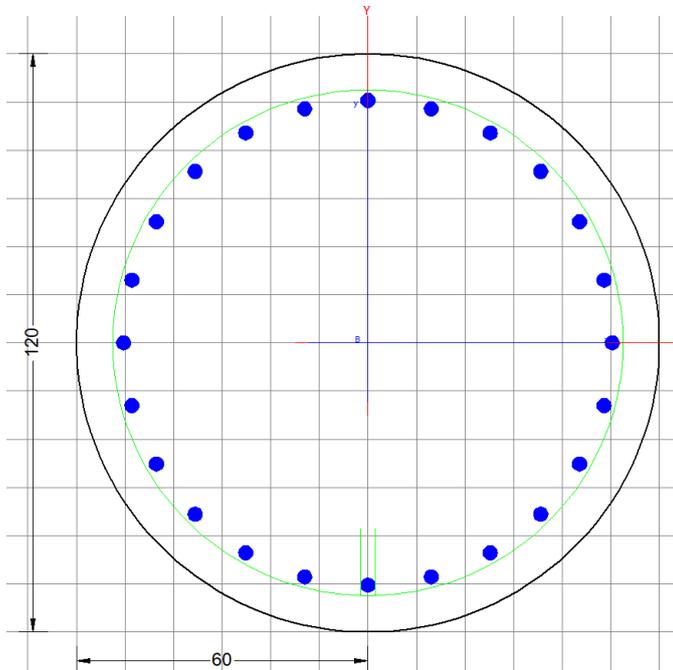
Sollecitazioni nel baricentro della fondazione per analisi di presso-flessione

TABELLA PER FLESSIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	<b>30805</b>	1256	1006	24131	22606	
E_103x_SLV_q=1.36_63	19371	3412	1146	41041	14380	
E_103y_SLV_q=1.36_64	19371	1593	2892	13735	44499	
E_103x_SLV_q=1.36_63	19371	3412	1146	<b>41041</b>	14380	
E_103y_SLV_q=1.36_64	19371	1593	2892	13735	<b>44499</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>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P2</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</b>	REV. <b>B</b>

### Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	0	3.6	4539.91	4052.42	2788.24
2	0	-3.6	2305.57	252.298	1516.47
3	3.6	3.6	5586.48	4718.17	4848.4
4	3.6	-3.6	3352.15	918.048	3576.63
5	-3.6	-3.6	1259	-413.45	-543.68
6	-3.6	3.6	3493.33	3386.67	728.087
7	3.6	0	4469.31	2818.11	4212.51
8	-3.6	0	2376.17	1486.61	92.202
9	0	0	3422.74	2152.36	2152.36
taglio equivalente			178.751	399.89	366.799
alfa derivante dall'analisi geotecnica				$\alpha$	2.49
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	5586	140	112	419	335
combo2	4718	379	127	1137	382
combo3	4848	177	321	531	964
combo4	-544	177	321	531	964



Dati generali | Dati sezione | Sforzi | Risultati

Descrizione:

Tipologia Sezione

Predefinite (Sollec. rette, Verifica o Progetto armature)

Generiche (Sollec. deviate, Verifica o Progetto armature)

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

Rettangolari di Pareti

Torsione semplice sezioni poligonali (Progetto armature)

Calcolo frecce in campata singola (stati limite di esercizio)

Normativa

NTC 2018  EC2/EC8

Caratteristiche della sezione

Pilastro

Percorso di Sollecitazione (S.L.U.)

N= cost. (sforzo normale costante)

M/N= cost. (eccentricità costante)

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

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

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

Metodo ADEM  Ap. fessure riferite alla zona efficace

Condizioni Ambientali (S.L.E.)

Ordinarie  Moderat. aggr.  Molto aggr.

Tipo di combinazioni di calcolo

Combinazioni non sismiche (cap.4 NTC)

Zona sismica CDA (alta duttilità)

Zona sismica CD8 (media duttilità)

Comb. sismiche Non dissipative

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

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

NOME SEZIONE: palo 1.2

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 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	50.3	24	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	5756.80	283.33	403.97	0.00	0.00
2	640.59	170.60	200.31	0.00	0.00
3	5586.48	347.42	278.22	0.00	0.00
4	5756.80	283.33	403.97	0.00	0.00
5	5586.48	347.42	278.22	0.00	0.00
6	5756.80	283.33	403.97	0.00	0.00
7	4848.40	440.61	800.02	0.00	0.00
8	-543.68	440.61	800.02	0.00	0.00
9	4718.17	943.87	317.14	0.00	0.00
10	4848.40	440.61	800.02	0.00	0.00
11	4718.17	943.87	317.14	0.00	0.00
12	4848.40	440.61	800.02	0.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	4028.28	195.16	263.73
2	591.23	195.16	256.85
3	3912.35	239.46	176.98
4	4028.28	195.16	263.73
5	3912.35	239.46	176.98
6	4028.28	195.16	263.73
7	4394.67	249.62	516.74
8	-170.57	249.62	516.74
9	3751.69	571.00	208.42
10	3834.85	249.62	516.74
11	3751.69	596.34	208.42
12	3834.85	249.62	553.41

**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	4028.28	195.16 (0.00)	263.73 (0.00)
2	591.23	195.16 (490.83)	256.85 (645.99)
3	4028.28	195.16 (0.00)	263.73 (0.00)
4	4028.28	195.16 (0.00)	263.73 (0.00)
5	4028.28	195.16 (0.00)	263.73 (0.00)
6	4028.28	195.16 (0.00)	263.73 (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	2257.32	1.38 (0.00)	43.13 (0.00)
2	1937.62	1.38 (0.00)	43.13 (0.00)
3	2257.32	1.38 (0.00)	43.13 (0.00)
4	2257.32	1.38 (0.00)	43.13 (0.00)
5	2257.32	1.38 (0.00)	43.13 (0.00)
6	2257.32	1.38 (0.00)	43.13 (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:	10.1 cm

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

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

N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm <sup>2</sup> ]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	5756.80	283.33	403.97	5756.79	2191.79	3129.66	7.74	169.6(33.9)
2	S	640.59	170.60	200.31	640.59	1950.54	2282.29	11.41	169.6(33.9)
3	S	5586.48	347.42	278.22	5586.36	2977.41	2382.97	8.57	169.6(33.9)
4	S	5756.80	283.33	403.97	5756.79	2191.79	3129.66	7.74	169.6(33.9)
5	S	5586.48	347.42	278.22	5586.36	2977.41	2382.97	8.57	169.6(33.9)
6	S	5756.80	283.33	403.97	5756.79	2191.79	3129.66	7.74	169.6(33.9)
7	S	4848.40	440.61	800.02	4848.52	1816.55	3297.78	4.12	169.6(33.9)
8	S	-543.68	440.61	800.02	-543.97	1283.28	2323.00	2.91	169.6(33.9)
9	S	4718.17	943.87	317.14	4717.90	3552.66	1191.48	3.76	169.6(33.9)
10	S	4848.40	440.61	800.02	4848.52	1816.55	3297.78	4.12	169.6(33.9)
11	S	4718.17	943.87	317.14	4717.90	3552.66	1191.48	3.76	169.6(33.9)
12	S	4848.40	440.61	800.02	4848.52	1816.55	3297.78	4.12	169.6(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	49.1	1.9	0.00291	43.6	25.2	-0.00309	-43.6	-25.2
2	0.00350	45.7	1.9	0.00252	35.6	35.6	-0.00747	-35.6	-35.6
3	0.00350	37.5	1.9	0.00289	35.6	35.6	-0.00316	-35.6	-35.6
4	0.00350	49.1	1.9	0.00291	43.6	25.2	-0.00309	-43.6	-25.2
5	0.00350	37.5	1.9	0.00289	35.6	35.6	-0.00316	-35.6	-35.6
6	0.00350	49.1	1.9	0.00291	43.6	25.2	-0.00309	-43.6	-25.2
7	0.00350	52.6	26.1	0.00288	43.6	25.2	-0.00359	-43.6	-25.2
8	0.00350	52.6	26.1	0.00236	43.6	25.2	-0.00946	-43.6	-25.2
9	0.00350	19.1	56.4	0.00286	13.0	48.6	-0.00366	-13.0	-48.6
10	0.00350	52.6	26.1	0.00288	43.6	25.2	-0.00359	-43.6	-25.2
11	0.00350	19.1	56.6	0.00286	13.0	48.6	-0.00366	-13.0	-48.6
12	0.00350	52.6	24.7	0.00288	43.6	25.2	-0.00359	-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	0.000048974	0.000034348	-0.000089094	----	----

2	0.000075810	0.000064566	-0.002474695	----	----
3	0.000037858	0.000047275	-0.000133905	----	----
4	0.000048974	0.000034348	-0.000089094	----	----
5	0.000037858	0.000047275	-0.000133905	----	----
6	0.000048974	0.000034348	-0.000089094	----	----
7	0.000056328	0.000031023	-0.000358347	----	----
8	0.000102896	0.000056670	-0.003548156	----	----
9	0.000020708	0.000061630	-0.000400928	----	----
10	0.000056328	0.000031023	-0.000358347	----	----
11	0.000020708	0.000061630	-0.000400928	----	----
12	0.000056328	0.000031023	-0.000358347	----	----

**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	4.38	48.2	0.0	25.3	-43.6	-25.2	----	----
2	S	2.33	47.8	0.0	-27.5	-43.6	-25.2	1177	28.3
3	S	4.16	35.7	0.0	25.7	-25.2	-43.6	----	----
4	S	4.38	48.2	0.0	25.3	-43.6	-25.2	----	----
5	S	4.16	35.7	0.0	25.7	-25.2	-43.6	----	----
6	S	4.38	48.2	0.0	25.3	-43.6	-25.2	----	----
7	S	5.74	54.0	0.0	15.4	-43.6	-25.2	----	----
8	S	4.05	54.0	0.0	-122.0	-43.6	-25.2	1986	49.5
9	S	5.43	20.6	0.0	6.5	-13.0	-48.6	0	0.0
10	S	5.34	54.0	0.0	9.3	-43.6	-25.2	----	----
11	S	5.54	19.8	0.0	5.1	-13.0	-48.6	0	0.0
12	S	5.49	54.7	0.0	7.5	-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 fctm
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= (e1 + e2)/(2*e1) [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	----	0.00 (990.00)	0.00	0.00
2	S	-0.00017	0	0.833	30.0	82	0.00008 (0.00008)	633	0.052 (990.00)	490.83	645.99	
3	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	----	0.00 (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	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
8	S	-0.00069	0	0.833	30.0	82	0.00037 (0.00037)	620	0.227 (990.00)	237.28	491.20
9	S	0.00000	0	0.833	30.0	82	0.00037 (0.00037)	0	0.004 (990.00)	102951.22	37578.10
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
11	S	-0.00001	0	0.833	30.0	82	0.00037 (0.00037)	0	0.004 (990.00)	12609.77	4407.10
12	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.38	48.2	0.0	25.3	-43.6	-25.2	---	---
2	S	2.33	47.8	0.0	-27.5	-43.6	-25.2	1177	28.3
3	S	4.38	48.2	0.0	25.3	-43.6	-25.2	---	---
4	S	4.38	48.2	0.0	25.3	-43.6	-25.2	---	---
5	S	4.38	48.2	0.0	25.3	-43.6	-25.2	---	---
6	S	4.38	48.2	0.0	25.3	-43.6	-25.2	---	---

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	∅	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	-0.00017	0	0.833	30.0	82	0.00008 (0.00008)	633	0.052 (0.20)	490.83	645.99
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.82	60.0	0.0	22.0	-50.3	0.0	---	---
2	S	1.59	60.0	0.0	18.5	-50.3	0.0	---	---
3	S	1.82	60.0	0.0	22.0	-50.3	0.0	---	---
4	S	1.82	60.0	0.0	22.0	-50.3	0.0	---	---
5	S	1.82	60.0	0.0	22.0	-50.3	0.0	---	---
6	S	1.82	60.0	0.0	22.0	-50.3	0.0	---	---

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

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

 <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>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P2</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</b>	REV. <b>B</b>

### 10.3 Verifica a taglio

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

TABELLA PER TAGLIO						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	30805	1256	1006	24131	22606	
E_103x_SLV_q=1_66	19371	<b>4366</b>	1421	55376	19123	
E_103y_SLV_q=1_67	19371	1879	<b>3807</b>	18036	60310	
E_103x_SLV_q=1_66	19371	4366	1421	55376	19123	
E_103y_SLV_q=1_67	19371	1879	3807	18036	60310	

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	T <sub>x</sub>	4366	1879
sollecitazione massima direzione y	T <sub>y</sub>	1421	3807
vettore complessivo, singolo palo	T	510	472

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 + fi/2	c'	9.7	cm
resistenza di calcolo armatura	f <sub>yd</sub>	391.0	Mpa
resistenza caratteristica res cls	f <sub>ck</sub>	25.0	
resistenza di calcolo res. Calc	f <sub>cd</sub>	18.5	Mpa
resistenza ridotta	f' <sub>c</sub>	9.2	Mpa
braccio delle forze interne	z=0.9d	88.3	cm
larghezza biella	bw	100.9	cm
inclinazione staffe	$\alpha$	90	gradi
inclinazione biella	$\beta$	22	gradi
resistenza puntoni	V <sub>c</sub>	2839	kN
resistenza staffe	V <sub>s</sub>	977	kN
taglio resisitente	V <sub>r</sub>	977	kN
taglio massimo agente	V <sub>ed</sub>	510	kN
	V <sub>ed</sub> /V <sub>rd</sub>	0.52	

 <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>VI02 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P2</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0205001</b>	REV. <b>B</b>

## 11. INCIDENZE

Baggioli/Ritegni	350 kg/mc
Pulvino	180 kg/mc
Fusto Pila	145 kg/mc
Plinto di fondazione	125 kg/mc
Pali di fondazione	primo tratto 140 kg/mc